

Colegio Andino

Documentos de Trabajo

Título:

Impacto de la minería en la producción agropecuaria en el Perú, impactos heterogéneos y determinación de los canales de transmisión

Autor (es), Autora (s):

César del Pozo Loayza

Valerio Paucarmayta Tacuri

Documento de Trabajo Nro. 08-2015

Octubre, 2015

www.cbc.org.pe

Impacto de la minería en la producción agropecuaria en el Perú, impactos heterogéneos y determinación de los canales de transmisión

**Informe Técnico Final
Proyecto Mediano
PMN-A1-T4-2014**

Cusco, Octubre de 2015

Equipo de investigación:

César Edinho Del Pozo Loayza (Investigador responsable)

Valerio Paucarmayta Tacuri

Centro de Estudios Regionales Andinos “Bartolomé de las Casas”

Impacto de la minería en la producción agropecuaria en el Perú, impactos heterogéneos y determinación de los canales de transmisión

César Del Pozo Loayza

Valerio Paucarmayta Tacuri

Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas

Resumen: Esta investigación buscó estimar el impacto de la minería en la producción agropecuaria de los hogares rurales en el Perú, así como determinar impactos heterogéneos y explorar algunos canales de transmisión. Con base en encuestas de hogares rurales entre 2001-2010 y estimadores de *Differences in Differences*, se encuentra evidencia que la minería y la agricultura serían actividades económicas excluyentes entre sí dentro de un mismo espacio territorial en el Perú. Se encuentra evidencia que la minería reduciría la producción agropecuaria en ámbitos geográficos próximos a las minas, tales impactos negativos serían más evidentes en productores agropecuarios de mayor escala. Respecto de los canales de transmisión, la minería estaría generando cambios de uso de la tierra y modificaría la estructura de la fuerza laboral rural. Los resultados empíricos sugieren un rango de políticas públicas que contribuirían al desarrollo rural en temas como: derechos de propiedad de la tierra, responsabilidad social empresarial y esquemas de compensación por externalidades negativas.

Palabras clave: *Minería, agricultura, evaluación de impacto, desarrollo rural.*

The impact of mining on agricultural production in Peru, heterogeneous impacts and transmission channels

César Del Pozo Loayza

Valerio Paucarmayta Tacuri

Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas

Abstract: The aims of this study is to estimate the impact of mining on agricultural production of rural households in Peru, determining heterogeneous impacts and to explore some transmission channels of these impacts. Based on surveys from farming households between 2001-2010 and a Differences in Differences approach. I found empirical evidence that mining and agriculture would be non-complementary economic activities within the same local territory in Peru. I obtain some evidence that mining would reduce agricultural production in mining areas. These negative impacts are more evident on large-scale farming households. Regarding the transmission channels, mining would generate changes on land use and the structure of the rural labor force. The empirical results suggest a range of public policies that would contribute to rural development; particularly on themes such as: land property rights, corporate social responsibility and compensation schemes for negative externalities.

Keywords: *Mining, agriculture, impact assessment, rural development*

Contenido

1. Introducción	Pág.5
2. Marco conceptual	Pág.10
2.1 Minería y agricultura en el Perú	Pág.11
2.2 Canales de transmisión conceptuales de la minería a la producción agropecuaria	Pág.16
2.3 Revisión de la literatura para el caso peruano	Pág.18
3. Metodología	Pág.21
3.1 Estrategia de identificación	Pág.22
3.2 Datos y variables	Pág.26
3.3 Estrategia empírica	Pág.27
4. Caracterización de los hogares rurales por tipo de exposición a la minería	Pág.36
4.1 Validación de la estrategia de identificación	Pág.38
4.2 Características de los hogares por grupos de comparación	Pág.41
4.3 Análisis de diferencias por sexo de los(las) jefes(as) de los hogares rurales	Pág.62
5. Resultados empíricos	Pág.64
5.1 Impacto de la minería en la producción agropecuaria	Pág.64
5.2 Impacto distributivo de la minería en la producción agropecuaria	Pág.69
5.3 Impacto heterogéneo de la minería en la producción agropecuaria por sexo de los(las) productores(as) agropecuarios(as)	Pág.72
5.4 Canales de transmisión del impacto de la minería en la producción agropecuaria	Pág.73
5.5 Determinantes de la producción agropecuaria	Pág.77
5.6 Pruebas de robustez	Pág.81
6. Conclusiones	Pág.85
7. Recomendaciones de políticas públicas	Pág.90
8. Plan de incidencia	Pág.96
9. Bibliografía	Pág.98
10. Anexos	Pág.101

1. Introducción

Durante los últimos años en el Perú las actividades mineras han mostrado un gran dinamismo. A finales de 2013, el sector minero contribuyó con 12% al Producto Bruto Interno (PBI) nacional¹. En similar periodo, la minería se constituyó como el principal sector exportador, explicando el 55% de las exportaciones totales². Sin embargo, el dinamismo del sector minero ha generado también una aparente contradicción tanto a nivel macroeconómico como a nivel microeconómico.

A nivel macroeconómico, principalmente a nivel del gobierno central y empresarial (Ministerio de Energía y Minas y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía), se han promovido activamente las concesiones mineras y la inversión en dicho sector. De acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas, a finales de 2013 se han concesionado aproximadamente 27 millones de hectáreas en todo el territorio nacional para propósitos de exploración y extracción minera, lo cual representa el 21% del territorio³. Entre 2005 y 2012, la inversión total acumulada en el sector minero fue más de USD 28 mil millones (Ministerio de Energía y Minas, MINEM). A nivel microeconómico en ámbitos rurales, las actividades mineras son consideradas como uno de los principales elementos generadores de conflictos sociales y ambientales en el país. En distritos mineros, los conflictos socio-ambientales se han incrementado en los últimos años. De acuerdo con los Informes Anuales de la Defensoría del Pueblo, los conflictos sociales activos relacionados con la extracción de recursos naturales se han incrementado en 117% entre 2009 y 2013 (pasando de 64 conflictos socio-ambientales activos en 2009 hasta 139 en 2013).

El sector agricultura en el Perú a pesar de haber crecido los últimos años, no ha mostrado el mismo dinamismo que el sector minero. A finales de 2013, el sector agricultura contribuyó con el 5% del Producto Bruto Interno (PBI) nacional, explicando el 10% de las exportaciones totales. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a finales de 2012 la superficie total de hectáreas sembradas fue aproximadamente 2 millones de hectáreas, superficie que representa apenas el 2% del territorio nacional. De acuerdo con MINAGRI, la superficie total disponible para la agricultura es de 7.6 millones de hectáreas; lo cual implicaría que, la agricultura en el Perú muestra una capacidad de utilización de la tierra del 26%.

¹ Información proveniente de estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú.

² *Idem*.

³ Sin embargo, no se conoce cuanta superficie concesionada tiene otros usos como la agricultura. De acuerdo con el Observatorio de Conflictos Mineros en el Perú, 49% del territorio de comunidades campesinas (legalmente reconocidas) tiene concesiones mineras, lo que implicaría una superposición de usos del territorio.

La medición de la inversión en agricultura no muestra cifras claras para el caso peruano⁴. La inversión privada se concentra en la agricultura de agro-exportación, principalmente, en la costa peruana. La inversión pública rural acumulada entre 2002 y 2012 fue aproximadamente USD 15 mil millones (Fort, 2014), lo cual incluye inversión pública en otros aspectos no relacionados necesariamente con las actividades agropecuarias (apoyo social, servicios de salud y educación, etc.). Fort (2014) estima que aproximadamente el 68% de la inversión acumulada (USD 10 mil millones) se destinó a inversiones relacionadas específicamente con la infraestructura productiva y el apoyo directo a productores agropecuarios, monto que incluiría la inversión pública tanto de gobiernos regionales como de gobiernos locales⁵.

Lo anterior sugiere que el crecimiento del sector agricultura mostraría un notable rezago respecto del dinamismo del sector minería en términos de crecimiento del PBI sectorial, participación en el PBI nacional, participación en las exportaciones, niveles de inversión y uso de la tierra a nivel nacional.

La población rural cuya principal actividad económica es la agricultura y que reside en las proximidades de las explotaciones mineras está mayormente expuesta a sus efectos, tanto positivos como negativos. En particular aquellos hogares dedicados a la agricultura de subsistencia, en éstos hogares la agricultura no sólo es la principal fuente de alimentos, empleo e ingresos, sino que soporta sus medios de vida.

Por un lado, la contaminación ambiental generada por las actividades mineras pueden producir externalidades negativas sobre la agricultura dentro de un mismo espacio territorial; toda vez que, ambas actividades (minería y agricultura) se soportan sobre los mismos recursos (tierra y agua), generando una competencia potencial por el uso de los recursos naturales. Por otro lado, las actividades mineras también pueden generar externalidades positivas dinamizando los mercados locales de bienes, servicios y factores; entre ellos, los mercados laborales locales.

El potencial efecto de las actividades mineras en la agricultura junto con las asimetrías entre ambos sectores, sugieren las siguientes preguntas: ¿Cuál es el efecto de las actividades

⁴ Inclusive en la última publicación disponible sobre el desempeño del sector agricultura elaborada por el MINAGRI ("Dinámica Agropecuaria 2004-2013"), no se ha sistematizado información sobre los niveles de inversión pública y privada en el sector.

⁵ De acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas, a finales de 2014, el gasto público (devengado) en la función agricultura fue de S/. 1785 millones, S/. 1019 millones y S/. 876 millones ejecutado por el Gobierno Nacional (MINAGRI), Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, respectivamente.

mineras en la producción agropecuaria en el Perú?; ¿Los efectos potenciales positivos o negativos de las actividades mineras en la producción agropecuaria en el Perú se distribuyen homogéneamente entre hogares más y menos vulnerables?; ¿Las actividades mineras generan cambios en el uso de la tierra en el Perú? y ¿Las actividades mineras generan cambios en la oferta laboral agropecuaria?

Según el Plan Nacional de Igualdad de Género 2012-2017, la Población Económicamente Activa femenina en el Perú es aproximadamente 45% en el ámbito rural, la tasa de actividad de la mujer rural es de 74%. Según el Censo Nacional Agropecuario de 2012 (CENAGRO), de un total aproximado de 2.2 millones de unidades agropecuarias censadas a nivel nacional, 70% (1.5 millones) son lideradas por varones y el 30% (691 mil) restante son lideradas por mujeres. Lo cual sugiere la inclusión de un análisis desagregado en función del sexo de los(las) productores(as) agropecuarios; puesto que, resultaría de interés determinar si el efecto potencial de la minería en la producción agropecuaria afectan de manera asimétrica tanto a hombres como a mujeres, cuando éstos lideran un hogar rural expuesto a tales actividades extractivas. En tal sentido, se formula la siguiente pregunta de investigación adicional: ¿El efecto de la minera en la agricultura es diferente si el jefe de hogar es una mujer?

El objetivo general del presente estudio implica estimar empíricamente el impacto de la minería en la producción agropecuaria de los hogares rurales en el Perú. Así mismo, determinar si la transmisión de tales impactos se da a través de cambios en el uso de la tierra y/o cambios en la oferta laboral agropecuaria. Tal objetivo, implica a su vez algunos objetivos de investigación más específicos, entre ellos: Estimar empíricamente el impacto distributivo de la minería en los percentiles de la producción agropecuaria de los hogares rurales. Estimar empíricamente el impacto heterogéneo en la producción agropecuaria por sexo de los(las) jefes(as) de los hogares rurales.

Para estimar relaciones causales entre minería y agricultura, se ha formulado una estrategia de identificación que busca comparar algunas variables de interés relacionadas con la agricultura en áreas de influencia minera respecto de otras áreas comparables en las cuales no se desarrollan tales actividades extractivas, antes y después del boom minero. Asumiendo que la localización de las minas es explicada por factores exógenos, principalmente por factores geológicos y que a partir de 2005 se habría generado un boom minero explicado por el

incremento de las cotizaciones internacionales de minerales, que motivaron el crecimiento de la exploración y/o explotación minera en el Perú.

Considerando los objetivos del estudio, resultó de interés emplear la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG) entre los años 2001 y 2010, para comparar hogares rurales expuestos a la minería respecto de hogares no expuestos, antes y después del *boom minero*; se asume que dicho boom se hace evidente a partir de 2005 (Maldonado 2011, Loayza et al., 2013). Con ello, se buscará obtener resultados causales asumiendo una fuente de variación exógena a partir de 2005. Para formular una estrategia de identificación razonable, resultan necesarias fuentes de información adicionales, entre ellas, información del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), donde se establecen las categorías de exposición a la minería a nivel distrital: “*distritos productores*” y “*distritos en provincias productoras*”; Censo de Población y Vivienda (1993) y Censo Agropecuario (1994) a nivel distrital, para controlar diferencias iniciales entre distritos mineros y no mineros.

El denominado *boom minero* en el Perú ha implicado una notable expansión de las actividades mineras. Lo cual habría sido explicado por la interacción entre el incremento de los precios internacionales de los minerales (que ha motivado el interés de los inversionistas en desarrollar y/o ampliar las actividades mineras) y la localización geográfica de las minas (la cual depende probablemente de condiciones geológicas del territorio). Tales condiciones se asumen exógenas a los hogares rurales como generador de algún efecto causal en las variables agrarias de interés. La estructura de datos empleada y la estrategia de identificación propuesta permite utilizar metodologías de evaluación cuasi-experimentales, en particular la metodología *Differences in Differences* (Ravallion, 2008).

Se espera que los resultados del estudio tengan importantes implicancias para el diseño de políticas públicas. En particular, se espera que la estimación del impacto de la minería en la agricultura pueda brindar elementos de aproximación a la compleja relación entre estos sectores económicos. Se espera también que el estudio permita obtener evidencia sólida para determinar el grado de complementariedad o no complementariedad entre ambas actividades económicas. Esta evidencia podría ser relevante para la prevención de conflictos sociales referente al uso de los recursos naturales; así como, generar elementos relevantes para el ordenamiento territorial y la priorización de la inversión pública y privada para el desarrollo rural en el Perú.

De similar modo, se espera que la identificación de los canales de transmisión de los efectos de la minería en la agricultura, permita el diseño de políticas públicas más específicas. Por el lado, del uso de la tierra, se espera generar evidencia respecto del grado de competencia por uso de los recursos naturales en contextos en los cuales las actividades minero extractivas y agropecuarias coexisten. Tal evidencia, podría motivar de algún modo la implementación de programas de compensación y/o mitigación de las externalidades que generan las actividades minero extractivas en el espacio rural. Por el lado del mercado laboral, se espera generar evidencia respecto del grado de competencia por uso del capital humano entre minería y agricultura, tal evidencia podría ser relevante para la prevención de conflictos sociales referente a la distribución de los beneficios que genera la minería en contextos rurales en materia laboral.

El resto del documento se divide en las siguientes secciones, en la Sección 2 se desarrolla el marco conceptual que guía la investigación. En la Sección 3, se describe la metodología de evaluación de impacto cuasi-experimental, la metodología incorpora algunos elementos de análisis y comparación espacial. En la Sección 4, se caracterizan los distritos y hogares rurales en función al grado de exposición de éstos ante la minería. En la Sección 5, se presentan los principales resultados empíricos del presente estudio. Finalmente, en la Sección 6, se esbozan algunas recomendaciones de políticas públicas.

2. Marco conceptual

En la presente sección se revisa brevemente la relación entre la minería y la agricultura en el Perú. En primer término, se analiza la evolución de la producción de ambas actividades en términos del Producto Bruto Interno (PBI) sectorial; asimismo, se analiza la relevancia de tales actividades en la economía nacional en términos de su contribución al producto y las exportaciones totales, el uso de la tierra y el capital humano. En segundo término, se describen los canales conceptuales a través de los cuales las actividades mineras podrían tener efectos causales en la producción agropecuaria. Finalmente, se revisa la literatura relevante para el caso peruano, respecto de los efectos potenciales de las actividades mineras.

En el Perú, a finales de 2013 el PBI minero (S/. 55 mil millones) fue 2.5 veces mayor en términos reales que el PBI agropecuario (S/. 24 mil millones). En dicho periodo, el producto minero líder es el oro y el producto agrícola líder es la caña de azúcar. La contribución de la minería al PBI total fue de 12% y la contribución de la agricultura al producto fue de 5%. El valor (FOB) de las exportaciones mineras fueron 4.4 veces más que el valor (FOB) de las exportaciones agropecuarias, donde la minería representó el 50% de las exportaciones totales.

Entre 1995 y 2012, la superficie de tierra concesionada a la minería se incrementó en más de 200%, llegando a finales de 2012 a 26 millones de hectáreas, superficie que representa el 20% del territorio nacional. En similar periodo, la tierra cultivada se incrementó en 30%, llegando a finales de 2012 a 2 millones de hectáreas, superficie que representa el 1.5% del territorio. La superficie concesionada a la minería es 13 veces mayor que la superficie empleada para el cultivo de alimentos. La proporción de la Población Económicamente Activa (PEA) en ámbitos rurales empleada en la agricultura es 73%, la cual se ha reducido en el tiempo.

A escala regional, una mayor contribución de la minería en el PBI regional se asocia con una menor contribución de la agricultura. Esto podría evidenciar una relación de no compatibilidad entre ambas actividades económicas. La expansión de las actividades mineras a nivel local puede generar cambios en diversas dimensiones económicas, sociales y medioambientales. En particular, resulta de interés analizar los cambios que podrían generar las actividades mineras en las actividades agropecuarias a nivel microeconómico y si tales cambios se podrían explicar por cambios en el uso de la tierra y/o cambios en la oferta laboral agropecuaria.

La literatura empírica relevante para el caso peruano respecto de la evaluación de impacto de las actividades mineras se ha enfocado en estimar los efectos sobre aspectos relacionados con las condiciones de vida y bienestar (Zegarra et al., 2007; Aragón et al., 2009; Ticci, 2011; Macroconsult, 2012; Del Pozo et al., 2013; Escobal y Ticci, 2013 y Loayza et al., 2013). El estudio de los potenciales efectos de la minería en la agricultura ha sido abordado por Orihuela et al., (2014) quienes encuentran que la minería no generaría mejoras en indicadores agropecuarios.

2.1 Minería y agricultura en el Perú.

Producto Bruto Interno Minero y Agropecuario.

En el Gráfico 1, en los paneles (a) y (b) se muestran la evolución real del Producto Bruto Interno (PBI) sectorial y de la tasa de crecimiento interanual sectorial minero y agropecuario, respectivamente⁶. Dicha evolución se analiza entre 1950 y 2013, con ello se busca evidenciar la dinámica de tales actividades en el largo plazo⁷.

Entre 1950 y 1952, tanto el PBI agropecuario como el minero muestran niveles similares en términos reales. A partir de 1954 la brecha entre ambos PBI se muestra cada vez mayor en el tiempo. El crecimiento del PBI minero mostró un gran crecimiento a partir de 1976 hasta el año 1985, luego de dicho año cayó abruptamente, explicado por la crisis económica y la violencia política que sufrió el país en dicho periodo, que redujo la inversión privada en el sector. El sector agricultura no habría sido afectado en dicho periodo. A partir de 1990, periodo en el cual se aplicaron diversas reformas estructurales en las políticas macroeconómicas y se redujo considerablemente la violencia política, tanto el PBI agropecuario como el minero, muestran un crecimiento sostenido y menos volátil. Las tasas de crecimiento promedio interanual de largo plazo (1950-2013) del PBI minero y agropecuario fueron de 5% y 3%, respectivamente⁸.

A finales de 2013, el PBI Agropecuario fue de S/. 24 mil millones de Nuevos Soles; mientras que, el PBI Minero fue de S/. 55 mil millones de Nuevos Soles. En dicho año, las tasas de crecimiento interanual real del PBI Agropecuario y del PBI Minero fueron 2% y 5%, respectivamente. En 2013, el PBI Minero fue 2.5 veces mayor que el PBI Agropecuario. En los

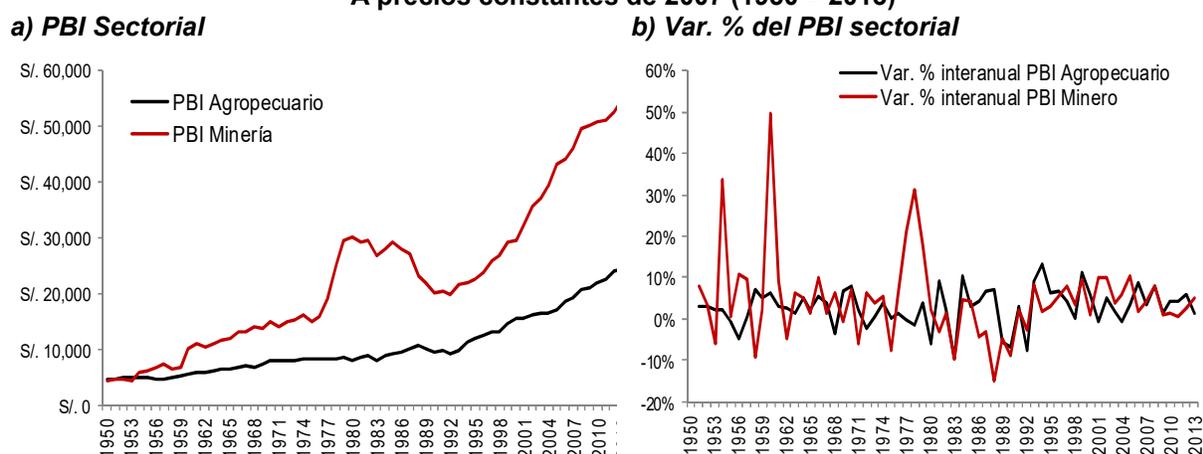
⁶ Variables expresadas a precios constantes de 2007.

⁷ En el Anexo 1, se presentan en detalle los elementos de evolución de largo plazo de la producción minera y agropecuaria en el Perú.

⁸ A partir de 1993, ambos PBI muestran tasas de crecimiento positivas de manera consecutiva.

Recuadros 1 y 2, se describen algunas características relevantes tanto de la producción minera como de la producción agropecuaria en el Perú en el largo plazo.

**Gráfico 1: Evolución de largo del Producto Bruto Interno Agropecuario y Minero
A precios constantes de 2007 (1950 – 2013)**



Fuente: Estadísticas Anuales, Banco Central de Reserva del Perú
Elaboración: Propia.

Relevancia de la minería y la agricultura en la economía nacional.

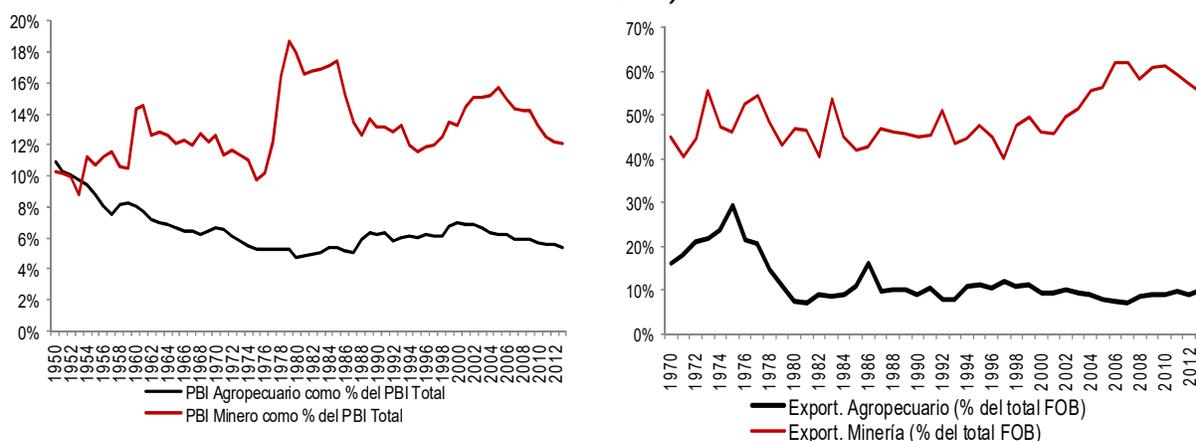
En el Gráfico 2, en los paneles (a) y (b) se muestra la relevancia de las actividades mineras y agropecuarias en la economía nacional, en términos de la relevancia de cada PBI sectorial dentro del PBI total y la relevancia de cada sector en las exportaciones del Perú, respectivamente, dicha evolución se analiza entre 1950 y 2013.

En el panel (a), la relevancia de ambos sectores en la economía es marcadamente diferente, solamente entre 1950 y 1952 ambos sectores representaron el 10% del PBI. A partir de 1953 la minería es una actividad claramente más relevante que la agricultura en el Perú (como porcentaje del PBI). Entre 1950 y 2013, la minería ha contribuido con el 13% del PBI en promedio; mientras que, la agricultura ha contribuido con 7% en promedio. A finales de 2013, la minería contribuyó al PBI con 12%; mientras que la agricultura contribuyó con 5% del mismo.

En el Panel (b), se muestra la relevancia de las exportaciones los sectores minero y agropecuario en las exportaciones totales entre 1970 y 2013. La contribución a las exportaciones es diferente en ambos sectores, la producción minera tiene un marcado énfasis hacia los mercados internacionales; mientras que, la producción agropecuaria se orientaría más al mercado interno. Entre 1970 y 2013, la minería ha contribuido en promedio con el 50%

del total de exportaciones, la agricultura ha contribuido con 10% de las exportaciones en promedio. Desde 1987, la producción agropecuaria, principalmente la producción agroindustrial en la costa peruana, contribuye a las exportaciones totales de manera relativamente constante (alrededor del 10%). La minería ha incrementado su importancia dentro del total de exportaciones a partir del año 2001. A finales de 2013, el valor de las exportaciones de minerales fue de US\$ 3.434 millones (valores FOB), las exportaciones de productos agropecuarios (que incluye exportaciones no tradicionales) llegaron a US\$ 785 millones (valores FOB); las exportaciones mineras son 4.4 veces más que las exportaciones agropecuarias para el caso peruano.

Gráfico 2: Relevancia de las actividades agropecuarias y mineras en la economía peruana
a) PBI Agropecuario y PBI Minero como % del PBI Total (1950-2013) **b) Exportaciones Agropecuarias y Mineras como % de las Exportaciones Totales (1970-2013)**



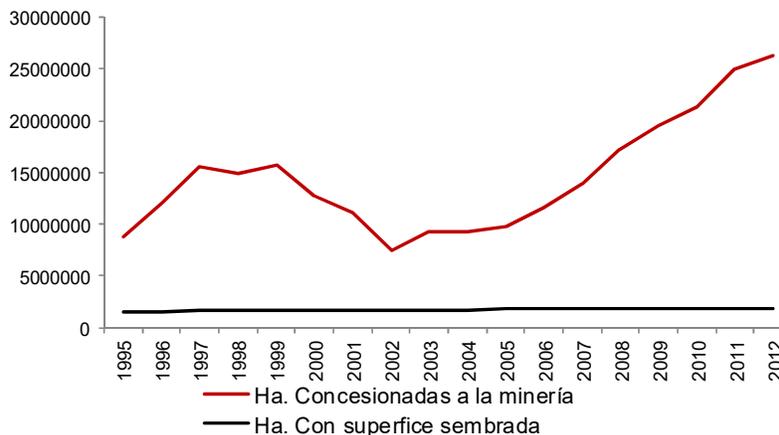
Fuente: Estadísticas Anuales, Banco Central de Reserva del Perú
 Elaboración: Propia.

Uso de la tierra

En el Gráfico 3, se muestra la evolución en el uso de la tierra. El uso de tierra se expresa en términos de la superficie de hectáreas concesionadas para la operación de actividades mineras y de la superficie utilizada para la siembra de cultivos a nivel nacional. Esta evolución se analiza entre en periodo 1995–2012 (dada la disponibilidad de información). En primer término, entre 1995 y 2012 la superficie concesionada para la operación de actividades mineras se ha incrementado en más de 200%. A finales de 2012, las concesiones mineras alcanzaron los 26 millones de hectáreas (superficie que representa el 20% del territorio nacional). En segundo término, entre 1995 y 2012, la superficie empleada para el cultivo de alimentos se incrementó en 30%. Llegando a finales de 2012 a 1.9 millones de hectáreas (representa el 2% del territorio

nacional). La superficie concesionada para actividades mineras es 13 veces más que la superficie de tierra empleada para el cultivo de alimentos.

Gráfico 3. Perú: Uso de la tierra en agricultura y minería (Hectáreas)

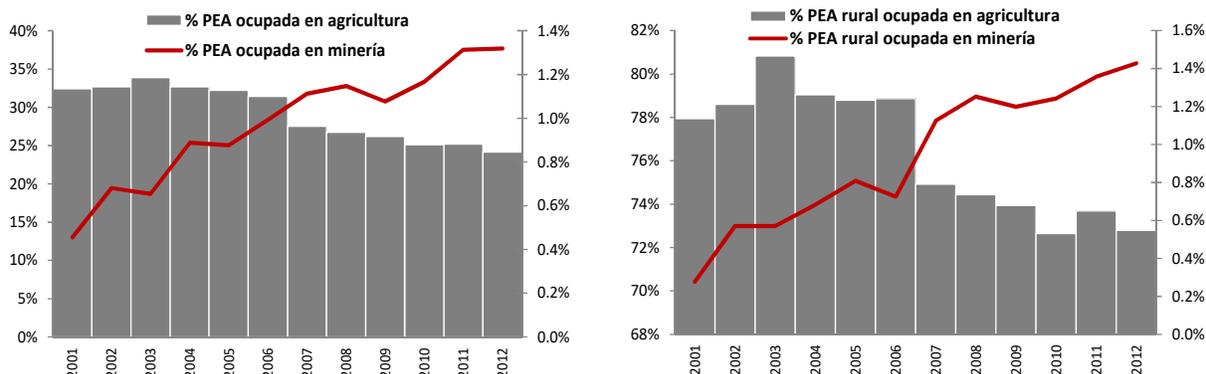


Nota: Agricultura (hectáreas de tierra sembrada); Minería (hectáreas de tierra concesionada para explotaciones mineras).
 Fuente: Instituto de Estadística e Informática. INGEMMET.
 Elaboración: Propia.

Uso del capital humano: Empleo

En el Gráfico 4, se muestra la evolución de la participación de la Población Económica Activa (PEA) ocupada por sector económico en agricultura y minería para el total nacional (Panel a) como para el ámbito rural (Panel b). En el Panel (a), se observa que la proporción de la participación de la PEA en la agricultura se ha reducido sostenidamente entre 2001 y 2012, llegando a finales de 2012 a representar el 24%. En contraste, la participación de la PEA en la minería se ha incrementado sosteniblemente, llegando a representar a finales de 2012 el 1,32%. En 2012, la PEA en minería llegó a 205 mil personas a nivel nacional, en similar periodo, la PEA en agricultura fue de 3.756 mil personas. En el Panel (b), se muestra que la participación de la PEA rural en la agricultura se ha reducido sostenidamente entre 2001 y 2012; dicha caída, se hace aún más evidente entre 2006 y 2007, llegando a finales de 2012 a representar el 73%. La participación de la PEA rural en la minería se ha incrementado sosteniblemente y de manera considerable, llegando a representar a finales de 2012 el 1,4%. En 2012, la PEA rural en minería llegó a 57 mil personas en el ámbito rural; en similar periodo, la PEA rural en agricultura fue de 2.906 mil personas.

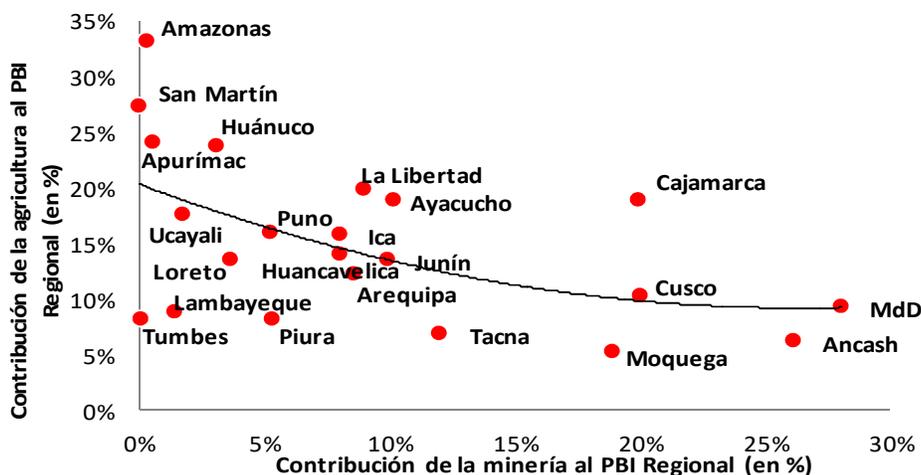
Gráfico 4: Población Económicamente Activa ocupada por sector económico, 2001 - 2012
a) PEA ocupada en agricultura y minería como % de la PEA total. **b) PEA rural ocupada en agricultura y minería como % de la PEA rural.**



Fuente: Estadísticas Económicas. Instituto de Estadística e Informática.
 Elaboración: Propia.

En el Gráfico 5, se muestra la relación entre la contribución de la agricultura y la minería en el PBI Regional, expresado en términos porcentuales (VAB Agropecuario y Minero como porcentaje del PBI Regional). Se observa que una mayor contribución de la minería en el PBI Regional se asociaría con una menor contribución de la agricultura al producto, lo cual sugiere una relación de no complementariedad entre ambas actividades económicas a nivel regional. En regiones como Ancash, Madre de Dios, Moquegua y Cusco, una mayor contribución de la minería en el PBI implicaría una menor contribución de la agricultura⁹.

Gráfico 5. Relación entre la agricultura y la minería (como % del PBI Regional)



Nota: No se incluye información de Lima y Pasco
 Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
 Elaboración: Propia.

⁹ En Anexo 2, se describe brevemente la relación entre conflictividad y contribución de la minería al PBI regional en el Perú. Para revisar como mayor profundidad la relación entre minería, descentralización y conflictividad social se sugiere revisar Arellano-Yanguas (2011) y Castro (2011).

2.2 Canales de transmisión conceptuales de la minería a la producción agropecuaria

En Gráfico 3, se evidenció que a partir de 2005 hacia adelante el número de hectáreas concesionadas para la exploración y operación minera se ha incrementado a una tasa de crecimiento promedio anual de 13%. Este incremento, sería un indicativo que las operaciones mineras se habrían dinamizado considerablemente los últimos años en el Perú. Las poblaciones próximas a tales actividades (minas) están altamente expuestas a las externalidades (positivas y/o negativas) que puedan generar estas actividades (Castro, 2011). Entre los aspectos positivos de las actividades mineras a nivel local, se considera que tales actividades extractivas pueden generar más empleo y contribuir al desarrollo de más y mejor infraestructura, principalmente, infraestructura vial. Sin embargo, entre los aspectos negativos de la minería, se tiene que ésta puede generar determinadas externalidades negativas, externalidades como la contaminación ambiental y la generación de competencia por el uso de los recursos naturales (principalmente, agua y suelo) con otros sectores de la economía, sobre todo, con la agricultura.

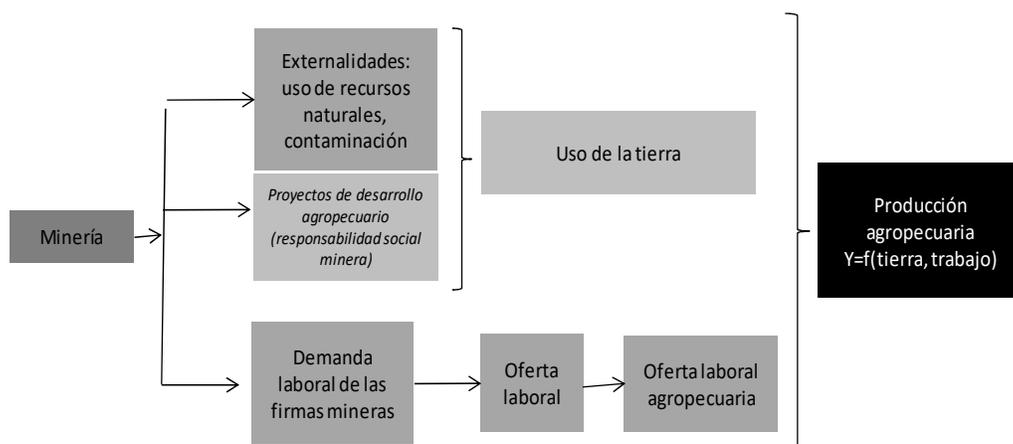
De acuerdo con Ticci (2011) y Escobal y Ticci (2013), la expansión de las actividades mineras a nivel local puede generar cambios en diversas dimensiones económicas, sociales y medioambientales: cambios en la provisión de bienes y servicios públicos, acceso a infraestructura pública, stock de capital humano, flujos migratorios, cambios en la dinámica de los mercados locales de bienes, servicios y factores, cambios en el empleo y la composición del portafolio productivo de las economías locales, condiciones medioambientales y cambios en las actividades productivas agropecuarias. En la Figura 1, se describen algunos canales conceptuales a través de los cuales, la minería podría tener efectos en la producción agropecuaria en el Perú.

En primer término, la mayor atribución negativa de las actividades mineras a escala local es la generación de externalidades, tales como la contaminación y el incremento de la competencia por el uso de los recursos naturales. Como se evidenció anteriormente, la cantidad de hectáreas de tierra concesionadas para el desarrollo de las actividades mineras se ha incrementado considerablemente en los últimos años, lo cual podría haber reducido la disponibilidad de tierra para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Menor disponibilidad de tierra para cultivos agrícolas y menor disponibilidad de tierra para el pastoreo, principalmente de animales mayores.

En el presente estudio, el énfasis en el análisis del impacto de la minería en el uso de la tierra se fundamenta en que tal recurso productivo se constituye como el principal capital productivo que poseen los productores rurales. La tierra sostiene el sistema social y económico de la población rural basado en la agricultura y se constituye como el principal factor productivo para la producción y el consumo; así como, representa un mecanismo de vinculación social y cultural de la población rural (Castro, 2011). No obstante, el potencial impacto entre las actividades mineras y las agropecuarias puede resultar ambiguo (Escobal y Ticci 2013). La minería podría generar elementos que podrían incrementar la cantidad de tierra disponible para fines agropecuarios, a través del desarrollo de proyectos productivos en el marco de la responsabilidad social empresarial, proyectos relacionados con el incremento de la superficie agrícola bajo riego o con el incremento del cultivo de pastos naturales y mejorados para mejorar la crianza del ganado.

En segundo término, otro canal conceptual de transmisión es la demanda laboral a escala local de las empresas mineras. De acuerdo con Ticci (2011) y Escobal y Ticci (2013), la expansión de las actividades mineras tiene el potencial de incrementar la demanda por nuevos trabajadores tanto cualificados como no-cualificados; así como, la mayor demanda por otros bienes y servicios. La minería podría también incrementar la demanda laboral en otros sectores conexos a las actividades mineras, tales como, transporte, comercio, servicios. Es de esperar que la expansión de las actividades mineras pueda generar cambios en la estructura y composición laboral a escala local, donde el empleo en las actividades directas y conexas a la minería tiene niveles remunerativos mayores que la agricultura. Por ello, es probable que la oferta laboral rural se reasigne desde las actividades agropecuarias hacia actividades económicas no relacionadas con la agricultura, lo cual generaría una reducción de la oferta laboral agropecuaria y consecuentemente una reducción en la producción agropecuaria a escala familiar.

Figura 1: Canales conceptuales de transmisión de las actividades mineras a la producción agropecuaria



Fuente: Ticci y Escobal (2013)
Elaboración: Propia.

2.3 Revisión de la literatura para el caso peruano.

La literatura empírica relevante para el caso peruano respecto de la evaluación de impacto de las actividades mineras se ha enfocado en estimar los efectos sobre aspectos relacionados, principalmente, con las condiciones de vida y bienestar. No obstante, más recientemente algunos estudios han analizado la relación entre minería y agricultura para el caso peruano (Orihuela et al., 2014). Tales estimaciones se han llevado a cabo tanto a nivel de hogares como a nivel distrital, con base en información proveniente de encuestas de hogares y censos. Las metodologías empíricas utilizadas han sido básicamente cuasi-experimentales: Propensity Score Matching, Differences in Differences y Variables Instrumentales (Zegarra et al., 2007; Aragón et al., 2009; Ticci, 2011; Macroconsult, 2012; Del Pozo et al., 2013; Escobal y Ticci, 2013, Loayza et al., 2013 y Orihuela et al., 2014). Por su parte, en la literatura también se han estudiado los efectos de las actividades mineras en la conflictividad social a nivel local (Arellano-Yanguas, 2011; Castro, 2011 y Orihuela et al., 2014) y la corrupción a nivel municipal (Maldonado, 2011).

En particular, respecto del estudio de los potenciales efectos de la minería en la agricultura para el caso peruano. En primer término, Zegarra et al., (2007), estudian el impacto de la actividad minera en diversos indicadores de bienestar a nivel de los hogares de la sierra peruana. Los autores emplean datos de la Encuesta Nacional de Hogares (entre los años 2003 y 2004) y el estimador de Propensity Score Matching (PSM) para estimar diferencias

significativas entre hogares en distritos mineros y hogares en distritos no-mineros. Los autores encuentran que, la minería incrementaría los ingresos y gastos de familias urbanas, pero no evidencia un efecto positivo similar en hogares rurales. Los autores, no encuentran evidencia significativa estadísticamente de un proceso de “desagrarización” de los distritos mineros a nivel nacional. Sin embargo, estimaciones desagregadas por ámbito geográfico indican que en la sierra central del Perú, las actividades agropecuarias serían desplazadas por actividades minero-extractivas. Los autores atribuyen este efecto a la mayor competencia entre la minería y la agricultura por el uso de los recursos productivos en dicha zona.

En segundo término, un estudio desarrollado por el Instituto Peruano de Economía (IPE) en 2012, muestra que la minería tiene diversos impactos directos e indirectos en la economía. Empleando la Tabla Insumo Producto del INEI para el año 2007, los autores establecen un conjunto de interacciones entre la minería con los demás sectores de la economía, incluyendo la agricultura: interacciones en términos de demanda de bienes, servicios y factores por parte de la minería y los pagos que se realizan por ellos. Los principales efectos de la minería se generan en el empleo tanto directo como indirecto, los autores estiman que por cada US\$ 1000 millones de exportaciones generadas por la minería en el Perú se generarían 78156 puestos de trabajo, de los cuales el 90% se generarían en otros sectores de la economía.

En tercer término, Loayza et al., (2013) estudian los potenciales efectos de la actividad minera en variables relacionadas con el bienestar económico y social a nivel distrital en el Perú. Los autores emplean información censal a nivel distrital entre los años 1993 y 2007 y un conjunto de modelos econométricos para capturar relaciones causales (mínimos cuadrados ordinarios, Propensity Score Matching y Variables Instrumentales). Así mismo, buscan aproximar los *spillover effects* de las actividades mineras en el bienestar local, empleando una aproximación administrativa entre distritos; así como, una aproximación espacial (distritos vecinos geográficamente). Es estudio brinda evidencia que la minería habría incrementado los niveles de vida de la población en distritos donde se realizan las operaciones mineras; en particular, la minería habría incrementado el ingreso, el consumo y reducido la incidencia de la pobreza. No obstante, tales efectos positivos decrecen a medida que un distrito se encuentra más alejado de las minas. Esta inequidad de impactos positivos entre distritos relativamente próximos, de acuerdo con los autores, podría explicar la elevada conflictividad social que sufren los territorios con explotación minera en el Perú.

En cuarto término, Escobal y Ticci (2013) analizan si el incremento de las actividades mineras entre 1993 y 2007 ha incrementado diversos indicadores de desarrollo a nivel distrital en la sierra peruana, ámbito donde se concentra la mayoría de operaciones mineras. Los autores emplean información censal a nivel distrital entre los años 1993 y 2007 y una metodología de evaluación de impacto que combina el estimador *Differences in Differences* (DD) con el estimador de *Propensity Score Matching* (PSM) para mejorar la comparabilidad a nivel distrital. Los autores obtienen evidencia que a pesar que las actividades mineras se han incrementado sostenidamente y se han generado grandes recursos económicos y fiscales a nivel distrital no se evidencian mejoras significativas en el desarrollo de los distritos mineros. No obstante, los autores encuentran impactos positivos en la migración y cambios en el empleo. Los autores no obtienen evidencia significativa sobre los efectos de las actividades mineras en otras actividades económicas, como la agricultura.

Finalmente, Orihuela et al., (2014) buscan abordar la pregunta ¿Existe una “maldición de los recursos” a nivel local? Para ello, los autores emplearon información agropecuaria a nivel distrital proveniente del Censo Agropecuario - CENAGRO entre los años 1994 y 2012; así como, diversas definiciones de distritos mineros (distritos actualmente mineros, distritos con minería futura, distritos con minería antigua, entre otras) y una metodología empírica basada en el estimador *Differences in Differences*. Los autores encuentran que la minería no genera mejoras en indicadores agropecuarios; sino por el contrario, los autores sugieren que la minería impacta en la mayor percepción de contaminación y la mayor percepción de falta de agua para propósitos productivos.

En la literatura empírica para el caso peruano existirían algunas brechas en el conocimiento, puesto que no se ha abordado de manera directa la relación entre actividades mineras y actividades agropecuarias, esta relación ha sido abordada de manera marginal, o al menos complementaria a excepción del estudio de Orihuela et al., (2014). Los resultados empíricos en la literatura son ambiguos y no significativos estadísticamente. En la mayoría de estudios revisados no se han explorado, de manera empírica, potenciales canales de transmisión de los efectos de la minería. Por lo cual, esta investigación buscará incrementar la evidencia empírica en tal dirección.

3. Metodología

En la presente sección metodológica se describe la estrategia de evaluación de impacto quasi-experimental que busca capturar relaciones causales entre la minería y la agricultura. En primer término, se describe la estrategia de identificación que permita identificar una fuente de variación exógena para establecer relaciones causales incorporando un análisis espacial. En segundo término, se describen las principales fuentes de datos empleadas para concretar empíricamente la estrategia de identificación planteada. Finalmente, se describen los estimadores econométricos empleados en la estrategia empírica.

La estrategia de identificación compara variables agropecuarias en áreas de influencia minera respecto de otras áreas comparables en las cuales no se desarrollan tales actividades extractivas, antes y después del boom minero. Considerando información sobre la localización espacial de distritos mineros fue posible identificar áreas territoriales contiguas a los distritos mineros, donde las actividades mineras podrían tener efectos indirectos (*spillover effects*). Para identificar distritos donde se realizan operaciones mineras (“distritos productores”), se ha empleado información disponible sobre la producción de minerales del Ministerio de Energía y Minas (MINEM). La localización espacial se basa en datos espaciales a nivel distrital, provincial y departamental del Instituto de Estadística e Informática.

La estrategia empírica se basa en la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) entre los años 2001 y 2010, datos compilados en una estructura de datos tipo “*pooled cross-sectional*” (Khandker et al., 2010). Asimismo, abarca un conjunto de estimadores econométricos con base en el estimador de *Differences in Differences* (DD). El estimador base, permite comparar únicamente hogares rurales en distritos productores y hogares rurales en otros distritos. El segundo estimador incorpora variables binarias para capturar la proximidad entre distritos. El tercer estimador, busca estimar si la minería ha tenido efectos similares a lo largo de la distribución de la producción agropecuaria de los hogares rurales empleando el estimador Quantile Treatment Effects (QTE). El cuarto estimador modifica el DD base, para incorporar el análisis del impacto de la minería por sexo de los(las) jefes(as) de hogar rural. Finalmente, se ha reformulado el estimador DD, para identificar algunos canales de transmisión de los efectos de la minería en la agricultura para el caso peruano a través del uso de tierra y la oferta laboral agropecuaria.

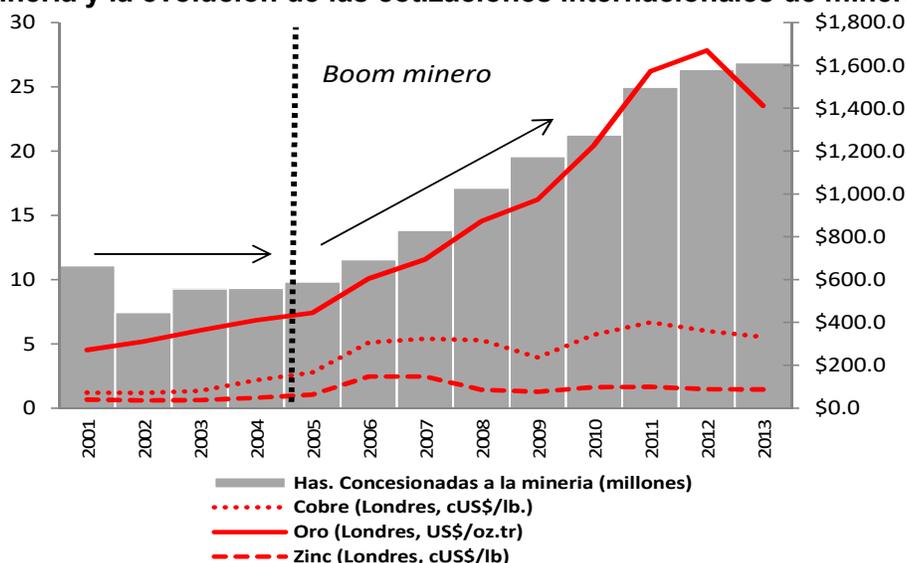
3.1 Estrategia de identificación

Fuente de exogeneidad

Se buscó identificar una fuente de exogeneidad válida en las condiciones económicas de las áreas de influencia de las actividades mineras a nivel distrital, que permitió establecer una relación causal entre la minería y la producción agropecuaria de los hogares rurales en el Perú. El denominado *boom minero* en el Perú ha implicado una notable expansión de las actividades mineras, se asume que dicho boom habría sido más evidente a partir de 2005 (Escobal y Ticci, 2013; Loayza et al., 2013 y Maldonado, 2011). Dicho boom habría sido generado por la interacción entre el incremento de los precios internacionales de los minerales y la promoción de las inversiones mineras a nivel territorial, esta interacción habría motivado el incremento de las concesiones para la exploración y operación de actividades extractivas. Tales elementos motivaron el interés de los inversionistas nacionales e internacionales en desarrollar y/o ampliar las actividades mineras en el Perú.

En el Gráfico 6, se observa que a partir de 2005 existe una relación directa entre la superficie territorial concesionada para la operación de actividades minero-extractivas y la evolución de las cotizaciones internacionales de minerales. En dicho gráfico, se evidencian dos periodos claramente marcados de evolución de ambas variables. Por un lado, un primer periodo entre 2001 y 2004, donde tanto las cotizaciones internacionales de los principales metales que produce el Perú (cobre, oro y zinc) y la superficie concesionada para actividades mineras (en millones de hectáreas), se mantuvieron relativamente estables, en dicho periodo (pre-boom) la superficie concesionada se redujo en promedio en 5.3%. Por otro lado, un segundo periodo denominado *boom minero*, a partir de 2005 muestra que las cotizaciones internacionales se incrementaron considerablemente, en dicho periodo la superficie territorial concesionada a la minería se incrementó en promedio en 13%.

Gráfico 6: Relación entre el número de superficie territorial concesionada a la minería y la evolución de las cotizaciones internacionales de minerales.



Fuente: Estadísticas, Ministerio de Energía y Minas. Estadísticas, Banco Central de Reserva del Perú
Elaboración: Propia.

La dispersión espacial de las operaciones mineras a lo largo del territorio peruano podría ser una fuente de variabilidad exógena para los fines del presente estudio. Se asume que la ubicación geográfica de las operaciones mineras es generada por factores geológicos, los cuales se asumen exógenos a las actividades humanas que se desarrollan en tales territorios (Loayza et al., 2013). La ubicación de distritos mineros se muestra en el Anexo 3, la mayoría de distritos con explotación minera (denominados como distritos productores), se localizan en la sierra peruana; no obstante, existen distritos productores en la selva peruana, principalmente, en Madre de Dios¹⁰. A finales de 2012, se identificaron 113 distritos productores, los cuales se distribuyen en 16 regiones a nivel nacional: Ancash (16 distritos), Arequipa (15 distritos), Ayacucho (5 distritos), Cajamarca (7 distritos), Cusco (2 distritos), Huancavelica (7 distritos), Huánuco (2 distritos), Ica (5 distritos), Junín (6 distritos), La Libertad (12 distritos), Madre de Dios (6 distritos), Moquegua (4 distritos), Pasco (7 distritos), Puno (7 distritos) y Tacna (1 distrito)¹¹.

Considerando que la información sobre la localización espacial de distritos mineros es precisa. Es posible identificar otras áreas territoriales contiguas a los distritos mineros, donde las actividades mineras podrían tener efectos causales de interés. Al incorporar al análisis aquellas áreas próximas a los distritos productores, se podrá recuperar un efecto más general de la

¹⁰ Relacionados, mayormente, con la minería informal e ilegal de oro.

¹¹ El listado no incluye a la Región Lima, la cual cuenta con 11 distritos productores.

minería en las actividades agropecuarias; asimismo, se podrá estimar empíricamente la magnitud de los *spillover effects* (Angelucci and Di Maro, 2010). En términos empíricos, la comparación entre áreas mineras, áreas contiguas a la explotación minera y otros distritos similares donde no se realizan actividades mineras, puede reducir el sesgo generado por variables omitidas relacionadas con la posible endogeneidad de la localización espacial de las operaciones mineras. De acuerdo con Loayza et al., (2013), es posible determinar dos aproximaciones espaciales de las áreas mineras y de las áreas contiguas a ellas, una administrativa y otra geográfica.

Análisis espacial: aproximación administrativa

La aproximación administrativa, implica la identificación de distritos contiguos a los distritos productores, a través de aspectos político-administrativos. La división político-administrativa en el Perú, implica tres niveles administrativos: regiones o departamentos, provincias y distritos. Existen distritos ubicados en provincias donde existen operaciones minero extractivas, los cuales son denominados como “*distritos en provincias productoras*”. Tales distritos estarían siendo afectados por las actividades mineras, principalmente, a través de dos vías: (i) La proximidad geográfica con los distritos productores; (ii) Los ingresos fiscales generados por las actividades extractivas, en particular por el canon minero, el cual es transferido mayoritariamente entre los *distritos productores* y los distritos localizados dentro de la provincia donde se localicen administrativamente los distritos productores¹².

En el Gráfico A4.1 del Anexo 4, se muestra en el Panel (a) la distribución espacial de los “*distritos productores*”, “*distritos en provincias productoras*” y otros distritos de control, para mejorar la comparabilidad entre los tres tipos de distritos de comparación, se ha optado por considerar únicamente distritos en regiones donde se realicen actividades mineras¹³. En tales regiones se han identificado 92 distritos productores, 468 distritos en provincias productoras y un total de 698 distritos donde no se realizan actividades mineras, pero que se ubican en otras

¹² Los recursos de Canon Minero son redistribuidos entre los gobiernos regionales y locales de acuerdo a índices fijados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) con base a criterios poblacionales (población por ámbito territorial) y Necesidades Básicas Insatisfechas; en general, los criterios de re-distribución establecen el siguiente esquema: 10% del total del Canon Minero para los gobiernos locales de la municipalidad o municipalidades distritales donde se explota el recurso minero (“*distrito productor*”). 25% del total del Canon Minero para los gobiernos locales de las municipalidades distritales de la provincia donde se explota el recurso minero (“*provincia productora*”). 40% del total del Canon Minero para los gobiernos locales del departamento o departamentos de las regiones donde se explota el recurso minero (incluyendo el “*distrito productor*”). 25% del total del Canon Minero para los gobiernos regionales donde se explota el recurso minero. De este último porcentaje, los Gobiernos Regionales transfieren el 20% a las Universidades Nacionales dentro de su jurisdicción.

¹³ Las regiones consideradas como tales son: Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, La Libertad, Moquegua, Pasco, Puno y Tacna.

provincias de las regiones consideradas¹⁴. En el Panel (b), se muestra la localización espacial de tipos de los tipos de distritos descritos anteriormente, con el objetivo de analizar su proximidad geográfica con base en los centroides geográficos de cada distrito.

Análisis espacial: aproximación geográfica

La aproximación geográfica implica un afinamiento del análisis espacial (Loayza et al., 2013), bajo esta aproximación, se han identificado aquellos distritos contiguos directamente a los distritos productores (distritos vecinos geográficamente). Para identificar la proximidad geográfica se han estimado los centroides geográficos y se ha calculado la distancia entre los centroides de los distritos (Fenty, 2004). El nivel proximidad ha sido calculado como la distancia entre los centroides de los distritos productores y los centroides de los demás distritos, empleando la siguiente ecuación:

$$d_{ij}^{(r)} = \sqrt[r]{\sum_{h=1}^q |x_{i,k} - x_{j,k}|^r} \quad (1)$$

La expresión anterior se denomina en la literatura “Distancia de Minkowski” (Coxom, 1982). Donde $d_{ij}^{(r)}$ es la distancia entre dos puntos en el plano. En particular, se ha considerado: $r = 2$, la cual estima la distancia euclidiana entre dos puntos (i,j). Con base en lo anterior, se estimaron hasta tres niveles de proximidad geográfica: primer nivel de proximidad (vecinos directos, distritos que comparten límites), segundo nivel (vecinos indirectos, distritos que no comparten límites pero son próximos) y tercer nivel (no vecinos, distritos no próximos espacialmente). Bajo esta identificación espacial, los distritos de comparación o distritos de control, son todos aquellos distritos del tercer nivel de proximidad.

En el Gráfico A4.2 del Anexo 4, se muestra en el Panel (a) la distribución espacial de los “distritos productores” y “distritos vecinos” en función a su distancia de Minkowski (Coxom, 1982). De similar modo, para mejorar la comparabilidad entre los distritos de comparación, se ha optado por considerar únicamente distritos en regiones donde se realicen actividades mineras. Se han identificado 92 distritos productores; 176 distritos vecinos directos (proximidad de primer nivel distritos que comparten límites con los distritos productores); 351 distritos vecinos indirectos (proximidad de segundo nivel, distritos que no comparten límites) y 422 distritos no vecinos (tercer nivel de proximidad, distritos no próximos).

¹⁴ Adicionalmente, se ha optado por excluir a los distritos de la Provincia de La Convención en la Región Cusco.

3.2 Datos y variables

Fuentes de datos

Se han identificado los distritos donde se realizaron operaciones mineras entre 2001 y 2012 (“distritos productores”), empleado para ello información disponible sobre la producción de minerales a nivel distrital del Ministerio de Energía y Minas (MINEM). La localización espacial de los distritos se basa en datos espaciales a nivel distrital, provincial y departamental del Instituto de Estadística e Informática (INEI). Para mejorar la comparabilidad entre distritos productores y distritos no mineros se emplearon características observables de tales distritos, se compararon solamente aquellos distritos con características similares previas al *boom minero*. Para dicho emparejamiento, se emplearon datos provenientes del Censo de Población y Vivienda 1993 (INEI) y del Censo Nacional Agropecuario 1994 (INEI).

Los datos agropecuarios, uso de la tierra y de oferta laboral a nivel de hogar provienen de la Encuesta nacional de hogares (ENAHO) entre 2001 y 2010, los datos fueron compilados en una estructura de datos tipo “*pooled cross-sectional*” (Khandker et al., 2010). Tal estructura de datos permitió comparar hogares rurales localizados en distritos expuestos a la minería (hogares en “distritos productores”) respecto de hogares rurales menos expuestos o no expuestos (hogares en “distritos en provincias productoras”, “distritos vecinos directos”, “distritos vecinos indirectos” y “distritos no mineros”), antes y después del boom minero.

En particular, se plantea utilizar los datos de ENAHO metodología anterior y factores de expansión poblacional correspondientes al Censo 2007 del INEI. Para mejorar la comparabilidad intertemporal de las variables nominales, éstas serán expresadas en términos reales empleando para ello los deflatores espaciales establecidos por el INEI para la encuesta ENAHO (año base 2001); de similar modo, para mejorar la comparabilidad espacial se utilizaron también deflatores espaciales establecidos por el INEI para la encuesta ENAHO.

Variables de interés

Las variables dependientes de interés para la evaluación de impacto, se han subdividido en los siguientes grupos:

Impacto de la minería en la producción agropecuaria:

- Producción total agrícola per cápita (kilogramos per cápita).

- Valor de la producción agrícola per cápita (a precios constantes de 2001, deflactados espacialmente).
- Acumulación de animales per cápita (número de animales per cápita).

Impacto distributivo de la minería en la producción agropecuaria:

- Percentiles de la producción total agrícola per cápita (kilogramos per cápita).
- Percentiles de la acumulación de animales per cápita.

Impacto heterogéneo de la minería en la producción agropecuaria por gsexo:

- Producción total agrícola per cápita (kilogramos per cápita) por sexo (varón/mujer) del jefe de hogar.
- Valor de la producción agrícola per cápita (a precios constantes de 2001, deflactados espacialmente) por sexo (varón/mujer) del jefe de hogar.
- Acumulación de animales per cápita (número de animales per cápita) por sexo (varón/mujer) del jefe de hogar.

Canal de transmisión I: Impacto de la minería en el uso de la tierra para fines agropecuarios¹⁵:

- Hectáreas de tierra usada con fines agropecuarios per cápita.

Canal de transmisión II: Impacto de la minería en la oferta laboral agropecuaria:

- Total de horas trabajadas por semana en actividades agrícolas por el jefe de hogar.

3.3 Estrategia empírica

La estrategia empírica abarca un conjunto de estimadores econométricos con base en el estimador de *Differences in Differences* (DD). El supuesto clave del estimador DD implica que, los factores inobservables que determinan la exposición al tratamiento son constantes o invariantes en el tiempo, lo cual podría eliminar cualquier componente sistemático y común entre los grupos de comparación; y de similar modo eliminar cualquier componente no observable de cada grupo.

Un problema potencial proviene de la estructura de los datos correspondiente a ENAHO entre 2001-2010, la cual no tiene una estructura de tipo panel. No obstante, de acuerdo con Ravallion (2008), para la estimación del impacto por *Differences in Differences* no es necesaria una

¹⁵ Desafortunadamente en ENAHO no están disponibles variables que permitan estimar la productividad rural.

estructura tipo panel, siempre que las características estructurales no afectadas por el tratamiento de los sujetos de estudio sean similares en los periodos de estudio. Ante ello, se utilizó una estructura de tipo *repeated cross-sectional* a nivel de hogares y tipo panel a nivel distrital, siendo necesario validar que la composición de los grupos de tratamiento y de control sean estables en el tiempo, en términos de sus características estructurales (Khandker et al., 2010).

Es posible que existan diferencias entre los distritos expuestos a la minería y los no expuestos a ella. Para dar cuenta de tales diferencias y reducir el posible sesgo de selección a nivel distrital, se buscará emparejar las diferencias previas al *boom minero* a nivel distrital. El emparejamiento a nivel distrital será llevado a cabo empleando características previas al boom minero; luego del mismo, en la muestra de distritos emparejados se procederá a aplicar el estimador DD. El emparejamiento será llevado a cabo a través de la metodología Propensity Score Matching (Rosenbaum y Rubin, 1983) con base en información del Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO 1994) y del Censo de Población y Vivienda (CPV 1993). En particular, se emplearán las siguientes variables para identificar distritos emparejados estadísticamente (Escobal y Ticci, 2013; Loayza et al., 2013)¹⁶:

- Localización del distrito en las grandes cuencas hidrográficas del Perú: Amazonas, Pacífico y Titicaca.
- Altitud promedio de la capital distrital (metros sobre el nivel del mar).
- Superficie agropecuaria total en 1994 (kilómetros cuadrados).
- Proporción (%) de la superficie agropecuaria bajo riego respecto de la superficie agropecuaria total.
- Proporción (%) de la población rural respecto de la población total en 1993.
- Densidad poblacional en 1993 (número de habitantes por kilómetro cuadrado).
- Proporción (%) de la población sin energía eléctrica en 1993.
- Proporción (%) de la población sin servicios higiénicos en 1993.
- Proporción (%) de la población analfabeta respecto de la población total en 1993.
- Dummy que equivale a 1 si el distrito es capital provincial; 0 de otro modo.
- Dummies regionales.

¹⁶ La variable dependiente es una dummy, que equivale a 1 si el distrito minero (distrito productor), 0 de otro modo.

Estimador base

Para la implementación del estimador DD base, la estrategia de identificación implicó definir dos tipos de hogares rurales en función a los distritos donde éstos residen, definidos en función a su grado de exposición a las actividades mineras: (i) Hogares rurales en distritos mineros o “distritos productores” y (ii) Hogares rurales en distritos no mineros (distritos de control). Asumiendo una especificación lineal de probabilidad, la regresión para estimar el impacto de la minería en las variables de interés puede ser planteada como:

$$y_{i,j,t} = \mu_j + \delta_{DD}(D_{i,j} * T_t) + \gamma_1 D_{i,j} + \gamma_2 T_t + X'_{i,j,t} \theta + Time'_t \varphi + \varepsilon_{i,j,t} \quad (2)$$

Donde $y_{i,j,t}$ es el vector de variables de interés. μ_j , son efectos fijos a nivel distrital, los cuales dan cuenta de características que se asumen invariantes en el tiempo. $D_{i,j}$, es una variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito productor de minerales (metálicos) de acuerdo a lo establecido por el MINEM. T_t es una variable dummy que toma el valor de 1 para los años 2005-2010 (“después del boom minero”) y 0 para los años 2001-2004 (“antes del boom minero”). El vector $X_{i,j,t}$ incorpora diversas variables socioeconómicas de control¹⁷. $Time_t$ es un vector de dummies que busca capturar la temporalidad de la base de datos entre 2001 y 2010. Finalmente, $\varepsilon_{i,j,t}$ es el término de error. En la ecuación anterior, el parámetro δ_{DD} recupera los efectos causales de la minería en las variables de interés para hogares localizados en “*distritos productores*”. Dicho parámetro (δ_{DD}) no sólo captura la diferencia promedio entre hogares más expuestos a la minera y hogares menos expuestos; sino también, captura la diferencia de tales variables antes y después del *boom minero*.

El desarrollo de la actividad minera en un contexto territorial específico, puede afectar directamente a la población que reside en dicho territorio (“*distrito productor*”), sobre esta población se pueden estimar los efectos directos de la minería en el tiempo. Considerando la relevancia económica, social y ambiental de la minería es posible que sus efectos puedan afectar indirectamente a otra población en cuyo territorio no se realizan actividades mineras

¹⁷ Se han considerado las siguientes características: edad en años del jefe de hogar; sexo del jefe de hogar (dummy igual 1 si es varón); estado civil del jefe de hogar (dummy igual a 1 si es casado); dummies por cada nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, superior universitaria incompleta y superior universitaria completa); migración (dummy igual a 1 si el jefe de hogar nació en otro distrito); dummies sobre posesión de activos por parte del hogar; tamaño de la tierra; número de miembros del hogar; número de perceptores de ingresos en el hogar; remesas y transferencias (dummy igual a 1 si el hogar recibe remesas y/o transferencias públicas o privadas, incluyendo al Programa Juntos).

directamente, pero que si se encuentran expuestas a tales actividades, tales como distritos contiguos.

La minería podría tener tanto efectos directos como efectos indirectos. En particular, los efectos indirectos son usualmente denominados en la literatura de evaluación de impacto como los “*spillover effects*” (Angelucci y Di Maro, 2010). Para el presente estudio, estimar los *spillover effects* resulta relevante puesto que el impacto total de la minería en la agricultura sería la suma de los efectos directos más los efectos indirectos (Angelucci y Di Maro, 2010). Como se describió en la estrategia de identificación se emplearon dos aproximaciones espaciales alternativas para estimar de mejor manera los efectos indirectos de la minería, una aproximación administrativa y otra geográfica.

Estimador espacial con aproximación administrativa

Para la implementación del estimador DD considerando una aproximación espacial administrativa, la estrategia de identificación implicó definir tres tipos diferentes de hogares rurales en función a los distritos donde éstos residen, definidos en función a su grado de exposición a las actividades mineras (Maldonado, 2011; Loayza et al., 2013): (i) Hogares rurales en “*distritos productores*”; (ii) Hogares en “*distritos en provincias productoras*” y (iii) Hogares rurales en distritos de control. Lo cual implica diferentes niveles de exposición a la minería.

Se ha buscado explorar efectos directos de la minería en “*distritos productores*” y efectos indirectos en “*distritos ubicados en provincias productoras*”, el impacto estimado sobre éstos últimos podría ser considerado como los *spillover effects*. Asumiendo una especificación lineal de probabilidad, la regresión para estimar el impacto de la minería en las variables de interés puede ser planteada como:

$$y_{i,j,t} = \mu_j + \delta_{1,DD}(D_{i,j} * T_t) + \delta_{2,DD}(D_{prov_{i,j}} * T_t) + \delta_{3,DD}(D_{i,j} * D_{prov_{i,j}}) + \gamma_1 D_{i,j} + \gamma_2 D_{prov_{i,j}} + \gamma_3 pT_t + X'_{i,j,t} \theta + Time'_t \varphi + \varepsilon_{i,j,t} \quad (3)$$

Donde $y_{i,j,t}$ es el vector de variables de interés. μ_j son efectos fijos a nivel distrital, los cuales dan cuenta de características que se asumen invariantes en el tiempo. $D_{i,j}$ es una variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito productor de minerales de

acuerdo a lo establecido por el MINEM, 0 de otro modo. La variable $D_{prov_{i,j}}$ es un variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a una provincia con distrito productor, 0 de otro modo. T_t es una variable dummy que toma el valor de 1 para los años 2005-2010 (“después”) y 0 para los años 2001-2004 (“antes”). $X_{i,j,t}$ es un vector de características socioeconómicas de los hogares; adicionalmente. $Time'_t\varphi$ es un vector de dummies temporales. Finalmente, $\varepsilon_{i,j,t}$ es el término de error. Como se mencionó anteriormente, para reducir el posible sesgo de selección se buscará emparejar las diferencias a nivel distrital a través de la estimación de los Propensity Scores Matching y luego aplicar el estimador DD planteado en (3).

En la ecuación anterior, el parámetro $\delta_{1,DD}$ recupera los efectos causales directos de la minería en las variables de interés para hogares localizados en “*distritos productores*”. Por su parte, el parámetro $\delta_{2,DD}$ recuperaría los efectos causales indirectos de la minería para hogares localizados en distritos donde las actividades mineras no se realizan directamente, pero que pertenecen a la misma provincia (“*spillover effects*”). Se asume que los hogares en “*distritos en provincias productoras*” interactúan permanentemente con hogares localizados en “*distritos productores*”, a través de las dinámicas de mercado locales e inclusive dinámicas sociales y culturales. En este estudio se ha planteado la hipótesis que la minería podría generar cambios en el uso de la tierra y la oferta laboral agropecuaria, lo cual podría afectar las decisiones de producción agropecuaria no sólo en la población del distrito productor, sino también de la población de toda la provincia (efecto externalidad).

Estimador espacial con aproximación geográfica.

La segunda aproximación espacial implica una aproximación geográfica, de acuerdo con lo desarrollado por Loayza et al., (2013). Para la implementación del estimador DD considerando una aproximación espacial geográfica, la estrategia de identificación implica definir tres tipos diferentes de hogares rurales en función a los distritos donde éstos residen, definidos en función a su grado de exposición a las actividades mineras: (i) Hogares rurales en “*distritos productores*”; (ii) Hogares rurales en “*distritos vecinos o contiguos geográficamente a los distritos productores*” y (iii) Hogares rurales en distritos de control.

Para ello, se ha buscado explorar efectos directos de la minería en “*distritos productores*” y efectos indirectos o *spillover effects* en distritos vecinos, considerando diferentes niveles de

proximidad geográfica (ver Gráfico A4.2 del Anexo 4). Asumiendo una especificación lineal de probabilidad, la regresión para estimar el impacto de la minería en las variables de interés puede ser planteada como:

$$y_{i,j,t} = \mu_j + \delta_{1,DD}(D_{i,j} * T_t) + \delta_{2,DD}(D_{-1,i,j} * T_t) + \delta_{3,DD}(D_{-2,i,j} * T_t) + \delta_{4,DD}(D_{i,j} * D_{-1,i,j}) + \delta_{5,DD}(D_{i,j} * D_{-2,i,j}) + \delta_{6,DD}(D_{-1,i,j} * D_{-2,i,j}) + \gamma_1 D_{i,j} + \gamma_2 D_{-1,i,j} + \gamma_3 D_{-2,i,j} + \gamma_3 p T_t + X'_{i,j,t} \theta + Time'_t \varphi + \varepsilon_{i,j,t} \quad (4)$$

Donde $y_{i,j,t}$ es el vector de variables de interés. μ_j son efectos fijos a nivel distrital. $D_{i,j}$ es una variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito productor de minerales de acuerdo a lo establecido por el MINEM, 0 de otro modo. $D_{-1,i,j}$ es un variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito vecino directo (proximidad de primer nivel distritos que comparten límites con los distritos productores), 0 de otro modo. $D_{-2,i,j}$ es un variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito vecino indirecto (proximidad de segundo nivel, distritos que no comparten límites), 0 de otro modo. T_t es una variable dummy que toma el valor de 1 para los años 2005-2010 (“después”) y 0 para los años 2001-2004 (“antes”). El vector $X_{i,j,t}$ incorpora diversas variables socioeconómicas. $Time'_t \varphi$ es un vector de dummies temporales. Finalmente, $\varepsilon_{i,j,t}$ es el término de error.

En la ecuación (4), el parámetro $\delta_{1,DD}$ recupera los efectos causales directos de la minería. Mientras que los parámetros $\delta_{2,DD}$ y $\delta_{3,DD}$, recuperarían los efectos causales indirectos (“*spillover effects*”), en función al grado de proximidad geográfica de un distrito de la muestras respecto de un distrito productor; es decir el efecto de la minería en hogares rurales en distritos vecino con limites compartidos y en distritos vecinos que no comparte límites, respectivamente.

Estimador de efectos distributivos.

Generalmente, en la literatura sobre evaluación de impacto, el análisis econométrico se ha enfocado en estimar el impacto promedio del tratamiento sobre las variables de interés; es decir, se estima el impacto del tratamiento sobre la media de la distribución de una variable de interés. Sin embargo, el impacto de un tratamiento puede ser diferente a lo largo de la distribución de una variable (Koenker and Hallock, 2001); por lo cual, resulta de interés estimar si la exposición a la minería ha tenido efectos similares a lo largo de la distribución de la

producción agropecuaria de los hogares rurales. En otros términos, analizar empíricamente si la magnitud del impacto de la minería (positivo o negativo) ha sido mayor o menor en pequeños productores o de menor escala, respecto de productores más grandes o de mayor escala.

Para tal propósito, una herramienta econométrica disponible en la literatura empírica de la evaluación de impacto, la constituye la estimación de los percentiles o Quantile Treatment Effects (QTE). Esta metodología fue planteada en la literatura por Koenker and Bassett (1978), Koenker and Hallock (2001) y Frölich y Mely (2010). Para la estimación de los QTE se utiliza un modelo estándar de regresión lineal en el marco del estimador de Differences in Differences, para ello la ecuación (2) es reformulada en los siguientes términos:

$$y_{i,j,t}^{\tau} = \mu_j + (D_{i,j} * T_t) \delta_{DD}^{\tau} + \gamma_1^{\tau} D_{i,j} + \gamma_2^{\tau} T_t + X'_{i,j,t} \theta^{\tau} + T_t' \varphi^{\tau} + \varepsilon_{i,j,t} \quad (5)$$

En la ecuación anterior $y_{i,j,t}^{\tau}$ es la producción agropecuaria per cápita del τ –ésimo percentil. Las definiciones de las demás variables son similares a las descritas en las ecuaciones anteriores para cada uno de los τ percentiles. En la ecuación (5), el vector de parámetros δ_{DD}^{τ} capturaría el efecto directo de la minería en cada uno de los percentiles de la distribución de la producción agropecuaria para hogares rurales localizados en “*distritos productores*”.

Estimador de efectos heterogéneos por sexo de los(as) jefes(as) de hogar

Para ello, se analizaron los efectos heterogéneos de la minería por sexo de los jefes(as) de los hogares rurales en el Perú, donde la ecuación (2) fue reformulada en los siguientes términos:

$$y_{i,j,t} = \mu_j + \delta_{DD,género}(D_{i,j} * T_t * gender_{i,j,t}) + \delta_1(D_{i,j} * T_t) + \delta_2(D_{i,j} * gender_{i,j,t}) + \delta_3(T_t * gender_{i,j,t}) + \gamma_1 D_{i,j} + \gamma_2 T_t + \gamma_2 gender_{i,j,t} + X'_{i,j,t} \theta + Time_t' \varphi + \varepsilon_{i,j,t} \quad (6)$$

En la ecuación anterior, la variable $gender_{i,j,t}$ es una variable dicotómica que es igual a 1 si la jefa de hogar es mujer y 0 de otro modo. Las definiciones de las demás variables son similares a las descritas en las ecuaciones anteriores. El parámetro $\delta_{DD,género}$, recupera los efectos causales de la minería en las variables de interés para hogares localizados en distritos “*distritos productores*” por sexo de los(las) jefes(as) de los hogares rurales antes y después del boom minero.

Estimador de identificación de canales de transmisión.

Para la identificación de los canales de transmisión de los potenciales efectos de la minería en la agricultura para el caso peruano, se considera de interés emplear el estimador DD considerando una aproximación espacial geográfica (Loayza et al., 2013). Asumiendo una especificación lineal de probabilidad, la regresión para estimar el impacto de la minería en las variables de transmisión puede ser planteada como:

$$w_{i,j,t} = \mu_j + \delta_{1,DD}^w(D_{i,j} * T_t) + \delta_{2,DD}^w(D_{-1,i,j} * T_t) + \delta_{3,DD}^w(D_{-2,i,j} * T_t) + \delta_{4,DD}(D_{i,j} * D_{-1,i,j}) + \delta_{5,DD}(D_{i,j} * D_{-2,i,j}) + \delta_{6,DD}(D_{-1,i,j} * D_{-2,i,j}) + \gamma_1 D_{i,j} + \gamma_2 D_{-1,i,j} + \gamma_3 D_{-2,i,j} + \gamma_3 p T_t + X'_{i,j,t} \theta + Time'_t \varphi + \varepsilon_{i,j,t} \quad (7)$$

Donde $w_{i,j,t}$ es el vector de variables de transmisión (uso de la tierra y oferta laboral agropecuaria). $D_{i,j}$ es una variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito productor de minerales de acuerdo a lo establecido por el MINEM. $D_{-1,i,j}$ es una variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito vecino directo (proximidad de primer nivel distritos que comparten límites con los distritos productores). $D_{-2,i,j}$ es una variable dummy que toma el valor de 1 si el hogar pertenece a un distrito vecino indirecto (proximidad de segundo nivel, distritos que no comparten límites). Las definiciones de las demás variables son similares a las descritas en las ecuaciones anteriores.

En la ecuación (7), el parámetro $\delta_{1,DD}^w$ recupera los efectos causales de la minería en las variables de transmisión para hogares localizados en “*distritos productores*”. Mientras que, los parámetros $\delta_{2,DD}^w$ y $\delta_{3,DD}^w$, recuperan los “*spillover effects*” en función al grado de proximidad geográfica respecto de un distrito minero.

En el Cuadro 1, se resumen los modelos econométricos empleados en el presente estudio. El primer estimador, permite comparar los resultados potenciales de las variables de interés entre hogares rurales en distritos productores y hogares rurales en distritos de control. El segundo estimador compara resultados potenciales entre hogares rurales en “*distritos productores*”; hogares en “*distritos en provincias productoras*” y hogares rurales en distritos de control. El tercer estimador compara hogares rurales en “*distritos productores*”; hogares rurales en “*distritos vecinos o contiguos geográficamente a los distritos productores*” y hogares rurales en

distritos de control. El cuarto y quinto estimador compara hogares rurales en distritos “distritos productores” y hogares rurales en distritos no mineros (distritos de control) por percentiles y sexo de los jefes de hogar, respectivamente. El sexto estimador permite identificar algunos canales de transmisión de los efectos de la minería en la agricultura para el caso peruano.

Cuadro 1. Resumen de modelos econométricos

Impacto sobre:	Modelo empírico	Grupos de comparación	Parámetros de interés
Indicadores agropecuarios	Differences in Differences (DD) base: ecuación (2)	Hogares rurales en distritos “distritos productores”; hogares rurales en distritos no mineros (distritos de control).	δ_{DD}
Indicadores agropecuarios	Differences in Differences (DD) más aproximación espacial administrativa; ecuación (3)	Hogares rurales en “ <i>distritos productores</i> ”; Hogares en “ <i>distritos en provincias productoras</i> ” y Hogares rurales en distritos de control.	$\delta_{1,DD}$ $\delta_{2,DD}$
Indicadores agropecuarios	Differences in Differences (DD) más aproximación espacial geográfica; ecuación (4)	Hogares rurales en “ <i>distritos productores</i> ”, Hogares rurales en “ <i>distritos vecinos o contiguos geográficamente a los distritos productores</i> ” y Hogares rurales en distritos de control.	$\delta_{1,DD}$ $\delta_{2,DD}$ $\delta_{3,DD}$
Percentiles de la producción agropecuaria	QTE: ecuación (5)	Hogares rurales en distritos “distritos productores”; Hogares rurales en distritos no mineros (distritos de control).	δ_{DD}^T
Indicadores agropecuarios por sexo	Differences in Differences (DD) base: ecuación (6)	Hogares rurales en distritos “distritos productores” por sexo de los jefes de hogar; hogares rurales en distritos no mineros (distritos de control) por sexo de los jefes de hogar.	$\delta_{DD,género}$
Variables de transmisión: uso de la tierra y oferta laboral agropecuaria	Differences in Differences (DD) más aproximación espacial geográfica; ecuación (7)	Hogares rurales en “ <i>distritos productores</i> ”, hogares rurales en “ <i>distritos vecinos geográficamente</i> ” y Hogares rurales en distritos de control.	$\delta_{1,DD}^w$ $\delta_{2,DD}^w$ $\delta_{3,DD}^w$

Elaboración: Propia.

4. Caracterización de los hogares rurales por tipo de exposición a la minería

En la presente sección se abordan los siguientes aspectos: En primer término, dada la estrategia de identificación y la metodología econométrica planteada, se considera pertinente validar los argumentos que subyacen la estrategia de identificación. En segundo término, se considera de interés analizar las principales características socioeconómicas de los grupos de comparación incluidos en el presente estudio, hogares rurales en función a su grado de exposición a las actividades mineras en el Perú. Finalmente, se realiza un análisis de heterogéneo por sexo con el objetivo principal de evidenciar el conjunto de características socioeconómicas que se asignan de manera diferencial a los hogares rurales en función del sexo de sus jefes (as) de hogar.

En general, se verifica que la estrategia de identificación empleada en el presente estudio es razonable, empleando técnicas de emparejamiento a nivel distrital (Propensity Scores) se consideran distritos productores y no productores con similares características observables previas al boom minero. Sobre esta muestra reducida de distritos observacionalmente similares, se verifica que los hogares rurales tienen características socioeconómicas estructurales similares en el tiempo; asimismo, se verifica que entre los hogares rurales localizados en distritos productores y no productores no existen diferencias estadísticamente significativas en variables relacionadas con la producción agropecuaria en el periodo inicial o previa al boom minero (2001-2004). La verificación de los argumentos subyacentes en la estrategia de identificación, generan razonabilidad para la aplicación del método de evaluación de impacto *Differences in Differences* con datos tipo *repeated cross-sectional*.

La muestra final, incluye un total de 18041 hogares rurales, de los cuales 1755 (10%) residen en distritos productores y 16286 (90%) residen en distritos no productores en el periodo 2001 - 2010. Las principales características productivas de los hogares rurales implican que la cantidad y valor de la producción agrícola es de 345 kilos y S/. 540, respectivamente (promedio anual, per cápita). En promedio la acumulación de animales mayores, menores y aves de corral es en promedio 5, 3 y 2, respectivamente (promedio anual, per cápita). En promedio, los hogares rurales usan una hectárea de tierra para fines productivos (promedio anual, per cápita) y donde el jefe(a) de hogar trabaja en promedio 35 horas a la semana en actividades

agropecuarias. Las principales características de los hogares rurales implican que el logro educativo de los jefes(as) de los hogares rurales se concentra en educación primaria (60%); no obstante, el 17% no cuentan con ningún nivel educativo. La edad promedio de los(las) jefes(as) de hogar es de 50 años; el tamaño familiar es en promedio de 5 miembros y el 85% de los hogares rurales son liderados por varones.

En los datos empleados entre 2001 y 2010 se evidencian algunas tendencias relevantes. En primer término, el crecimiento de la producción agrícola en el periodo de estudio; sin embargo, este crecimiento es menor en hogares más expuestos a la minería. En segundo término, la reducción sostenida en la acumulación de animales mayores, donde dicha caída es mayor en hogares rurales más expuestos a la minería¹⁸. En tercer término, entre 2001 y 2010, las horas trabajadas en actividades agropecuarias se han reducido de 40 a 32 horas promedio por semana, donde también la reducción de la oferta laboral agropecuaria es mayor en hogares rurales más expuestos a la minería. Finalmente, el uso de la tierra para actividades agropecuarias se menor en hogares más expuestos a la minería¹⁹.

El análisis de diferencias por sexo de los jefes de hogar, implica que en la muestra el 15% de hogares rurales son liderados por mujeres y 75% por varones. En general, los resultados agropecuarios son diferentes entre hogares rurales liderados por mujeres respecto de los liderados por varones. Los primeros evidencian menor producción agrícola; sin embargo, muestran una mayor propensión a la acumulación de animales, en estos hogares la actividad pecuaria sería más relevante. Los hogares rurales liderados por mujeres usan menos tierra para propósitos productivos, de similar modo, las mujeres trabajan menos horas por semana en actividades agrícolas, reasignado probablemente su tiempo a actividades relacionadas con el comercio u otras actividades económicas. Las mujeres rurales, evidencian menor logro educativo, más edad promedio y menor tamaño familiar. Finalmente, los hogares liderados por mujeres muestran una probabilidad de pobreza menor respecto de los liderados varones, lo cual podría ser explicado porque en los primeros las transferencias (públicas y privadas) son más recurrentes.

¹⁸ La reducción en la acumulación de animales mayores es relativamente congruente con los resultados del CENAGRO 2012 respecto del efectuado en 1994, donde en particular, la cantidad de ganado ovino se ha reducido entre 2012 y 1994 en 21%; así mismo, el casi nulo incremento en la cantidad de ganado porcino en 18 años (1.7% entre 2012 y 1994).

¹⁹ Lo cual contrasta con información del CENAGRO 2012, donde la superficie agropecuaria se habría incrementado apenas 9.5% en el lapso de 18 años; es decir respecto del CENAGRO 1994.

4.1 Validación de la estrategia de identificación.

En esta subsección validó la estrategia de identificación, con el objetivo de asegurar dos aspectos fundamentales para el análisis econométrico: Primero, que las razones por las cuales, en determinados distritos donde no se llevan a cabo actividades mineras, no afectarán la comparabilidad con distritos donde sí se llevan a cabo tales actividades. Segundo, considerando que la muestra de hogares que será empleada para la estimación del impacto de la minería en la agricultura no es un *panel data* puro, se considera necesario asegurar que los hogares rurales comparados en las etapas previa y posterior al boom minero sean similares observacionalmente.

Para asegurar la comparabilidad entre distritos se estimó la probabilidad que un distrito sea distrito productor (Propensity Scores-PS). De acuerdo con Rosenbaum et al. (1983), para la estimación de los PS, se asume que las variables de interés son independientes de la condición de exposición a la minería, condicionado a un vector de características socioeconómicas previas $((Y_i(1), Y_i(0) \perp T_i) | X_i)$. Para el caso del impacto de la minería sobre variables relacionadas con la agricultura, el supuesto de independencia condicional a nivel distrital implica que las variables de resultado agrícolas no dependerían de las razones subyacentes, no observables, por las cuales existen reservas mineras en un determinado distrito. Bajo este supuesto, la reducción del sesgo de selección es posible siempre y cuando las covarianzas de dichas características observables estén adecuadamente balanceadas entre los grupos de comparación: distritos mineros y distritos no mineros (Escobal y Ticci, 2013).

La estimación de los PS, implica primeramente la identificación del *common support* (o rango común), que es la intersección entre la distribución de la probabilidad de tratamiento del grupo de distritos expuestos a la minería y el grupo de distritos no expuestos (donde el emparejamiento se realiza sólo entre distritos que tengan una probabilidad comparable dentro de un rango común). A través del *common support*, se plantea la construcción de un grupo de control que refleje lo más posible las características observables del grupo de distritos productores de minerales, maximizando la probabilidad de que los distritos del grupo de control tengan similares características.

Sea D_i el indicador de exposición a la minería, donde $D_i = 1$ implica que el distrito es productor de minerales, de acuerdo a lo establecido por el MINEM en 2010, ($D_i = 0$, implica que es un

distrito no productor)²⁰. El grupo de distritos de control puede ser construido a través de los denominados Propensity Scores (Rosenbaum et al. 1983), que estiman la probabilidad que un distrito sea productor de minerales, en función de un vector de características observables (X_i): $P(D_i) = P(D_i|X_i)$ ²¹. A través de la estimación de la ecuación anterior, es posible estimar la probabilidad de tratamiento, con ello determinar las observaciones más comparables entre sí y finalmente definir el grupo de control con características similares al grupo de tratamiento excepto el hecho que no son distritos productores. En general, los resultados sugieren que las variables consideradas como predictores de la probabilidad de tratamiento explican más del 28% de la probabilidad de tratamiento (ver Cuadro A5.1 Anexo 5).

Los resultados de las pruebas de diferencias en medias entre distritos productores y no productores se reportan en el Cuadro A5.2 del Anexo 5. Los cuales sugieren que luego de realizar el emparejamiento entre distritos, los distritos productores ($D=1$) podrían ser considerados observacionalmente similares con los distritos no productores ($D=0$). En particular, se encuentra que 45% de los distritos productores se ubican la Cuenca Hidrográfica del Pacífico (ladera occidental de la cordillera de los andes); mientras que el 40% de los distritos de control se ubican en dicha cuenca hidrográfica (la diferencia en medias no resultó significativa luego del emparejamiento). La diferencia en la altitud entre ambos grupos de distritos no resultó significativa estadísticamente, siendo de 2959 y 2762 metros sobre el nivel del mar, tanto para distritos productores como para distritos no productores, respectivamente.

De similar modo, la diferencia en la magnitud de la superficie agropecuaria entre ambos grupos de distritos no resultó significativa estadísticamente, siendo de 2959 y 2762 kilómetros cuadrados en promedio, para distritos productores como distritos no productores, respectivamente. La diferencia en la densidad poblacional entre ambos grupos de distritos no resultó significativa estadísticamente, siendo de 23 y 77 habitantes por kilómetro cuadrado en

²⁰ Para mejorar la comparabilidad entre distritos se han excluido los distritos de la Región Lima; así como, los distritos de la Provincia de La Convención (Región Cusco). De manera específica, sólo se han incluido distritos en regiones donde se realicen actividades minero-extractivas, con el objetivo de dar cuenta de características institucionales comunes entre distritos (tales como la calidad del gasto público del gobierno regional, entre otras). Por ello, en la estimación de los PS a nivel distrital se han considerado únicamente distritos localizados en la regiones de Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, La Libertad, Moquegua, Pasco, Puno y Tacna. Considerado lo anterior, los distritos considerados fueron 1036, de los cuales 87 son distritos productores.

²¹ En el vector X_i , se han considerado un conjunto de características previas al boom minero a nivel distrital que podrían determinar el grado de exposición a la minería a nivel distrital, entre ellas: ubicación del distrito respecto de las grandes cuencas hidrográficas del Perú (Amazonas y Pacífico); altitud de la capital distrital; superficie agropecuaria (en 1993); proporción de la superficie agropecuaria bajo riego (en 1993); proporción de la población rural respecto de la población total (en 1993); densidad poblacional; proporción de viviendas sin servicios básicos (electricidad y servicios higiénicos); proporción de la población analfabeta y variables geográficas.

promedio, para distritos productores como distritos no productores, respectivamente. La diferencia en la proporción de viviendas con acceso a electricidad entre ambos grupos de distritos resultó significativa estadísticamente (al 10%) a pesar del emparejamiento, siendo de 70% y 77%, para distritos productores como distritos no productores, respectivamente. Lo cual sugiere que para controlar diferencias existentes entre grupos de exposición a la minería, se deben incorporar diversas variables de control.

Empleando la muestra de distritos emparejados, se procedió a ubicar en ENAHO 2001-2010, todos aquellos hogares rurales localizados en dichos distritos en dos periodos de tiempo. El primer periodo, denominado “pre-boom” entre 2001 - 2004 y el segundo periodo, denominado “post-boom” entre 2005 - 2010. La muestra final, incluye un total de 18.041 hogares rurales, de los cuales 1.755 (10%) residen en distritos productores y 16.286 (90%) residen en distritos no productores. Del total de hogares rurales en la muestra, 11.354 (63%), pertenecen al periodo post-boom y 6.687 (37%) al periodo pre-boom.

La segunda parte de la validación de la estrategia de identificación también buscó asegurar que las características estructurales de los hogares son relativamente similares en el tiempo (Khandker, et al., 2010). Con base en pruebas de diferencias en medias, se realizaron las siguientes comparaciones:

- (i) Se compararon hogares rurales en el periodo pre-boom (2001-2004) para verificar que en el periodo inicial no existan diferencias significativas en las variables dependientes de interés. Con base en pruebas de diferencias en medias (ver Cuadro A6.1 del Anexo 6), se evidencia que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de variables de interés entre hogares rurales en distritos productores y hogares rurales en distritos no productores (ver Gráficos A6.1 y A6.2).
- (ii) Luego se compararon algunas características socioeconómicas estructurales entre hogares de un mismo grupo de comparación en el periodo pre-boom respecto del periodo post-boom para verificar que no existieran diferencias estadísticamente significativas en variables que probablemente no podrían ser afectadas por la exposición a la minera en el mediano plazo. Se consideraron las siguientes características estructurales: nivel educativo del jefe(a) de hogar; edad del jefe(a) de

hogar; tamaño familiar y sexo del jefe(a) de hogar. Con base en pruebas de diferencias en medias (ver Cuadro A6.2 del Anexo 6), se verifica que en la mayoría de características socioeconómicas más estructurales no existen diferencias antes y después del boom minero, por grupo de hogar de comparación. En general los resultados evidenciados previamente, sugieren que no existen diferencias significativas sistemáticas en las características estructurales consideradas, lo cual implica que los grupos propuestos serían comparables entre sí y de manera temporal (ver Gráfico A6.3).

4.2 Características de los hogares por grupos de comparación

Características de los hogares por grupos de comparación: aproximación administrativa

En el Cuadro 2, se muestran las medias de las variables dependientes de interés con base en la aproximación administrativa entre el periodo 2001 y 2010. Los hogares rurales en distritos productores, tuvieron una producción promedio de 249 kilogramos per cápita en el período de estudio. El valor promedio de la producción agrícola fue de S/. 333 (expresado en Nuevos Soles, deflactados temporal y espacialmente). La cantidad de animales acumulados fue de 6, 3 y 2 para animales mayores, menores y aves de corral, respectivamente (per cápita, durante los últimos 12 meses). El uso de la tierra fue de 0.81 hectáreas per cápita y la oferta laboral agropecuaria fue de 35 horas de trabajo en promedio por semana.

Los hogares rurales en provincias productoras, tuvieron una producción promedio de 457 kilogramos per cápita en el período de estudio. El valor promedio de la producción agrícola fue de S/. 651 (expresado en Nuevos Soles, deflactados temporal y espacialmente). La cantidad de animales acumulados fue de 5, 4 y 2 para animales mayores, menores y aves de corral, respectivamente (per cápita, durante los últimos 12 meses). El uso de la tierra fue de 1 hectárea y la oferta laboral agropecuaria fue de 37 horas de trabajo por semana.

Por su parte, los hogares rurales de control, tuvieron una producción promedio de 320 kilogramos per cápita en el período de estudio. El valor promedio de la producción agrícola fue de S/. 586 (expresado en Nuevos Soles, deflactados temporal y espacialmente). La cantidad de animales acumulados fue de 4, 3 y 2 para animales mayores, menores y aves de corral, respectivamente (per cápita, durante los últimos 12 meses). El uso de la tierra fue de 1.1 hectáreas y la oferta laboral agropecuaria fue de 34 horas de trabajo por semana.

Cuadro 2: Estadísticas descriptivas por grupos de comparación (2001 - 2010)

	Hogares en Distritos productores	Hogares en Provincias Productoras	Hogares en Distritos de control
Producción total agrícola per cápita (kilogramos per cápita)	249	457	320
Valor de la producción total agrícola per cápita (Nuevos soles, en términos reales)	333	651	586
Cantidad de animales mayores per cápita	6	5	5
Cantidad de animales menores per cápita	3	4	3
Cantidad de aves de corral	2	2	2
<i>Canales de transmisión</i>			
Hectáreas de tierras usadas para propósitos productivos	0.8	1.1	1
Total de horas trabajadas en actividades agropecuarias (Número de horas por semana)	35	37	34

(1) Animales mayores: vacuno, ovino, porcino, caprino, auquénido, equino.

(2) Animales menores: cuyes, conejos

(3) Aves de corral: pollos, gallinas, gallos, pavos, patos.

Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

En el Gráfico 7, se muestran las tendencias de las variables agropecuarias de interés entre los años 2001 y 2010. En el panel (a), la tendencia de la producción agrícola per cápita, sugiere dos patrones relevantes en la evolución de dicha variable entre 2001 y 2010. Por un lado, un crecimiento relevante a partir de 2006, el cual ha sido evidente para los tres tipos de hogares rurales comparables. Por otro lado, se observa que si bien se ha evidenciado un crecimiento en la producción agrícola, este no ha sido homogéneo entre los tres grupos de hogares considerados, a partir de 2005 (etapa del boom minero) la producción agrícola promedio de hogares en distritos mineros se reduce respecto del resto de hogares rurales, manteniendo una tendencia de crecimiento positiva pero en menor escala que en otros ámbitos.

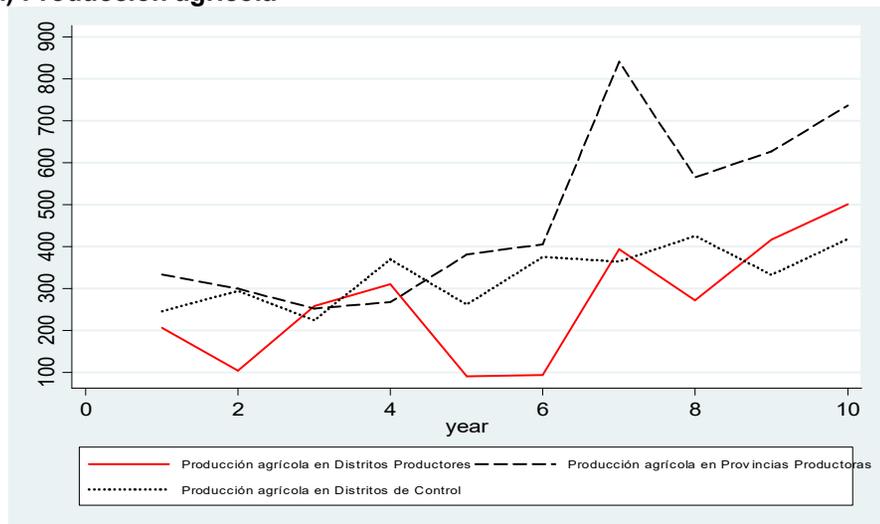
En el panel (b), se presenta la evolución de la acumulación de animales mayores (los cuales incluyen ganado vacuno, ovino, porcino, caprino, auquénido y equino); la tendencia de esta variable muestra dos patrones en el periodo de análisis. Por un lado, un alto nivel de acumulación de animales entre 2001 y 2003, el cual se ha reducido progresivamente a partir de 2004, este patrón es común para todos los hogares rurales en la muestra sin considerar su exposición a la minería. Otro patrón relevante identificado es la dramática reducción en la acumulación de animales mayores por parte de hogares más expuestos a la minería

En el panel (c) y (d), se exploran las posibles causas que explicaría la menor dinámica de la producción agropecuaria en distritos productores de minerales. En el panel (c), se presenta la evolución de la oferta laboral agropecuaria, aproximada a través del número de horas trabajadas en actividades agropecuarias por semana. Se observa por un lado, la reducción sostenida de la oferta laboral agropecuaria en todos los ámbitos rurales estudiados. Las horas trabajadas en el sector agropecuario se reducen de 40 horas por semana en 2001 hasta 32 horas. Por otro lado, se observa que la reducción en la oferta laboral agropecuaria es mayor en distritos productores de minerales, donde en 2010 el total de horas trabajadas en actividades agropecuarias son menores a 30 horas por semana. Esta reducción en la oferta laboral agropecuaria se correlaciona con la reducción en la producción agrícola y la reducción en acumulación de animales mayores, principalmente, en hogares rurales mayormente expuestos a la minería.

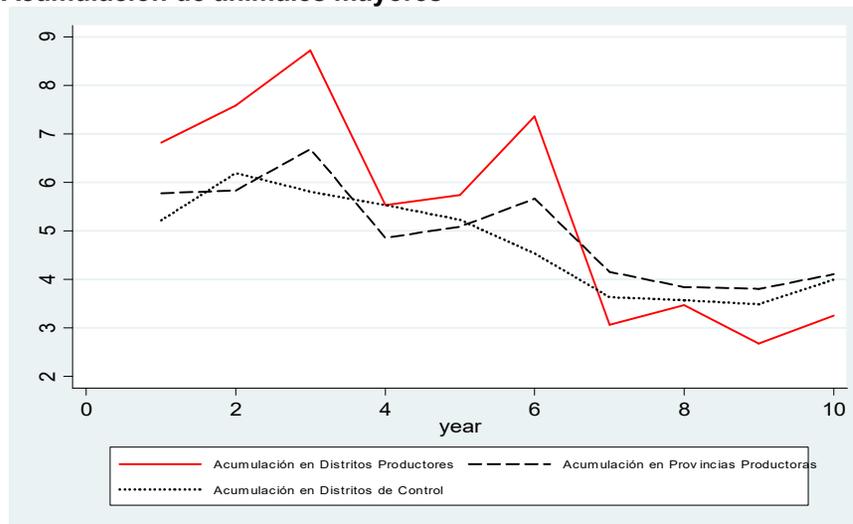
En el panel (d), que en todos los ámbitos rurales estudiados el uso de la tierra se incrementa en el tiempo, lo cual explicaría el incremento de la producción agrícola en general. Sin embargo, también que, a partir de 2005 el uso de la tierra para actividades agropecuarias se reduce para hogares localizados en distritos productores.

**Gráfico 7: Dinámica de variables agropecuarias
(Proximidad administrativa)**

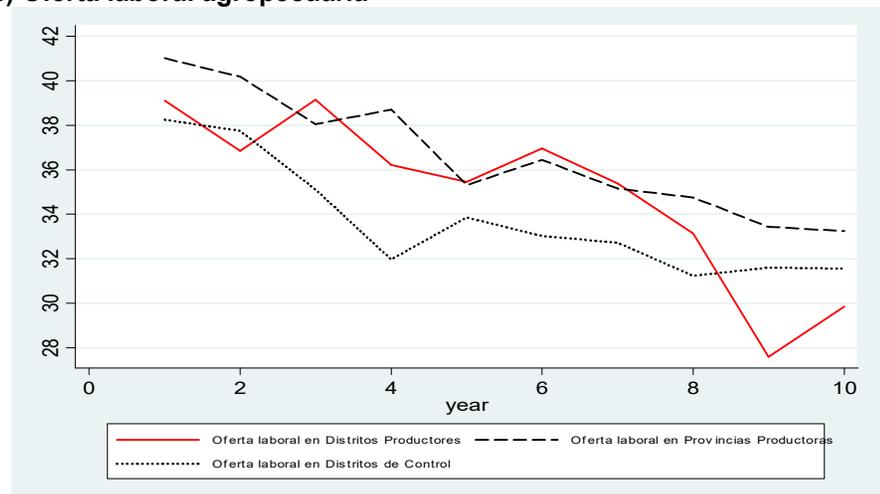
a) Producción agrícola



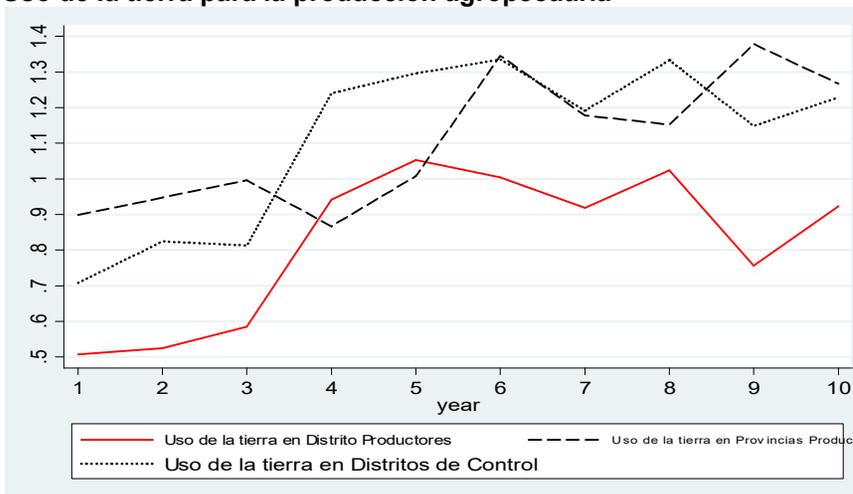
b) Acumulación de animales mayores



c) Oferta laboral agropecuaria



d) Uso de la tierra para la producción agropecuaria



Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

En el Cuadro 3, se muestran las medias de diversas variables socioeconómicas con base en la aproximación administrativa entre el periodo 2001 y 2010. La mayor proporción de jefes(as) de hogares rurales en distritos productores tienen como máximo logro educativo la primaria incompleta (40%), seguido de primaria completa (21%). 87% de jefes de hogar rural son varones, cuya edad promedio es 50 años. El tamaño familiar promedio es de 4.5 miembros el 30% es conviviente y el 45% es casado, 76% de los hogares rurales están en condición de pobreza y 50% en condición de pobreza extrema. Respecto de condiciones de vida multidimensionales, 41% de hogares rurales cuenta con electricidad, 16% cuenta con celular, 40% cuenta con acceso al agua a través de redes pública, 28% de hogares cuentan con pozos sépticos, 19% con pozos ciegos/letrinas. Las transferencias monetarias (públicas y privadas) per cápita anuales son S/. 160 en promedio. El gasto anual per cápita en insumos agropecuarios es en promedio S/. 167.

En hogares rurales en provincias productoras, la mayor proporción de jefes(as) de hogares rurales tienen como máximo logro educativo la primaria incompleta (37%), seguido de primaria completa (23%). En promedio, 84% de jefes de hogar rural son varones, con una edad promedio de 51 años. El tamaño familiar promedio es de 4.4 miembros, el 22% es conviviente y el 51% es casado, 70% de los hogares rurales están en condición de pobreza y 48% en condición de pobreza extrema. En promedio, 47% de hogares rurales cuenta con electricidad, 13% cuenta con celular, 42% cuenta con acceso al agua a través de redes pública, 20% de hogares cuentan con pozos sépticos, y similar proporción con pozos ciegos/letrinas. Las transferencias monetarias (públicas y privadas) per cápita anuales son S/. 182 en promedio. El gasto anual per cápita en insumos agropecuarios es en promedio S/. 299.

Por su parte, en los hogares rurales de control (distritos no mineros) la mayor proporción de jefes(as) de hogares tiene como máximo logro educativo la primaria incompleta (38%), seguido de primaria completa (22%). En promedio, 83% de jefes de hogar rural son varones, con una edad promedio de 50 años. El tamaño familiar promedio es de 4.4 miembros, el 23% es conviviente y el 53% es casado. En promedio, 77% de los hogares rurales están en condición de pobreza y 53% en condición de pobreza extrema. 44% de hogares rurales cuenta con electricidad, 11% cuenta con celular, 34% cuenta con acceso al agua a través de redes pública, 26% de hogares cuentan con pozos sépticos, y 21% con pozos ciegos/letrinas. Las transferencias monetarias (públicas y privadas) per cápita anuales son S/. 165 en promedio. El gasto anual per cápita en insumos agropecuarios es en promedio S/. 221.

Cuadro 3: Estadísticas descriptivas variables independientes por grupos de comparación (2001 - 2010)

Variables independientes	Hogares en Distritos productores Mean	Hogares en Provincias Productoras Mean	Hogares en Distritos no productores Mean
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria incompleta	40%	37%	38%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria completa	21%	23%	22%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria incompleta	9%	11%	11%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria completa	8%	10%	9%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: superior técnica incompleta	1%	1%	1%
Sexo del jefe(a) de hogar: varón	87%	84%	83%
Edad del jefe(a) de hogar en años	49.94	51.42	50.42
Número de miembros del hogar	4.51	4.36	4.43
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: conviviente	30%	22%	23%
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: casado	45%	51%	53%
Pobreza total: si el hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza total	76%	70%	77%
Pobreza extrema: si el hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza extrema	50%	48%	53%
El hogar cuenta con servicio de electricidad	41%	47%	44%
El jefe(a) de hogar cuenta con teléfono celular	16%	13%	11%
Material predominante de las paredes de la vivienda: ladrillo o bloque de cemento	2%	7%	4%
Material predominante de los pisos de la vivienda: cemento	8%	14%	8%
Material predominante de los techos de la vivienda: concreto armado	1%	4%	2%
Abastecimiento de agua: red pública dentro de la vivienda	40%	42%	34%
Abastecimiento de agua: red pública fuera de la vivienda	2%	1%	2%
Abastecimiento de agua: pilón de uso público	5%	3%	3%
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo séptico	28%	20%	26%
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo ciego/letrina	19%	20%	21%
Ingresos anuales per cápita por transferencias (privadas y públicas)	160	182	165
Gasto anual per cápita en insumos agropecuarios	167	299	221

Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

En el Gráfico 8, se muestran las tendencias de algunas variables socioeconómicas entre los años 2001 y 2010. En el panel (a), se observa la evolución del sexo de los jefes de hogar rurales dedicados a actividades agropecuarias, la proporción de jefes de hogar varones se ha reducido en el tiempo, esto es evidente para los tres tipos distritos analizados. A finales de 2010, aproximadamente 82% de hogares rurales son liderados por varones.

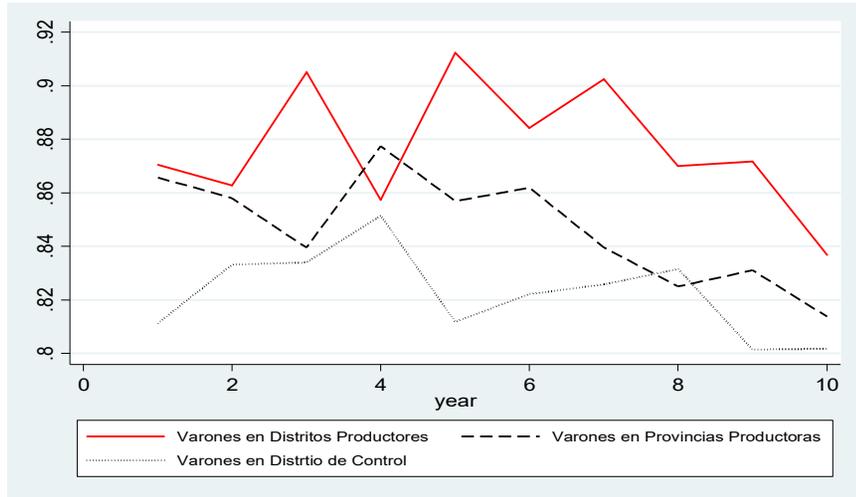
En el panel (b), se presenta la evolución de la edad promedio de los jefes(as) de hogar rural. Se evidencia un notable incremento en la edad promedio de la población rural, esto es evidente para los tres tipos de distritos analizados, entre 2001 y 2010 la edad promedio se ha incrementado de 48 años hasta 53 años. Esta tendencia podría sugerir un relativo envejecimiento de la población rural en el Perú.

En el panel (c), se presenta la evolución del tamaño familiar de los hogares rurales en los tres tipos de distritos analizados. Se observa que en general el tamaño familiar de los hogares se ha reducido relativamente en el tiempo, pasando de 4.8 miembros en 2001 hasta 4.2 miembros en 2010.

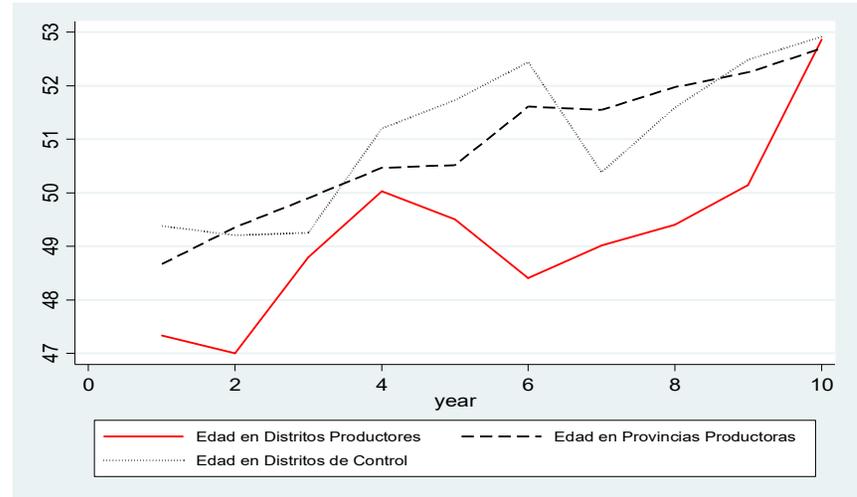
En el panel (d), se presenta la evolución en el tiempo del acceso al teléfono celular en el ámbito rural. Se observa que para los tres tipos de distritos analizados, el notable incremento del acceso a la telefonía móvil, la tasa de acceso se acelera a partir de 2007, llegando a finales de 2010 hasta 50% de hogares que contarían con teléfono celular. No obstante, el incremento en el acceso a la telefonía sería mayor en distritos mineros respecto de otros tipos de distritos, en los distritos mineros a finales de 2010, aproximadamente 60% de hogares rurales contaría con algún teléfono celular.

**Gráfico 8: Dinámica de variables socioeconómicas
(Proximidad administrativa)**

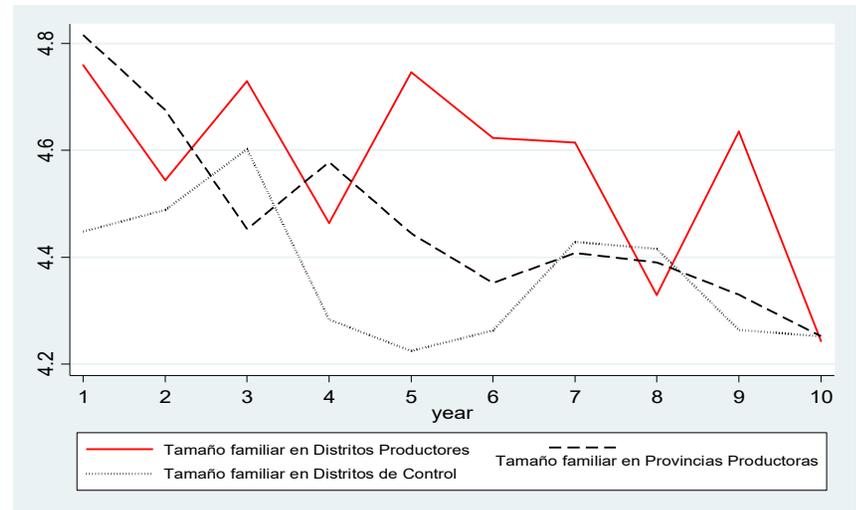
a) Sexo



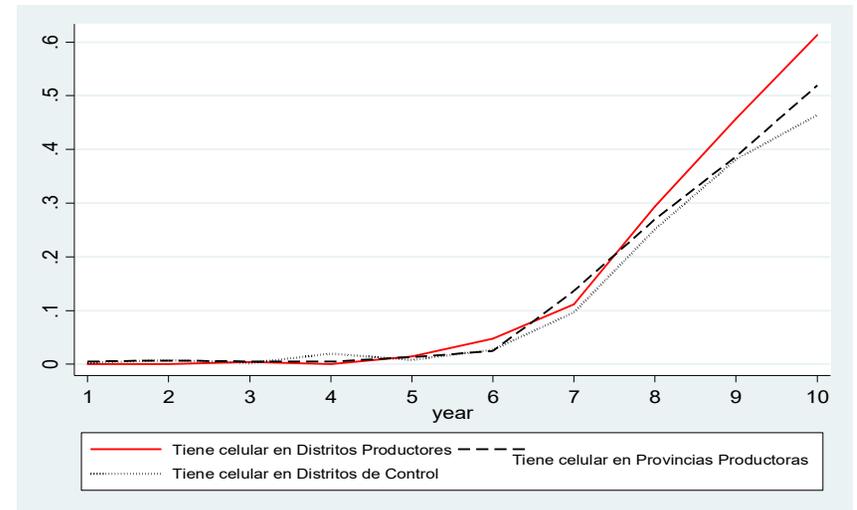
b) Edad



c) Tamaño familiar



d) Teléfono celular



Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

En el Gráfico 9, se muestran las tendencias de algunas variables socioeconómicas entre los años 2001 y 2010. En el panel (a), la tendencia de la pobreza monetaria, sugiere un patrón de reducción sostenida en el periodo de análisis. La reducción de la pobreza de los hogares rurales es evidente tanto para distritos mineros como para el resto de distritos. A finales de 2010, la pobreza en distritos mineros y en distritos en provincias productoras los niveles de pobreza monetaria se muestran alrededor de 50%; mientras que, la pobreza en distritos no mineros se muestra relativamente mayor respecto de los primeros.

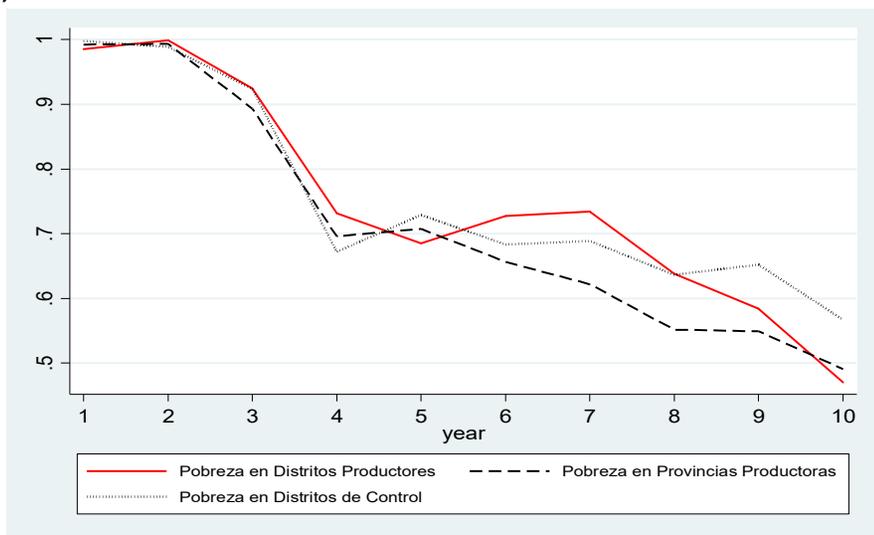
En el panel (b), se presenta la evolución de la pobreza extrema (hogares ubicados por debajo de la línea de pobreza alimentaria), se evidencia también una reducción sostenida de la incidencia de la pobreza extrema en los tres tipos de distritos considerados. A finales de 2010, la pobreza extrema rural en los distritos mencionados sería relativamente similar, ubicándose alrededor de 20%.

En el panel (c), se presenta la evolución del ingreso anual de los hogares por transferencias públicas y privadas, es decir, ingresos familiares generados tanto por el Programa Juntos como por remesas privadas. Se observa un notable incremento de las transferencias hacia los hogares rurales, esto es evidente para todos los tipos de distritos analizados. A finales de 2010, llegarían a un rango entre S/. 300 y S/. 350 per cápita anual.

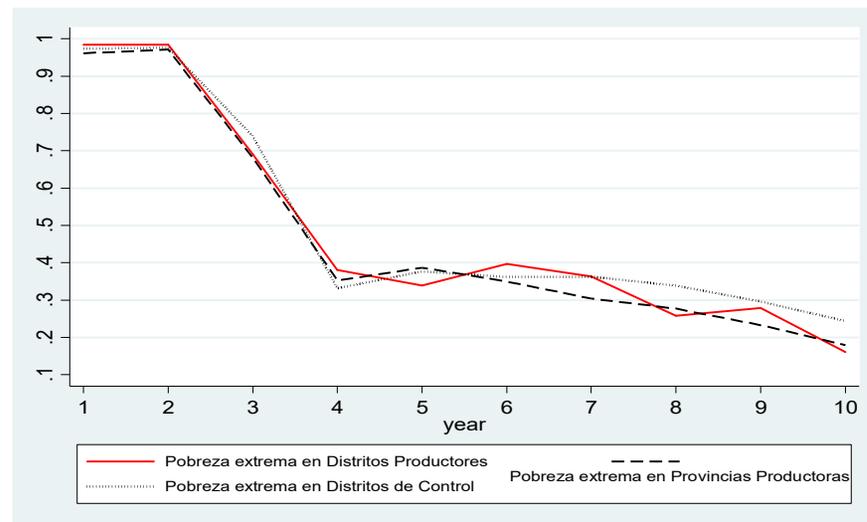
En el panel (d), se presenta la evolución del gasto anual per cápita en insumos pecuarios, este gasto incluye gastos en arrendamiento de tierras, semillas, abonos y fertilizantes, pesticidas, insecticidas, pago de jornales, transporte, agua para riego y otros relacionados. Se evidencia que este tipo de gasto se ha incrementado en el tiempo en los tres tipos de distritos considerados; sin embargo, se evidencia que el gasto en insumos agropecuarios es relativamente menor en hogares rurales ubicados en distritos mineros respecto de otros distritos, esto podría sugerir la menor intensidad de la producción agrícola en distritos mineros.

Gráfico 9: Dinámica de variables socioeconómicas (Proximidad administrativa)

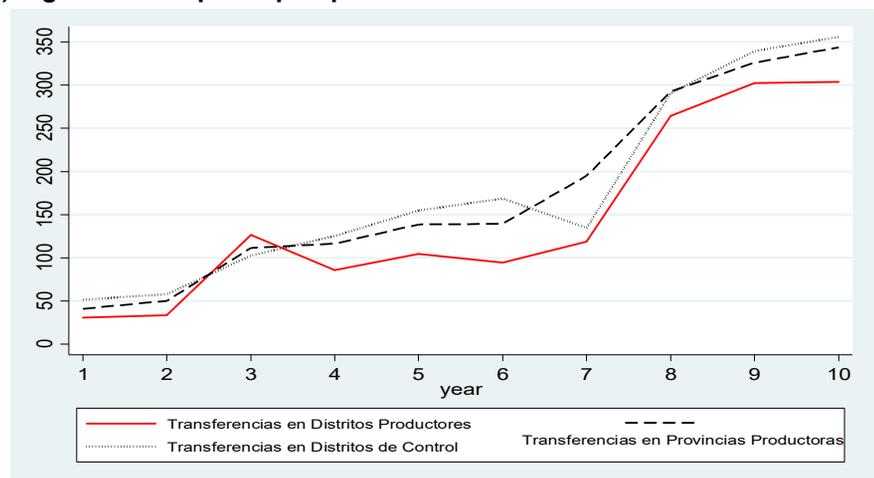
a) Pobreza total



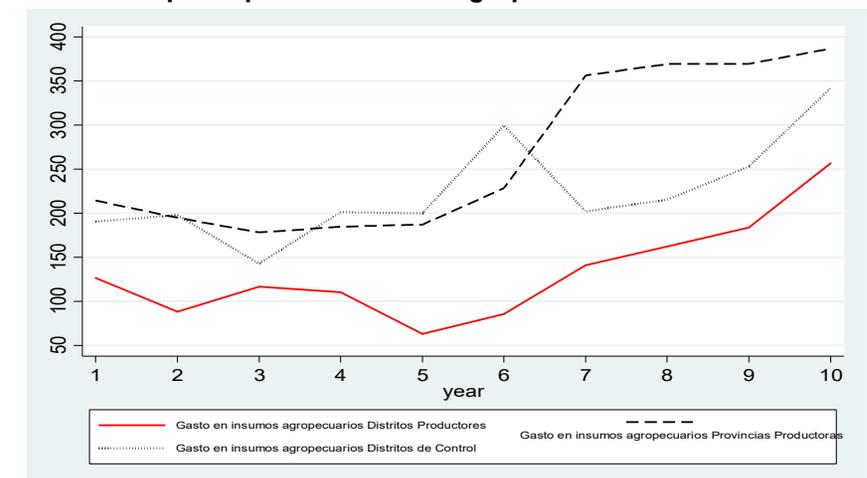
b) Pobreza extrema



c) Ingreso anual per cápita por transferencias



d) Gasto anual per cápita en insumos agropecuarios



Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

Características de los hogares por grupos de comparación: aproximación geográfica

En el Cuadro 4, se muestran las medias de las variables dependientes de interés con base en la aproximación geográfica entre el periodo 2001 y 2010. Las estadísticas correspondientes a los hogares rurales en distritos productores son similares a las presentadas previamente.

Los hogares en distritos vecinos directos, tuvieron una producción promedio de 225 kilogramos per cápita en el período de estudio. El valor promedio de la producción agrícola fue de S/. 381 (expresado en Nuevos Soles, deflactados temporal y espacialmente). La cantidad de animales acumulados fue de 4, 4 y 2 para animales mayores, menores y aves de corral, respectivamente (per cápita, durante los últimos 12 meses). El uso de la tierra para propósitos productivos fue de 0.8 hectáreas y la oferta laboral agropecuaria fue de 36 horas de trabajo por semana.

Los hogares en distritos vecinos indirectos, tuvieron una producción promedio de 408 kilogramos per cápita en el período de estudio. El valor promedio de la producción agrícola fue de S/. 563 (expresado en Nuevos Soles, deflactados temporal y espacialmente). La cantidad de animales acumulados fue de 5, 4 y 2 para animales mayores, menores y aves de corral, respectivamente (per cápita, durante los últimos 12 meses). El uso de la tierra para propósitos productivos fue de 1 hectárea y la oferta laboral agropecuaria fue de 36 horas de trabajo por semana.

Los hogares en distritos de control, tuvieron una producción promedio de 410 kilogramos per cápita en el período de estudio. El valor promedio de la producción agrícola fue de S/. 728 (expresado en Nuevos Soles, deflactados temporal y espacialmente). La cantidad de animales acumulados fue de 5, 3 y 2 para animales mayores, menores y aves de corral, respectivamente (per cápita, durante los últimos 12 meses). El uso de la tierra para propósitos productivos fue de 1.2 hectáreas y la oferta laboral agropecuaria fue de 35 horas de trabajo por semana.

Cuadro 4: Estadísticas descriptivas por grupos de comparación (2001 - 2010)

	Hogares en Distritos productores	Hogares en Distritos vecinos directos	Hogares en Distritos vecinos indirectos	Hogares en Distritos de control
Producción total agrícola per cápita (kilogramos per cápita)	249	225	408	410
Valor de la producción total agrícola per cápita (Nuevos soles, en términos reales)	333	381	563	728
Cantidad de animales mayores per cápita	6	4	5	5
Cantidad de animales menores per cápita	3	4	3	3
Cantidad de aves de corral	2	2	2	2
Canales de transmisión				
Hectáreas de tierras usadas para propósitos productivos	0.8	0.8	1	1.2
Total de horas trabajadas en actividades agropecuarias (Número de horas por semana)	35	36	36	35

(1) Animales mayores: vacuno, ovino, porcino, caprino, auquénido, equino.

(2) Animales menores: cuyes, conejos

(3) Aves de corral: pollos, gallinas, gallos, pavos, patos.

Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

En el Panel (a) del Gráfico 10, se presenta la evolución de la producción agrícola per cápita, se observa por un lado un crecimiento relevante de la producción, el cual ha sido evidente para todos los tipos de hogares comparables. Por otro lado, se observa que si bien se ha evidenciado un crecimiento en la producción agrícola, este no ha sido homogéneo entre los grupos de hogares considerados en función a su proximidad a ámbitos mineros. En particular se observa que la producción en distritos mineros es menor respecto de otros ámbitos, a medida que los hogares residen en ámbitos geográficos más alejados de los distritos mineros, la producción agrícola se incrementa, lo cual se hace más evidente a partir del año 2005 (periodo relacionado con el *boom minero* en el Perú).

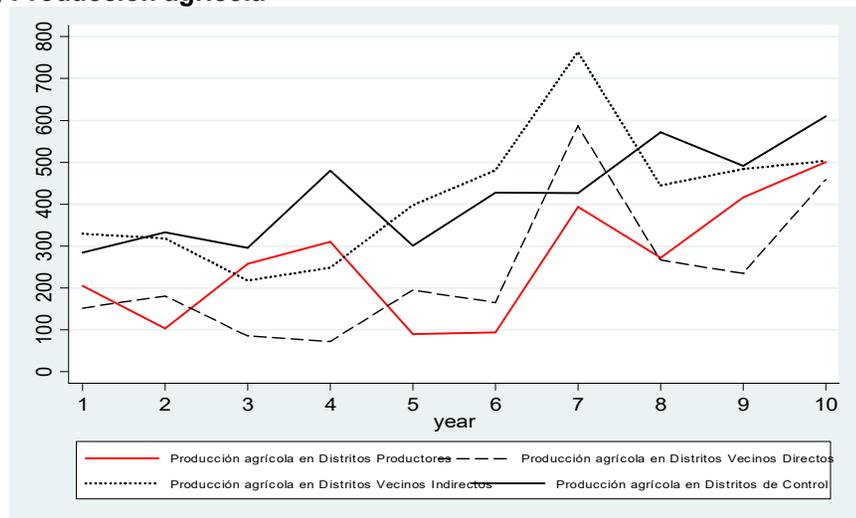
En el panel (b), se presenta la evolución de la acumulación de animales mayores (vacuno, ovino, porcino, caprino, auquénido, equino.). Se observa la reducción sostenida en la acumulación de animales por parte de los hogares rurales en todos los ámbitos geográficos considerados. Sin embargo, esa tendencia negativa es más evidente para hogares localizados en ámbitos próximos a las actividades mineras (principalmente en distritos productores y distritos vecinos directos).

En el panel (c) del gráfico siguiente, se presenta la evolución de la oferta laboral agropecuaria, aproximada a través del número de horas trabajadas en actividades agropecuarias por semana. Se observa por un lado, la reducción sostenida de la oferta laboral agropecuaria en todos los ámbitos rurales estudiados. Se observa también que la reducción en la oferta laboral agropecuaria es mayor en distritos productores de minerales, respecto de hogares en distritos vecinos. Esta reducción en la oferta laboral se correlacionaría con la reducción en las dinámicas de la producción agrícola y la acumulación de animales en hogares rurales mayormente expuestos a las actividades mineras.

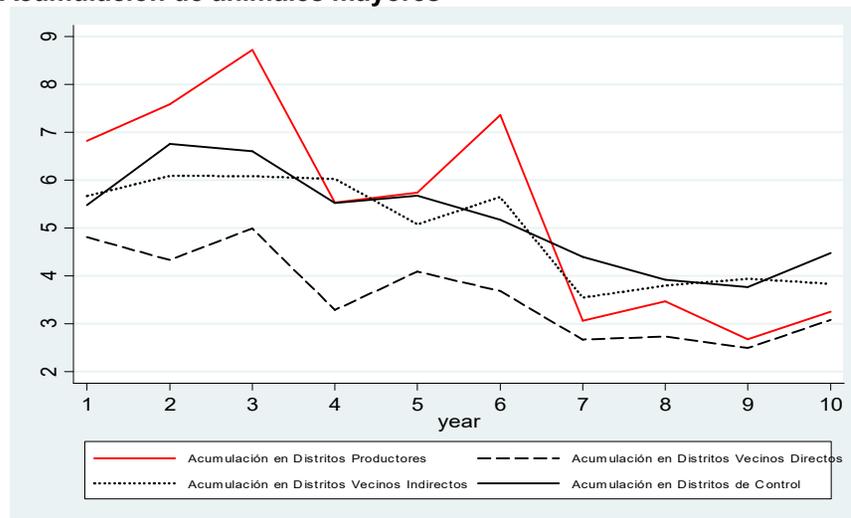
En el panel (d), otra probable causa de la menor dinámica de las actividades agropecuarias en distritos mineros, a través del análisis del uso de la tierra para fines agropecuarios. En general se observa, que en todos los ámbitos rurales estudiados el uso de la tierra se incrementa en el tiempo, lo cual explicaría el incremento de la producción agrícola en general. Sin embargo, también que, a partir de 2005, el uso de la tierra para actividades agropecuarias se reduce para hogares localizados tanto en distritos mineros como en distritos vecinos directos, lo anterior sugiere que existirá una elevada competencia por el uso de la tierra en ámbitos expuestos a las actividades mineras.

**Gráfico 10: Dinámica de las variables de interés
(Proximidad geográfica)**

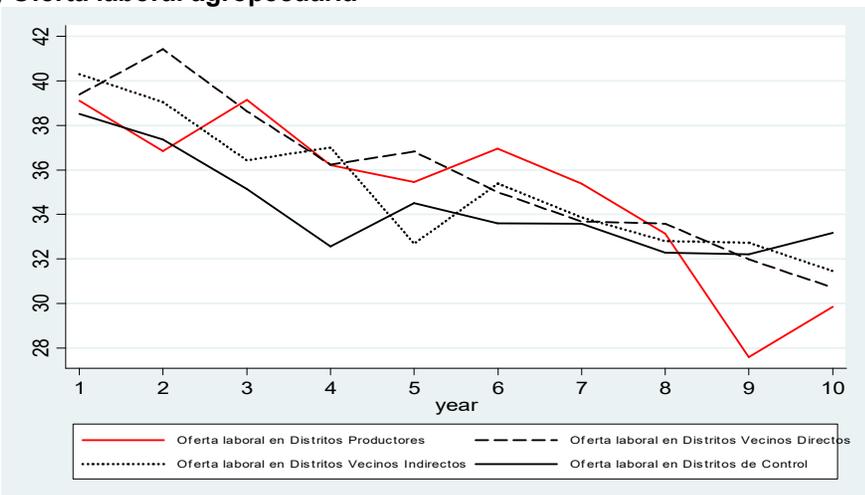
a) Producción agrícola



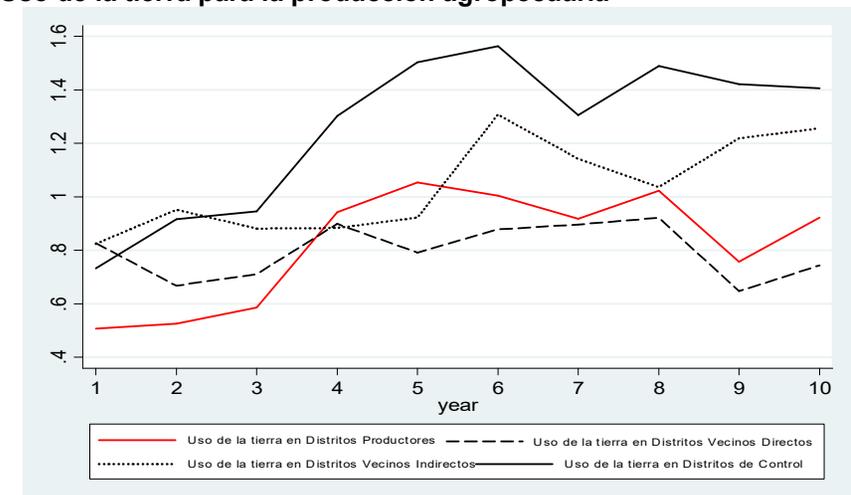
b) Acumulación de animales mayores



c) Oferta laboral agropecuaria



d) Uso de la tierra para la producción agropecuaria



Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

En el Cuadro 5, se muestran las medias de diversas variables socioeconómicas con base en la aproximación geográfica entre el periodo 2001 y 2010. En distritos mineros, la mayor proporción de jefes(as) de hogares rurales en distritos productores tienen como máximo logro educativo la primaria incompleta (44%), seguido de primaria completa (21%). 86% de jefes de hogar rural son varones, cuya edad promedio es 49 años. El tamaño familiar promedio es de 4.5 miembros el 33% es conviviente y el 43% es casado, 78% de los hogares rurales están en condición de pobreza y 55% en condición de pobreza extrema. Respecto de otras características, 30% de hogares rurales cuenta con electricidad, 14% cuenta con celular, 36% cuenta con acceso al agua a través de redes pública, 31% de hogares cuentan con pozos sépticos, 21% con pozos ciegos/letrinas. Las transferencias monetarias (públicas y privadas) per cápita anuales son S/. 144 en promedio. El gasto anual per cápita en insumos agropecuarios es en promedio S/. 132.

En hogares rurales en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites), la mayor proporción de jefes(as) de hogares rurales tienen como máximo logro educativo la primaria incompleta (42%), seguido de primaria completa (24%). En promedio, 86% de jefes de hogar rural son varones, con una edad promedio de 49 años. El tamaño familiar promedio es de 4.6 miembros, el 25% es conviviente y el 52% es casado, 81% de los hogares rurales están en condición de pobreza y 59% en condición de pobreza extrema. En promedio, 33% de hogares rurales cuenta con electricidad, 9% cuenta con celular, 37% cuenta con acceso al agua a través de redes pública, 25% de hogares cuentan con pozos sépticos, y similar proporción con pozos ciegos/letrinas. Las transferencias monetarias (públicas y privadas) per cápita anuales son S/. 146 en promedio. El gasto anual per cápita en insumos agropecuarios es en promedio S/. 123.

En hogares rurales en distritos vecinos indirectos (distritos que no comparten límites), la mayor proporción de jefes(as) de hogares rurales tienen como máximo logro educativo la primaria incompleta (40%), seguido de primaria completa (22%). En promedio, 83% de jefes de hogar rural son varones, con una edad promedio de 50 años. El tamaño familiar promedio es de 4.5 miembros, el 23% es conviviente y el 51% es casado, 80% de los hogares rurales están en condición de pobreza y 59% en condición de pobreza extrema. En promedio, 34% de hogares rurales cuenta con electricidad, 9% cuenta con celular, 31% cuenta con acceso al agua a través de redes pública, 25% de hogares cuentan con pozos sépticos, y similar proporción con pozos ciegos/letrinas. Las transferencias monetarias (públicas y privadas) per cápita anuales son S/. 162 en promedio. El gasto anual per cápita en insumos agropecuarios es en promedio S/. 146.

Por su parte, en los hogares rurales de control (distritos no mineros) la mayor proporción de jefes(as) de hogares tiene como máximo logro educativo la primaria incompleta (39%), seguido de primaria completa (22%). En promedio, 82% de jefes de hogar rural son varones, con una edad promedio de 51 años. El tamaño familiar promedio es de 4.3 miembros, el 19% son convivientes y el 55% son casados. En promedio, 81% de los hogares rurales están en condición de pobreza y 57% en condición de pobreza extrema. 41% de hogares rurales cuenta con electricidad, 9% cuenta con celular, 30% cuenta con acceso al agua a través de redes pública, 25% de hogares cuentan con pozos sépticos, y 22% con pozos ciegos/letrinas. Las transferencias monetarias (públicas y privadas) per cápita anuales son S/. 141 en promedio. El gasto anual per cápita en insumos agropecuarios es en promedio S/. 184.

Cuadro 5: Estadísticas descriptivas variables independientes por grupos de comparación (2001 - 2010)

Variables independientes	Hogares en Distritos productores Mean	Hogares en Distritos vecinos directos (distritos que comparten límites con distritos productores) Mean	Hogares en Distritos vecinos indirectos (distritos que no comparten límites con distritos productores) Mean	Hogares en Distritos de control Mean
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria incompleta	44%	42%	40%	39%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria completa	21%	24%	22%	22%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria incompleta	7%	8%	10%	12%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria completa	6%	5%	8%	9%
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: superior técnica incompleta	0%	1%	1%	1%
Sexo del jefe(a) de hogar: varón	86%	86%	83%	82%
Edad del jefe(a) de hogar en años	49.36	49.05	50.42	51.09
Número de miembros del hogar	4.52	4.66	4.48	4.28
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: conviviente	33%	25%	23%	19%
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: casado	43%	52%	51%	55%
Pobreza total: si el hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza total	78%	81%	80%	81%
Pobreza extrema: si el hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza extrema	55%	59%	59%	57%
El hogar cuenta con servicio de electricidad	30%	33%	34%	41%
El jefe(a) de hogar cuenta con teléfono celular	14%	9%	9%	9%
Material predominante de las paredes de la vivienda: ladrillo o bloque de cemento	0%	1%	1%	2%
Material predominante de los pisos de la vivienda: cemento	4%	3%	4%	6%
Material predominante de los techos de la vivienda: concreto armado	0%	0%	0%	1%
Abastecimiento de agua: red pública dentro de la vivienda	36%	37%	31%	30%
Abastecimiento de agua: red pública fuera de la vivienda	0%	0%	0%	1%
Abastecimiento de agua: pilón de uso público	5%	3%	4%	4%
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo séptico	31%	25%	25%	25%
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo ciego/letrina	21%	23%	22%	22%
Ingresos anuales per cápita por transferencias (privadas y públicas)	144	146	162	141
Gasto anual per cápita en insumos agropecuarios	132	123	146	184

Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

En el Gráfico 11, se muestran las tendencias de algunas variables socioeconómicas entre los años 2001 y 2010. En el panel (a), se observa la evolución del sexo de los jefes de hogar rurales dedicados a actividades agropecuarias, la proporción de jefes de hogar varones se ha reducido en el tiempo, esto es evidente para los cuatro tipos distritos analizados. A finales de 2010, aproximadamente 82% de hogares rurales son liderados por varones.

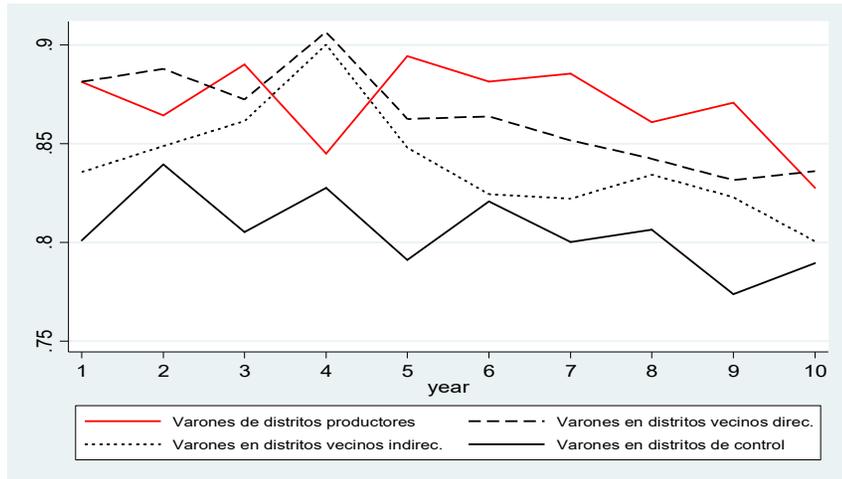
En el panel (b), se presenta la evolución de la edad promedio de los jefes(as) de hogar rural. Se evidencia un notable incremento en la edad promedio de la población rural, esto es evidente para los cuatro tipos de distritos analizados, entre 2001 y 2010 la edad promedio se ha incrementado de 48 años hasta 52 años. Como se comentó anteriormente, esta tendencia podría sugerir un relativo envejecimiento de la población rural en el Perú.

En el panel (c), se presenta la evolución del tamaño familiar de los hogares rurales en los cuatro tipos de distritos analizados. Se observa que en general el tamaño familiar de los hogares se ha reducido relativamente en el tiempo, pasando de 4.8 miembros en 2001 hasta 4.2 miembros en 2010.

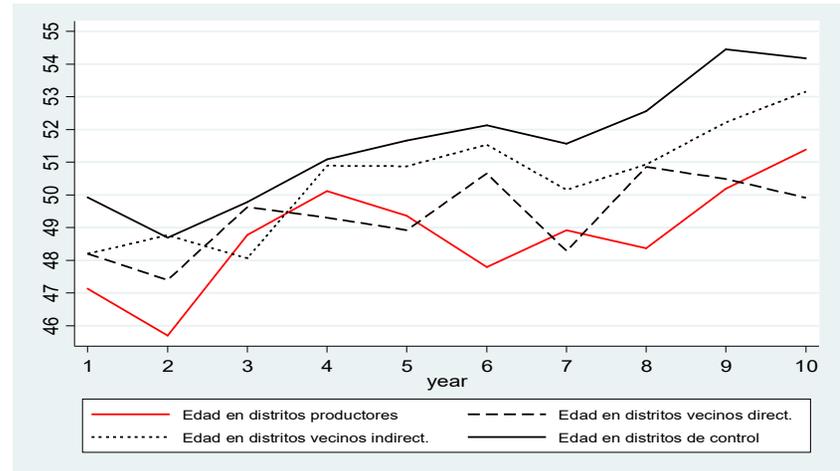
En el panel (d), se presenta la evolución en el tiempo del acceso al teléfono celular en el ámbito rural. Se observa en los cuatro tipos de distritos analizados, el notable incremento del acceso a la telefonía móvil, la tasa de acceso se acelera a partir de 2007, llegando a finales de 2010 hasta 50% de hogares que contarían con teléfono celular. El incremento en el acceso a la telefonía sería mayor en distritos mineros respecto de otros tipos de distritos, en los distritos mineros a finales de 2010, aproximadamente 60% de hogares rurales contaría con algún teléfono celular.

**Gráfico 11: Dinámica de variables socioeconómicas
(Proximidad geográfica)**

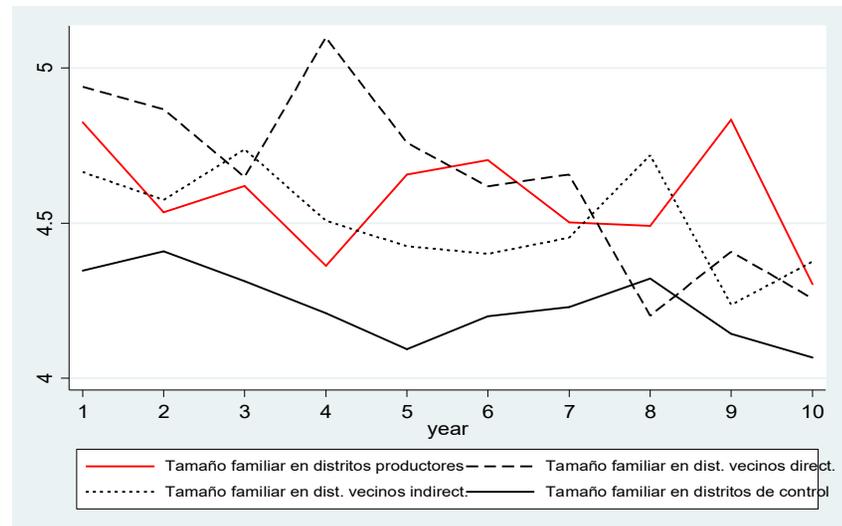
a) Sexo



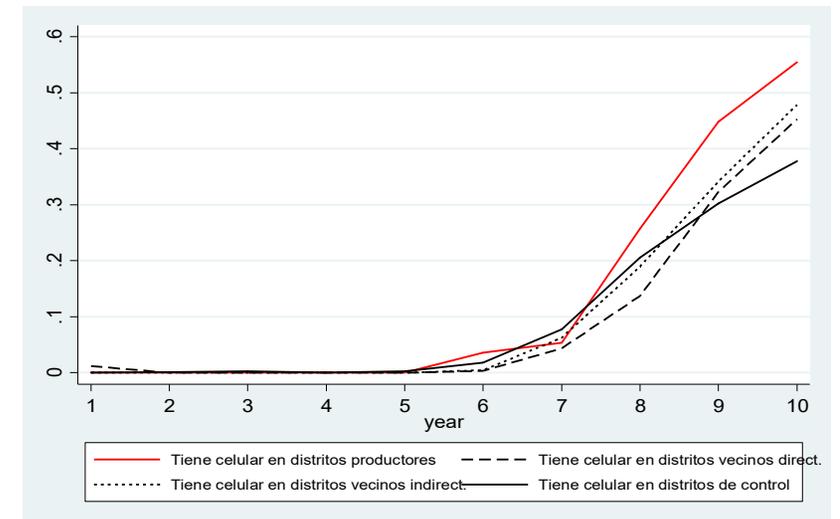
b) Edad



c) Tamaño familiar



d) Teléfono celular



Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

En el Gráfico 12, se muestran las tendencias de algunas variables socioeconómicas entre los años 2001 y 2010. En el panel (a), la tendencia de la pobreza monetaria, sugiere un patrón de reducción sostenida en el periodo de análisis. La reducción de la pobreza de los hogares rurales es evidente tanto para distritos mineros como para el resto de distritos. No obstante, resulta evidente que la pobreza total es menor en distritos mineros y distritos vecinos directos respecto de los otros tipos de distritos. A finales de 2010, en distritos mineros y en distritos vecinos a ello, los niveles de pobreza monetaria se muestran alrededor de 55%, la incidencia de la pobreza en distritos no mineros y distritos vecinos no directos se muestra relativamente mayor respecto de los primeros.

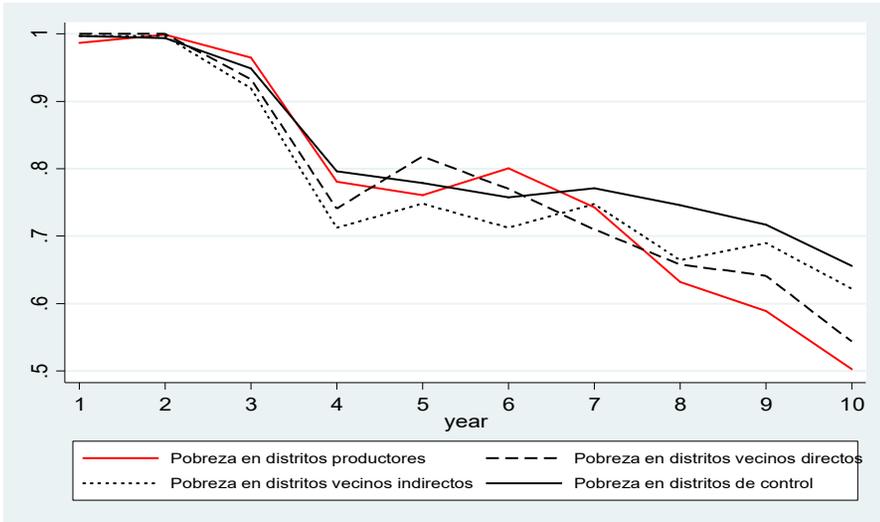
En el panel (b), se presenta la evolución de la pobreza extrema (hogares ubicados por debajo de la línea de pobreza alimentaria), se evidencia también una reducción sostenida de la incidencia de la pobreza extrema en los cuatro tipos de distritos considerados. A finales de 2010, la pobreza extrema rural en los distritos mencionados sería relativamente similar, ubicándose alrededor de 30%.

En el panel (c), se presenta la evolución del ingreso anual de los hogares por transferencias públicas y privadas, es decir, ingresos familiares generados tanto por el Programa Juntos como por remesas privadas. Se observa un notable incremento de las transferencias hacia los hogares rurales, esto es evidente para todos los tipos de distritos analizados. A finales de 2010, llegarían a un rango entre S/. 300 y S/. 350 per cápita anual.

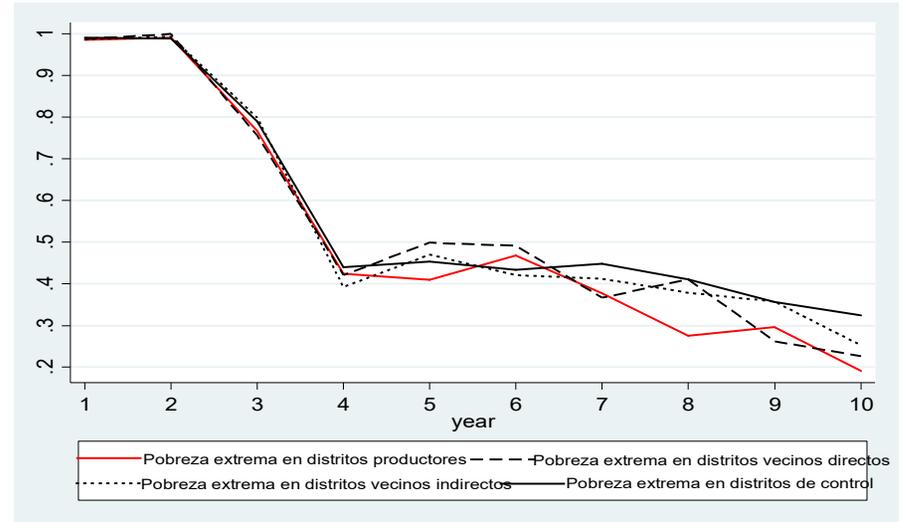
En el panel (d), se presenta la evolución del gasto anual per cápita en insumos pecuarios, este gasto incluye gastos en arrendamiento de tierras, semillas, abonos y fertilizantes, pesticidas, insecticidas, pago de jornales, transporte, agua para riego y otros relacionados. Se evidencia que este tipo de gasto se ha incrementado en el tiempo en los cuatro tipos de distritos considerados; sin embargo, se evidencia que el gasto en insumos agropecuarios es relativamente menor en hogares rurales ubicados en distritos mineros y distritos vecinos directos respecto de otros distritos, esto podría sugerir la menor intensidad de la producción agrícola en distritos mineros y en ámbitos próximos a ellos.

Gráfico 12: Dinámica de variables socioeconómicas (Proximidad geográfica)

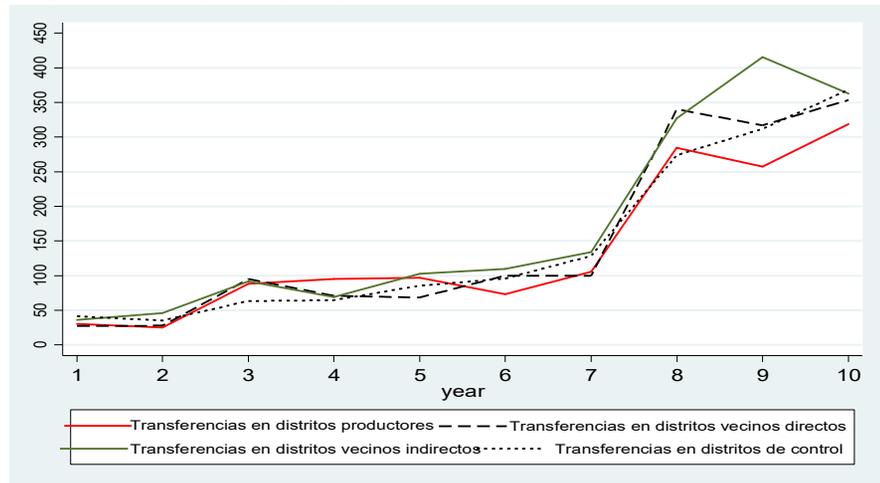
a) Pobreza total



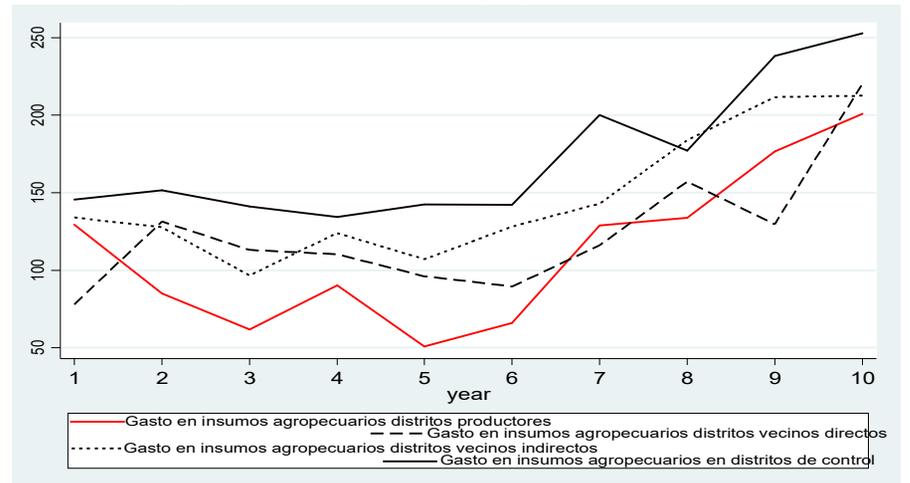
b) Pobreza extrema



c) Ingreso anual per cápita por transferencias



d) Gasto anual per cápita en insumos agropecuarios



Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

4.3 Análisis de diferencias por sexo de los(las) jefes(as) de los hogares rurales

Resulta de interés determinar si el efecto potencial de la minería en la agricultura se muestra asimétrica tanto a hombres como a mujeres, cuando ambos lideran hogares rurales expuestos a tales actividades extractivas. En la muestra de hogares rurales considerada, el 15% son liderados por mujeres.

En el Cuadro 6, con base en pruebas de diferencias en medias, se encuentra que las diferencias en los resultados agrícolas son claramente diferentes en función del sexo de los jefes(as) de los hogares rurales en el Perú. Tanto la cantidad como el valor de la producción agrícola es mayor cuando son generados por hogares rurales liderados por varones, lo cual sugiere que este tipo de hogar generaría un mayor volumen anual de producción el cual a su vez tendría un mayor valor de mercado. No obstante lo anterior, se encuentra que los hogares rurales liderados por mujeres cuentan con mayor propensión a la acumulación de animales (mayores, menores y aves de corral). El uso de la tierra es diferente entre ambos tipos de hogares y el número total de horas trabajadas por semana en actividades agropecuarias es mayor en varones respecto de las mujeres.

Cuadro 6: Prueba de diferencias en medias por sexo del jefe(a) de hogar (2001 - 2010)

Variables dependientes	Hogares liderados por varones	Hogares liderados por mujeres	Difference [D=1] - [D=0]	[t-value] (Pr(|T|>|t|))
Producción total agrícola per cápita (kilogramos per cápita)	448	362	86	[2.81] ^{***} (0.00)
Valor de la producción total agrícola per cápita (Nuevos soles, en términos reales)	652	517	135	[5.94] ^{***} (0.00)
Cantidad de animales mayores per cápita	5	6	-1.3	[-8.98] ^{***} (0.00)
Cantidad de animales menores per cápita	3	4	-1.2	[-10.65] ^{***} (0.00)
Cantidad de aves de corral per cápita	2	3	-0.4	[-5.16] ^{***} (0.00)
Hectáreas de tierras usadas para propósitos productivos	1	1	0.1	[2.23] ^{**} (0.02)
Total de horas trabajadas en actividades agropecuarias (Número de horas por semana)	36	30	6	[18.84] ^{***} (0.00)

(1) Animales mayores: vacuno, ovino, porcino, caprino, auquénido, equino.

(2) Animales menores: cuyes, conejos

(3) Aves de corral: pollos, gallinas, gallos, pavos, patos.

Los símbolos ^{***}, ^{**} y ^{*}, representan significancia estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de diferencias en medias de algunas características socioeconómicas relevantes entre hogares liderados por varones respecto de aquellos hogares liderados por mujeres. La mayoría de características socioeconómicas son diferentes en función del sexo de los jefes(as) de los hogares rurales en el Perú. El menor logro educativo se concentra en los hogares rurales liderados por mujeres. La edad promedio de las jefas de hogar es mayor en casi 10 años respecto de los hogares liderados por varones. El tamaño familiar es mayor cuando el hogar es liderado por varones.

En términos de probabilidad de pobreza y pobreza extrema, en cuadro siguiente, se muestra que dichas probabilidades son mayores cuando el hogar rural es liderado por varones. Este resultado, se explicaría porque a pesar que los hogares rurales liderados por mujeres tienen una capacidad productiva menor y menores dotaciones de activos sociales (educación), este tipo de hogares rurales son mayormente elegibles de los programas sociales, específicamente el Programa Juntos, el cual otorga transferencias monetarias directas. Respecto de las similitudes estadísticas entre ambos tipos de hogares, ambos cuentan similar nivel de acceso al alumbrado eléctrico, tenencia de celular y calidad de las viviendas. Otro aspecto similar es la actividad económica principal, tanto para hogares liderados por varones como por mujeres, la agricultura es la principal actividad económica.

Cuadro 7: Prueba de diferencias en medias por sexo del jefe(a) de hogar (2001 - 2010)

Variables independientes	Varones	Mujeres	Diferencias	[t-value] (Pr(|T|>|t|))
Nivel educativo: sin nivel	0.08	0.52	-0.43	[-79.46]*** (0.00)
Edad	49	59	-9.77	[-38.56]*** (0.00)
Tamaño familiar	4.7	2.9	1.8	[48.70]*** (0.00)
Hogar tiene alumbrado eléctrico	0.4	0.4	0	[-0.77] (0.43)
Tiene celular	0.1	0.1	0.01	[3.17] (0.00)
Material principal de paredes: ladrillo o cemento	0.05	0.04	0.01	[1.98] (0.04)
Material principal de pisos: cemento	0.11	0.10	0.01	[2.29] (0.02)
Material principal de techos: concreto armado	0.02	0.02	0	[0.84] (0.39)
Ocupación principal: actividades agropecuarias	0.90	0.90	0	[-1.66] (0.09)
Probabilidad de pobreza	0.75	0.70	0.05	[8.08]*** (0.00)
Ingresos por transferencias (Nuevos Soles, per cápita)	147	289	-143	[-15.00]*** (0.00)

Los símbolos ***, ** y *, representan significancia estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

5. Resultados empíricos

En la presente sección se presentan los principales resultados empíricos de la estimación del impacto de la minería en la agricultura para el caso peruano. Los resultados empíricos se soportan en datos a nivel de hogares rurales entre el periodo 2001 – 2010, la estrategia de identificación planteada y la metodología empírica descrita anteriormente con base en estimaciones por *Differences in Differences*.

Se obtiene evidencia que la minería tiene un impacto negativo en la producción agropecuaria, los hogares rurales más expuestos a la minería presentan menor producción agrícola y menor acumulación de animales mayores. Se encuentra evidencia de *spillover effects* significativos en la producción agropecuaria en hogares rurales localizados en distritos próximos a los distritos mineros. La magnitud del impacto negativo de la minería sobre la agricultura es mayor en los percentiles más altos de las distribuciones de las variables productivas, los efectos negativos son más evidentes en productores de mayor escala. No se encontró evidencia significativa estadísticamente que sugiera que la minería tenga efectos diferenciados sobre las jefas de hogar mujeres en ámbitos geográficos expuestos a las actividades mineras para el caso peruano.

Respecto de los canales de transmisión, se encuentra que las actividades mineras estarían generando cambios en el uso de la tierra en determinados territorios a nivel nacional. De similar modo, se encuentra que la minería reduce la oferta laboral agropecuaria, principalmente, en distritos próximos a las actividades mineras. Tales resultados sugieren mayor competencia por el uso los factores productivos entre la minería y la agricultura, no solo la tierra sino también la fuerza laboral.

5.1 Impacto de la minería en la producción agropecuaria

En el Cuadro 8, se encuentra evidencia significativa que sugiere que la minería tiene un impacto negativo en la producción agrícola. Se encuentra evidencia de *spillover effects* en la producción agrícola en hogares rurales localizados en distritos próximos a los distritos productores. Considerando proximidad entre distritos, la evidencia sugiere que una mayor exposición a las actividades mineras reduce el volumen de producción agrícola de los hogares rurales.

Considerando proximidad administrativa entre distritos (distritos productores y distritos en provincias productoras). Se encuentra evidencia que los hogares en distritos productores tienen un volumen de producción agrícola (anual per cápita) menor en 79 kilogramos respecto de hogares de control después del *boom minero* (25% menos). Por su parte, los hogares ubicados en provincias productoras evidencian un volumen de producción (anual per cápita) menor en 56 kilogramos respecto de hogares de control después del *boom minero* (17% menos). Tales resultados sugieren que la magnitud del impacto negativo de la minería es mayor en distritos donde se explotan los recursos minerales (“distritos productores”). La magnitud del impacto promedio es 1.4 veces mayor para hogares en “distritos productores” respecto de hogares en “provincias productoras”.

Considerando proximidad espacial geográfica entre distritos (distritos productores y distritos vecinos). Se encuentra evidencia que los hogares en distritos productores tienen un volumen de producción agrícola (anual per cápita) menor en 51 kilogramos respecto de hogares de control después del *boom minero* (12% menos). Por su parte, los hogares ubicados en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites con distritos mineros) tienen un volumen de producción (anual per cápita) menor en 25 kilogramos respecto de hogares de control después del *boom minero* (6% menos). Por su parte, los hogares ubicados en distritos vecinos indirectos (distritos que no comparten límites con distritos mineros) tienen un volumen de producción (anual per cápita) mayor en 22 kilogramos respecto de hogares de control después del *boom minero* (5% más). La magnitud del impacto promedio de la minería es 2 veces mayor para hogares en “distritos productores” respecto de hogares en distritos vecinos.

**Cuadro 8: Impacto de la minería en la agricultura
(Estimador Differences in Differences)**

$y_{i,j,t}$: Producción agrícola (Kilogramos per cápita)	DD Base	DD, proximidad administrativa	DD, proximidad geográfica
(Distrito productor)*(antes y después): $\delta_{DD}, \delta_{1,DD}$	-52 (35.91)	-79** (37.32)	-51* (37.47)
(Distrito en provincia productora)*(antes y después), $\delta_{2,DD}$	...	-56*** (20.83)	...
(Distrito vecino directo)*(antes y después): $\delta_{2,DD}$	...	...	-25* (28.81)
(Distrito vecino indirecto)*(antes y después): $\delta_{3,DD}$	...	...	21* (23.52)
Constante	332*** (34.49)	376*** (35.65)	373*** (35.64)
R-cuadrado	0.31	0.31	0.32
Observaciones	17872	17866	17866
<i>Efectos fijos</i>	Si	Si	Si
<i>Efectos fijos temporales</i>	Si	Si	Si
<i>Variables de control</i>	Si	Si	Si

Notas:

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

b. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

En el Cuadro 9, la evidencia empírica no se muestra robusta entre las especificaciones econométricas consideradas. Sin embargo, considerando proximidad espacial geográfica entre distritos (distritos productores y distritos vecinos), la evidencia significativa estadísticamente sugiere que los hogares rurales en distritos productores tienen un valor de la producción agrícola (anual per cápita) menor en S/. 40 respecto de hogares de control después del boom minero (5% menos). Por su parte, los hogares ubicados en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites con distritos mineros) tienen un volumen de producción (anual per cápita) menor en S/. 66 respecto de hogares de control después del *boom minero* (9% menos). Por su parte, los hogares ubicados en distritos vecinos indirectos (distritos que no comparten límites con distritos mineros) tienen un volumen de producción (anual per cápita) menor en S/. 78 respecto de hogares de control después del *boom minero* (10% menos).

**Cuadro 9: Impacto de la minería en la agricultura
(Estimador Differences in Differences)**

$y_{i,j,t}$: Valor de la producción agrícola (Nuevos Soles reales per cápita)	DD Base	DD, proximidad administrativa	DD, proximidad geográfica
(Distrito productor)*(antes y después): $\delta_{DD}, \delta_{1,DD}$	-1.4 (26.22)	21 (27.13)	-40* (27.23)
(Distrito en provincia productora)*(antes y después), $\delta_{2,DD}$	...	55* (15.16)	...
(Distrito vecino directo)*(antes y después): $\delta_{2,DD}$	...	...	-66*** (20.95)
(Distrito vecino indirecto)*(antes y después): $\delta_{3,DD}$	...	...	-78*** (17.11)
Constante	337*** (25.24)	421*** (26.02)	425*** (25.99)
R-cuadrado	0.59	0.59	0.60
Observaciones	17858	17852	17852
<i>Efectos fijos</i>	Si	Si	Si
<i>Efectos fijos temporales</i>	Si	Si	Si
<i>Variables de control</i>	Si	Si	Si

Notas:

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

b. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

En el Cuadro 10, los resultados del estimador base sugieren que los hogares en distritos mineros tienen en promedio una unidad de ganado menos respecto de hogares de control después del *boom minero* (20% menos). Considerando la proximidad administrativa entre distritos (distritos productores y distritos en provincias productoras), el coeficiente asociado a la pertenencia a un distrito minero resulto negativo, pero no significativo estadísticamente.

Considerando proximidad espacial geográfica entre distritos (distritos mineros y distritos vecinos). Se encuentra evidencia que los hogares en distritos mineros tienen un volumen de producción pecuaria (acumulación de animales mayores, anual per cápita) menor en 1.6 unidades respecto de hogares de control después del *boom minero* (32% menos). Por su parte, los hogares ubicados en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites con distritos mineros) tienen una producción pecuaria (anual per cápita) menor en una unidad pecuaria respecto de hogares de control después del boom minero (20% menos). Por su parte, los

hogares ubicados en distritos vecinos indirectos (distritos que no comparten límites con distritos mineros) tienen un volumen de producción pecuaria (anual per cápita) menor en 2 unidades respecto de hogares de control después del boom minero (40% menos). La magnitud del impacto promedio de la minería es relativamente similar entre para hogares en función al grado de exposición a la minería.

**Cuadro 10: Impacto de la minería en la agricultura
(Estimador Differences in Differences)**

$y_{i,j,t}$: Acumulación de animales mayores	DD Base	DD, proximidad administrativa	DD, proximidad geográfica
(Distrito productor)*(antes y después): $\delta_{DD}, \delta_{1,DD}$	-1*** (0.362)	-0.34 (0.39)	-1.6*** (0.39)
(Distrito en provincia productora)*(antes y después), $\delta_{2,DD}$	...	1.30* (0.22)	...
(Distrito vecino directo)*(antes y después): $\delta_{2,DD}$	...	...	-1*** (0.31)
(Distrito vecino indirecto)*(antes y después): $\delta_{3,DD}$	...	...	-2*** (0.25)
Constante	8*** (0.20)	8*** (0.38)	8*** (0.37)
R-cuadrado	0.21	0.24	0.21
Observaciones	17663	17688	17688
<i>Efectos fijos</i>	Si	Si	Si
<i>Efectos fijos temporales</i>	Si	Si	Si
<i>VARIABLES DE CONTROL</i>	Si	Si	Si

Notas:

Animales mayores: vacunos, ovinos, equinos, camélidos sudamericanos, porcinos.

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

b. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

5.2 Impacto distributivo de la minería en la producción agropecuaria

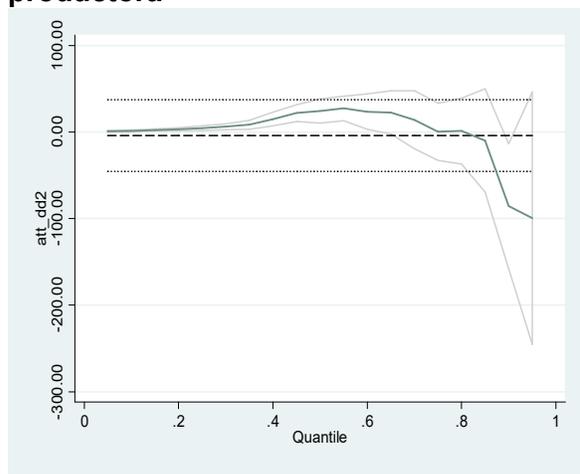
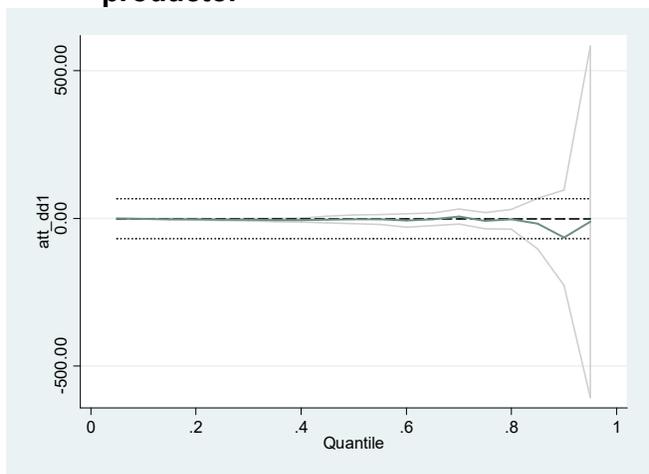
Los coeficientes estimados de la regresión QTE se muestran gráficamente en los Gráficos 8 y 9, considerando proximidad administrativa geográfica, respectivamente. Se han estimado los impactos de la minería entre los percentiles 10 y 90 de la producción agropecuaria, la cual fue expresada como el volumen de producción agrícola y la acumulación de animales mayores.

En el Gráfico 13 (proximidad administrativa), en el Panel (a) se observa que el impacto sobre la producción agrícola en hogares ubicados distritos productores es relativamente constante a lo largo de la distribución de dicha variable. Por su parte, en el Panel (b) el impacto estimado para hogares ubicados en provincias productoras es asimétrico a lo largo de la distribución de la producción, donde la magnitud del impacto negativo se muestra mayor en los percentiles más altos de la distribución. Lo anterior sugiere que el impacto negativo de la minería afectaría más a los hogares con mayores volúmenes de producción agrícola.

En el Panel (c) del gráfico siguiente, el impacto sobre la producción pecuaria y la acumulación de animales mayores por parte hogares ubicados distritos productores es mayor en los percentiles más altos de la distribución de dicha variable, siendo más evidente a partir del percentil 60. Esto sugiere que el impacto negativo de la minería en la acumulación de animales mayores afectaría más a los hogares con mayor escala productiva pecuaria. En el Panel (d) el impacto estimado en hogares ubicados en provincias productoras es relativamente constante a lo largo de la distribución de la producción; no obstante, se observa un impacto positivo menos significativo en los últimos percentiles de la distribución.

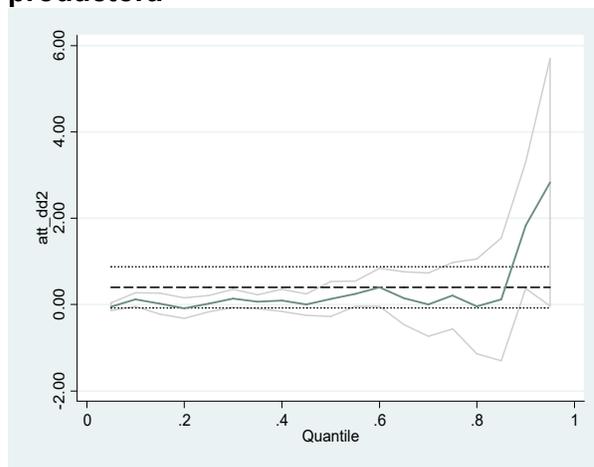
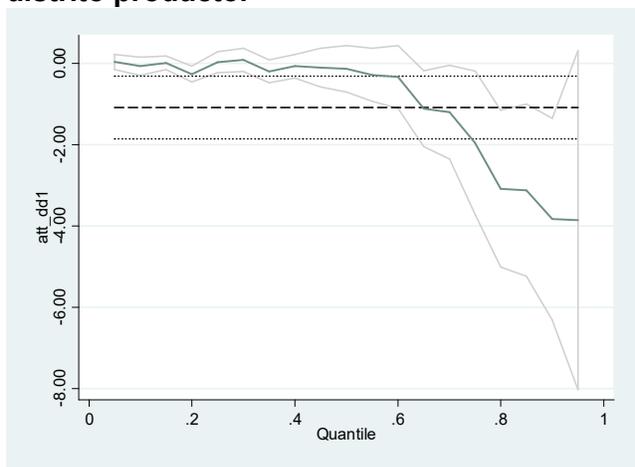
Gráfico 13. Impactos de la minería en la agricultura: Quantile Treatment Effects/a Proximidad Administrativa

a) Producción agrícola en distrito productor b) Producción agrícola en provincia productora



c) Acumulación de animales mayores en distrito productor

d) Acumulación de animales en provincia productora



Notas:

a. Conditional exogenous Quantile Treatment Effects sugeridas en la Literatura por Koenker et al. (1978) y Koenker (2005). Errores estándar estimados por bootstrapping (50 replicaciones).

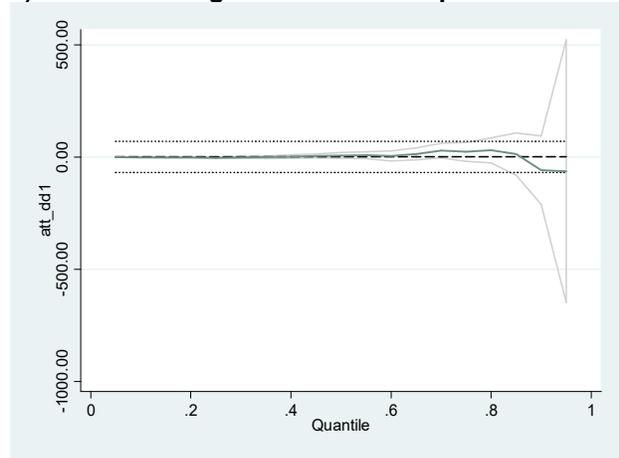
Fuente: Estimaciones Propias.

En el Gráfico 14 (proximidad geográfica), en el Panel (a) se observa que el impacto sobre la producción agrícola en hogares ubicados distritos productores es relativamente constante a lo largo de la distribución. En el Panel (b) se observa que el impacto estimado sobre hogares ubicados en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites) es asimétrico a lo largo de la distribución, la magnitud del impacto negativo se muestra mayor en los percentiles más altos de la distribución.

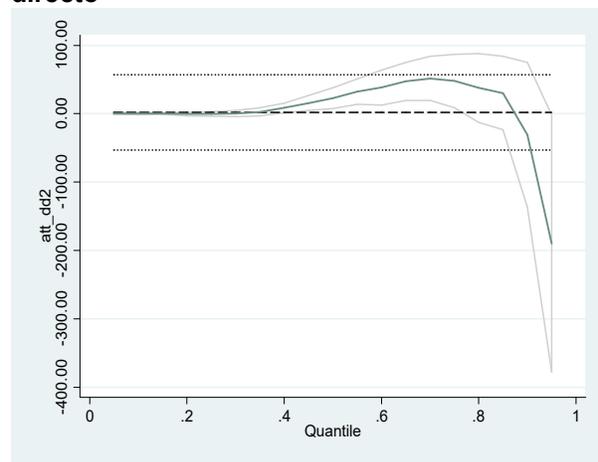
En el Panel (c), se evidencia que el impacto sobre la acumulación de animales mayores por parte de hogares ubicados en distritos productores es mayor en los percentiles más altos de la distribución. Lo anterior sugiere, que el impacto negativo de la minería en la acumulación de animales mayores afectaría más a los hogares con mayor escala productiva. En el Panel (d), el impacto de la minería sobre hogares ubicados en distritos vecinos directos es relativamente constante a lo largo de la distribución de la producción; no obstante, la magnitud del impacto negativo se muestra mayor en el último percentil la distribución.

Gráfico 14. Impactos de la minería en la agricultura: Quantile Treatment Effects/a Proximidad Geográfica

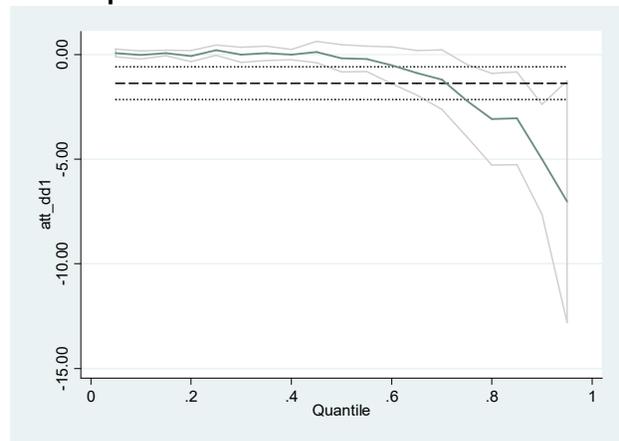
a) Producción agrícola en distrito productor



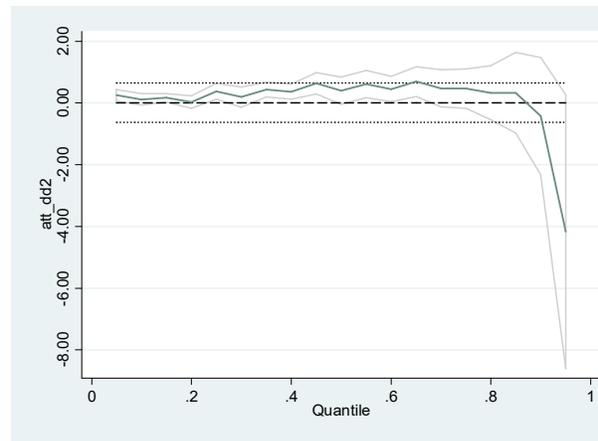
b) Producción agrícola en distrito vecino directo



c) Acumulación de animales mayores en distrito productor



d) Acumulación de animales en distrito vecino directo



Notas:

a. Conditional exogenous Quantile Treatment Effects sugeridas en la Literatura por Koenker et al. (1978) y Koenker (2005). Errores estándar estimados por bootstrapping (50 replicaciones).

Fuente: Estimaciones Propias.

5.3 Impacto heterogéneo de la minería en la producción agropecuaria por sexo de los(las) productores(as) agropecuarios(as)

En el Cuadro 11, se presentan los resultados de la estimación del impacto heterogéneo de la minería sobre el vector de variables de interés ($y_{i,j,t}$) de la ecuación (6). En general, no se encuentra evidencia significativa estadísticamente que sugiera que la minería tenga efectos diferenciados sobre las jefas de hogar mujeres en ámbitos geográficos expuestos a las actividades mineras para el caso peruano.

**Cuadro 11: Impacto de la minería en la agricultura por sexo de los(las) jefes(as) de hogar
(Estimador Differences in Differences)**

Vector de variables dependientes $y_{i,j,t}$	DD Base
Y: Producción agrícola (Kilogramos per cápita)	
(Distrito productor)*(antes y después)*(sexo): $\delta_{DD,género}$	25 (97.09)
Y: Valor de la producción agrícola (Nuevos Soles reales per cápita)	
(Distrito productor)*(antes y después)*(sexo): $\delta_{DD,género}$	-46 (70.88)
Y: Acumulación de animales mayores (per cápita)	
(Distrito productor)*(antes y después)*(sexo): $\delta_{DD,género}$	-1.6 (0.98)
Y: Acumulación de animales menores (per cápita)	
(Distrito productor)*(antes y después)*(sexo): $\delta_{DD,género}$	-1.1 (0.74)
Y: Acumulación de aves de corral (per cápita)	
(Distrito productor)*(antes y después)*(sexo): $\delta_{DD,género}$	-0.32 (0.36)
<i>Efectos fijos</i>	Si
<i>Efectos fijos temporales</i>	Si
<i>Variables de control</i>	Si

Notas:

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

b. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

5.4 Canales de transmisión del impacto de la minería en la producción agropecuaria.

En el presente estudio se discutió la relevancia de algunos canales de transmisión de los efectos de la minería en la agricultura. El primero, por el lado del uso de la tierra para las actividades agropecuarias en contextos de alta demanda de tierra para concesiones mineras crecientes. El segundo, por el lado de la oferta laboral agropecuaria, considerando que la minería podría dinamizar los mercados locales de bienes, servicios y factores.

En el Cuadro 12, se presentan los resultados del impacto de la minería en el uso de tierra para fines productivos de los hogares rurales en el Perú, los resultados provienen del estimador DD asumiendo proximidad espacial geográfica. En general, se encuentra evidencia que la minería reduce el uso de la tierra para fines agropecuarios, tal resultado podría implicar una menor disponibilidad de tierra para fines productivos en ámbitos territoriales donde la superficie de tierra concesionada para actividades de exploración y extracción minera se habría incrementado considerablemente desde 2005. El impacto negativo de la minería en el uso de la tierra implicaría una creciente competencia por el uso de los recursos naturales ámbitos expuestos a la minería.

En términos más específicos, los hogares rurales en distritos mineros usan en promedio 0.16 hectáreas de tierra (anual per cápita) menos respecto de hogares de control después del *boom minero* (13% menos). Los hogares rurales ubicados en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites con distritos mineros) usan en promedio 0.13 hectáreas (anual per cápita) menos de tierra para propósitos agrícolas respecto de hogares de control después del boom minero (11% menos). Por su parte, los hogares rurales ubicados en distritos vecinos indirectos (distritos que no comparten límites con distritos mineros) usan en promedio 0.26 hectáreas de tierra (anual per cápita) menos respecto de hogares de control después del boom minero (22% menos).

**Cuadro 12: Impacto de la minería en la agricultura
(Estimador Differences in Differences)**

$w_{i,j,t}$: Uso de la tierra para fines productivos (hectáreas per cápita)	DD, proximidad geográfica
(Distrito productor)*(antes y después): $\delta_{1,DD}$	-0.16* (0.07)
(Distrito vecino directo)*(antes y después): $\delta_{2,DD}$	-0.13** (0.06)
(Distrito vecino indirecto)*(antes y después): $\delta_{3,DD}$	-0.26*** (0.04)
Constante	0.88*** (0.07)
R-cuadrado	0.09
Observaciones	17907
<i>Efectos fijos</i>	Si
<i>Efectos fijos temporales</i>	Si
<i>VARIABLES DE CONTROL</i>	Si

Notas:

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

b. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

En el Cuadro 13, se presentan los resultados del impacto de la minería en la oferta laboral agropecuaria, en términos de las horas trabajadas por semana en actividades agropecuarias por parte del jefe de hogar. Se encuentra evidencia que la minería reduce la oferta laboral agropecuaria, sobretodo en distritos próximos a las actividades mineras. Este resultado sugiere la existencia de una mayor competencia por el uso de la fuerza laboral entre la minería y la agricultura; asimismo, dicho resultado sugiere que las actividades mineras estarían generando cambios en la participación laboral agropecuaria de los hogares rurales.

No encuentra evidencia significativa estadísticamente sobre los efectos de la minería en la oferta laboral agropecuaria en distritos mineros. Los hogares ubicados en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites con distritos mineros) trabajan en promedio 4 horas menos por semana en actividades agropecuarias respecto de hogares de control después del

boom minero (11% menos). Por su parte, los hogares ubicados en distritos vecinos indirectos (distritos que no comparten límites con distritos mineros) trabajan en promedio 2 horas menos por semana en actividades agropecuarias respecto de hogares de control después del boom minero (6% menos).

**Cuadro 13: Impacto de la minería en la agricultura
(Estimador Differences in Differences)**

$w_{i,j,t}$: Oferta laboral agropecuaria (Horas trabajadas por semana, jefe(a) de hogar)	DD, proximidad geográfica
(Distrito productor)*(antes y después): $\delta_{1,DD}$	-1.2 (1.07)
(Distrito vecino directo)*(antes y después): $\delta_{2,DD}$	-4*** (0.81)
(Distrito vecino indirecto)*(antes y después): $\delta_{3,DD}$	-2*** (0.66)
Constante	35*** (1.01)
R-cuadrado	0.04
Observaciones	16446
<i>Efectos fijos</i>	Si
<i>Efectos fijos temporales</i>	Si
<i>Variables de control</i>	Si

Notas:

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

b. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

En el Cuadro 14, se resumen los resultados estimados para cada una de las variables de interés.

Cuadro 14. Resumen de resultados

Impacto sobre:	Impacto estimado de la minería en la agricultura
Indicadores agropecuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce en 20% la acumulación de ganado mayor de hogares en distritos productores
Indicadores agropecuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce en 25% la producción agrícola de hogares en distritos productores. • Reduce en 17% la producción agrícola de hogares en distritos en provincias productoras.
Indicadores agropecuarios	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce en 12% la producción agrícola de hogares en distritos productores. • Reduce en 6% la producción agrícola de hogares en distritos vecinos directos. • Reduce en 32% la acumulación de ganado mayor de hogares en distritos productores. • Reduce en 20% la acumulación de ganado mayor de hogares en distritos vecinos directos.
Percentiles de la producción agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> • El impacto negativo es más evidentes en productores de mayor escala.
Indicadores agropecuarios por sexo de los(as) productores(as) agropecuarios	<ul style="list-style-type: none"> • No hay evidencia significativa estadísticamente.
Variables de transmisión: uso de la tierra y oferta laboral agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce en 13% el uso de la tierra de hogares en distritos productores. • Reduce en 11% el uso de tierra de hogares en distritos vecinos directos. • Reduce en 22% el uso de la tierra de hogares en distritos vecinos indirectos. • Reduce en 11% la oferta laboral agropecuaria de hogares en distritos vecinos directos. • Reduce en 6% la oferta laboral agropecuaria de hogares en distritos vecinos directos.

5.5 Determinantes de la producción agropecuaria

De manera complementaria en la presente subsección, se presentan los resultados empíricos de todas las variables consideradas en el análisis de regresión realizado previamente, a modo de evidenciar empíricamente los principales determinantes de la producción agropecuaria de los hogares rurales en el Perú. En el Cuadro 15, en primer término, los resultados sugieren que la exposición a la minería es un determinante estadísticamente significativo de la producción agrícola, aproximada a través de la producción física de alimentos expresada en kilogramos anuales per cápita.

En segundo término, la evidencia sugiere que un mayor logro educativo se asociaría con una mayor producción agrícola. En particular, el nivel educativo de primaria completa incrementaría entre 34 y 37 kilos la producción agrícola anual (aproximadamente 12%); mientras que el nivel educativo secundaria incompleta incrementaría entre 78 y 80 kilos la producción agrícola anual (aproximadamente 29%). De similar modo, se encuentra que un mayor tamaño familiar se asociaría con una menor producción agrícola, por cada miembro adicional en la familia la producción se reduce en 26 kilos anuales (aproximadamente 9%); este último resultado podría ser explicado por diversos factores, entre ellos, que la población rural estaría reorientando su oferta laboral a actividades económicas no agropecuarias; por otro lado, los incentivos que generan los programas sociales, en términos de la promoción de la asistencia escolar, estarían reduciendo la fuerza laboral rural (donde niños y jóvenes tenían una participación relevante en las actividades agrícolas), generalmente las actividades agrícolas se superponen con el calendario escolar. Tanto la pobreza monetaria como la pobreza de carácter más multidimensional (acceso a servicios básicos) reducen la producción agrícola; en particular, un hogar en condición de pobreza extrema tiene un nivel de producción 20% menor respecto de otros hogares, lo cual evidenciaría el efecto de las restricciones de liquidez sobre la producción.

Entre las características productivas más importantes como determinantes de la producción agropecuaria se encuentra evidencia que una mayor disponibilidad y uso de la tierra incrementa la producción agrícola, en particular se encuentra que por cada hectárea adicional de tierra la producción agrícola se incrementa en 24 kilos anuales per cápita (aproximadamente 9%). De similar modo, un mayor número de horas trabajadas incrementa la producción agrícola pero en una proporción menor (aproximadamente 0.5%).

Cuadro 15. Determinantes de la producción agropecuaria en el Perú
(Estimador Differences in Differences)

Y: Producción agrícola (Kilogramos per cápita)	DD Base	DD, proximidad administrativa	DD, proximidad geográfica
(Distrito productor)*(antes y después)	-51.61 (35.91)	-79.21** (37.32)	-51.29* (37.47)
(Distrito en provincia productora)*(antes y después)	...	-55.98*** (20.83)	...
(Distrito vecino directo)*(antes y después)	...	...	-25.51* (28.81)
(Distrito vecino indirecto)*(antes y después)	...	...	20.86* (23.52)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria incompleta	12.22 (13.98)	10.38 (13.97)	10.90 (13.97)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria completa	36.79** (16.61)	33.88** (16.60)	34.41** (16.60)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria incompleta	80.62*** (20.04)	78.70*** (20.02)	78.49*** (20.03)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria incompleta	26.45 (22.06)	23.05 (22.04)	23.34 (22.05)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: superior técnica incompleta	-2.88 (60.55)	-9.95 (60.68)	-10.07 (60.69)
Sexo del jefe(a) de hogar: varón	24.26 (19.25)	24.26 (19.23)	23.92 (19.23)
Edad del jefe(a) de hogar en años	0.23 (0.37)	0.19 (0.37)	0.20 (0.37)
Número de miembros del hogar	-27.43*** (2.43)	-26.53*** (2.44)	-26.51*** (2.44)
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: conviviente	-22.54 (19.80)	-18.79 (19.79)	-19.09 (19.80)
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: casado	12.35 (17.75)	14.20 (17.74)	14.26 (17.74)
Ingresos anuales per cápita por transferencias (privadas y públicas)	-0.019* (0.11)	-0.02** (0.01)	-0.02* (0.01)
Pobreza extrema: si el hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza extrema	-76.09*** (11.86)	-54.60*** (12.90)	-54.34*** (12.90)
El hogar cuenta con servicio de electricidad	-33.96*** (12.39)	-33.94*** (12.42)	-35.45*** (12.41)
El jefe(a) de hogar cuenta con teléfono celular	36.32** (18.90)	30.61 (18.96)	32.01 (18.96)
Material predominante de las paredes de la vivienda: ladrillo o bloque de cemento	-9.91 (41.51)	-7.95 (41.52)	-11.72 (41.51)
Material predominante de los pisos de la vivienda: cemento	-4.04 (21.74)	-7.52 (21.75)	-6.81 (21.75)
Material predominante de los techos de la vivienda: concreto armado	301.62*** (60.94)	297.69*** (60.89)	297.77*** (60.91)
Abastecimiento de agua: red pública dentro de la vivienda	36.17*** (12.02)	35.07*** (12.01)	34.55*** (12.06)
Abastecimiento de agua: red pública fuera de la vivienda	174.58*** (64.62)	171.23*** (64.86)	174.84*** (64.90)
Abastecimiento de agua: pilón de uso público	-6.56 (23.86)	-5.90 (23.86)	-8.94 (23.87)
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo séptico	-5.28 (12.54)	-5.37 (12.54)	-4.35 (12.55)
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo ciego/letrina	-36.45*** (12.79)	-36*** (12.77)	-36.08*** (12.78)
Gasto anual per cápita en insumos agropecuarios	0.72*** (0.13)	0.70*** (0.13)	0.70*** (0.01)
Hectáreas de tierra para propósitos productivos	24.75*** (3.59)	24.67*** (3.66)	24.46*** (3.67)
Constante	332.63*** (34.49)	376.06*** (35.65)	372.79*** (35.64)
R-cuadrado	0.31	0.31	0.32
Observaciones	17872	17866	17866

Notas: Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

En el Cuadro 16, se presentan los resultados de las estimaciones de los modelos de diferencias en diferencias incorporando diferentes formas de exposición a la minería. Los resultados sugieren que la exposición a la minería es un determinante estadísticamente significativo de la acumulación de animales mayores (vacunos, ovinos, camélidos, etc.).

En segundo término, la evidencia sugiere que un mayor logro educativo se asociaría con una mayor acumulación de animales. En particular, el nivel educativo de primaria completa incrementaría en aproximadamente 16% la acumulación de animales; mientras que el nivel educativo secundaria incrementaría en 12% la producción pecuaria anual. De similar modo, se encuentra que un mayor tamaño familiar se asociaría con una menor producción pecuaria, por cada miembro adicional en la familia la acumulación de animales se reduce en 12%. Como se mencionó anteriormente, este último resultado podría ser explicado por la reducción en la oferta laboral agropecuaria. Tanto la pobreza monetaria como la pobreza de carácter más multidimensional (acceso a servicios básicos) reducen la producción pecuaria; en particular, un hogar en condición de pobreza extrema tiene un nivel de producción 16% menor respecto de otros hogares, lo cual evidenciaría el efecto de las restricciones de liquidez sobre la acumulación de animales.

Finalmente, entre las características productivas más importantes como determinantes de la producción agropecuaria se encuentra evidencia que, una mayor disponibilidad de la tierra incrementa la acumulación de animales mayores, en particular se encuentra que por cada hectárea adicional de tierra la acumulación se incrementa en 14%. De similar modo, un mayor número de horas trabajadas incrementa la producción pecuaria pero en una proporción menor (aproximadamente 1,2%).

**Cuadro 16: Determinantes de la producción agropecuaria en el Perú
(Estimador Differences in Differences)**

Y: Acumulación de animales mayores	DD Base	DD, proximidad administrativa	DD, proximidad geográfica
(Distrito productor)*(antes y después)	-1.05*** (0.362)	-0.34 (0.39)	-1.66*** (0.39)
(Distrito en provincia productora)*(antes y después)	...	1.30*** (0.22)	...
(Distrito vecino directo)*(antes y después)	...	...	-1.05*** (0.31)
(Distrito vecino indirecto)*(antes y después)	...	...	-1.72*** (0.25)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria incompleta	0.63*** (0.14)	0.67*** (0.15)	0.65*** (0.14)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: primaria completa	0.85*** (0.16)	0.81*** (0.17)	0.79*** (0.17)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria incompleta	0.59*** (0.20)	0.65*** (0.21)	0.65*** (0.21)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: secundaria incompleta	0.61*** (0.22)	0.58** (0.23)	0.57*** (0.23)
Nivel educativo del jefe(a) de hogar: superior técnica incompleta	0.41 (0.59)	0.23 (0.63)	0.25 (0.63)
Sexo del jefe(a) de hogar: varón	-0.50** (0.19)	-0.34 (0.20)	-0.33 (0.20)
Edad del jefe(a) de hogar en años	0.03*** (0.00)	0.03*** (0.00)	0.03*** (0.00)
Número de miembros del hogar	-0.62*** (0.02)	-0.65*** (0.03)	-0.66*** (0.02)
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: conviviente	0.08 (0.20)	0.01 (0.21)	0.02 (0.21)
Estado conyugal del jefe(a) de hogar: casado	1.01*** (0.18)	0.97*** (0.18)	0.98*** (0.18)
Ingresos anules per cápita por transferencias (privadas y públicas)	-0.01*** (0.00)	-0.01*** (0.00)	-0.01*** (0.00)
Pobreza extrema: si el hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza extrema	-0.95*** (0.12)	-0.83*** (0.13)	-0.81*** (0.14)
El hogar cuenta con servicio de electricidad	-1.23*** (0.12)	-1.29*** (0.13)	-1.23*** (0.13)
El jefe(a) de hogar cuenta con teléfono celular	0.02 (0.19)	0.12 (0.20)	0.09 (0.20)
Material predominante de las paredes de la vivienda: ladrillo o bloque de cemento	-1.65*** (0.41)	-2.12*** (0.44)	-2.11*** (0.44)
Material predominante de los pisos de la vivienda: cemento	-0.46** (0.22)	-0.58** (0.23)	-0.60*** (0.23)
Material predominante de los techos de la vivienda: concreto armado	1.57*** (0.60)	1.86*** (0.64)	1.86*** (0.64)
Abastecimiento de agua: red pública dentro de la vivienda	-0.80*** (0.12)	-0.89*** (0.13)	-0.95*** (0.13)
Abastecimiento de agua: red pública fuera de la vivienda	-1.26* (0.65)	-1.30* (0.68)	-1.52** (0.68)
Abastecimiento de agua: pilón de uso público	-0.74*** (0.24)	-0.53** (0.25)	-0.49* (0.25)
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo séptico	-0.34*** (0.12)	-0.20 (0.13)	-0.19 (0.13)
Servicios higiénicos de la vivienda: pozo ciego/letrina	-0.47*** (0.13)	-0.45*** (0.13)	-0.44*** (0.14)
Gasto anual per cápita en insumos agropecuarios	0.01*** (0.00)	0.01*** (0.00)	0.01*** (0.00)
Hectáreas de tierra para propósitos productivos	0.64*** (0.04)	0.69*** (0.04)	0.69*** (0.04)
Constante	7.83*** (0.20)	7.96*** (0.38)	8.04*** (0.37)
R-cuadrado	0.21	0.24	0.21
Observaciones	17663	17688	17688

Notas:

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

5.6 Pruebas de robustez

Análisis de la relación entre la distancia respecto de distritos mineros y la actividad agropecuaria.

En el Cuadro 17, se presentan los resultados de la relación entre la distancia de los hogares rurales respecto de un distrito productor y las variables de producción agropecuaria. En la especificación econométrica las variables dummies relacionadas con la pertenencia de los hogares rurales a determinados distritos en función a su exposición ante la minería, ha sido reemplazada por dos variables continuas, relacionadas con la distancia en kilómetros respecto de un distritos minero. En primer término, se ha incluido como variable explicativa la distancia de Minkowski, calculada como la distancia en el plano entre centroides de los distritos productores y los centroides de los demás distritos. En segundo término, se ha incluido complementariamente la distancia de Vincenty, calculada como la distancia sobre un esferoide entre centroides de los distritos productores y los centroides de los demás distritos.

Se ha estimado tanto coeficientes como elasticidades respecto de la distancia, ambos por Mínimos Cuadrados Ordinarios. Los resultados sugieren en general que ambas medidas de distancia ofrecen similares resultados respecto de la relación entre minería y agricultura. Respecto de los coeficientes estimados, éstos en su mayoría se muestran positivos y significativos, lo cual sugiere una relación directa entre distancia respecto de un distritos minero y producción agropecuaria; así como, una relación directa entre distancia respecto de un distritos minero con el uso de tierra para fines agropecuarios y la oferta laboral agropecuaria.

Respecto de elasticidades, los resultados sugieren una elasticidad entre 17% y 50% entre lejanía de un distrito minero y producción agrícola (por cada incremento en la distancia lejos de un distrito minero la producción agrícola se incrementaría entre 17% y 50%). Considerando la medición de distancia de Minkowski, por cada incremento proporcional en la distancia lejos de un distrito minero, la acumulación de animales mayores se incrementaría en 36%. Por su parte, la elasticidad entre la distancia y el uso de la tierra y la oferta laboral agropecuaria implica que, por cada incremento en la distancia respecto de las minas el uso de la tierra para fines agropecuarios se incrementaría entre 6% y 9%. Mientras que, a mayor lejanía de los distritos mineros, las horas trabajadas por semana en actividades agropecuarias se incrementarían entre 4% y 9%.

**Cuadro 17. Pruebas de Robustez: Impacto de la minería en la agricultura
(Distancia respecto de los distritos mineros, kilómetros)**

Variables	Estimador Mínimos Cuadrados Ordinarios	
	Coefficientes $\hat{\beta}$	Elasticidades $\frac{\partial \ln(y)}{\partial \ln(\text{distancia})}$
Y: Producción agrícola (kilogramos per cápita)		
<i>Distancia de Minkowski</i>	67.53*** (20.22)	0.50*** (0.07)
<i>Distancia de Vincenty</i>	15.35 (16.39)	0.17*** (0.01)
Y: Acumulación de animales mayores (per cápita)		
<i>Distancia de Minkowski</i>	1.46*** (0.24)	0.36*** (0.04)
<i>Distancia de Vincenty</i>	0.01 (0.00)	0.01 (0.00)
W: Uso de tierra para propósitos agropecuarios (hectáreas per cápita)		
<i>Distancia de Minkowski</i>	0.166*** (0.04)	0.09*** (0.02)
<i>Distancia de Vincenty</i>	0.03*** (0.00)	0.06*** (0.00)
W: Oferta laboral agropecuaria (horas trabajadas por semana por el jefe(a) de hogar)		
<i>Distancia de Minkowski</i>	1.48*** (0.52)	0.09*** (0.03)
<i>Distancia de Vincenty</i>	0.05*** (0.00)	0.04*** (0.00)
<i>Observaciones</i>	17866	17902
<i>Dummies de tiempo</i>	Si	Si
<i>Variables de control</i>	Si	Si

Notas:

Distancia de Minkowski: distancia entre dos puntos en un plano.

Distancia de Vincenty: distancia entre dos puntos en un elipsoide de revolución.

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2010.

a. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente. Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

Análisis de tendencias previas: pruebas de placebo

Un problema potencial de la estrategia de identificación planteada en la sección metodología es que los resultados puedan capturar tendencias previamente existentes en los distritos mineros (Maldonado, 2011). Por ello resulta de interés descartar la posible presencia de tendencias previas en el análisis. Se buscó verificar que en la etapa previa al boom minero (entre 2001 y 2004), no deberían observarse diferencias significativas estadísticamente entre hogares que residen en distritos productores y hogares localizados en el resto de distritos.

Para descartar la presencia de tendencias previas se realiza un análisis de placebo, restringiendo la muestra del estudio mediante la exclusión de observaciones de los años correspondientes al boom minero. Se han reformulado las variables de exposición a la minería en las ecuaciones 2, 3 y 4 de la siguiente manera: la variable T_t es una variable dummy que toma el valor de 1 para los años 2003 y 2004 (“efecto placebo”) y 0 para los años 2001 y 2002 (“antes del boom minero”), se asume un placebo entre 2003 y 2004. En el Cuadro 18, se presentan los resultados de la estimación propuesta, los resultados sugieren que no se encuentra evidencia significativa estadísticamente que el placebo tenga efectos en la producción agropecuaria, lo cual permitiría descartar la presencia de tendencias previas en el presente estudio.

Cuadro 18: Impacto de la minería en la agricultura
(Estimador Differences in Differences)
Muestra restringida: 2001 - 2004

Placebo de tendencias previas Antes: 2001-2002 Después: 2003-2004	DD Base	DD, proximidad administrativa	DD, proximidad geográfica
Y: Producción agrícola (Kilogramos per cápita)			
<i>(Distrito productor)*(antes y después)</i>	169 (91.98)	163 (98.44)	143 (105)
<i>(Distrito en provincia productora)*(antes y después)</i>	...	-4 (76.62)	...
<i>(Distrito vecino directo)*(antes y después)</i>	...	...	-11 (96.34)
<i>(Distrito vecino indirecto)*(antes y después)</i>	...	...	-6 (72.19)
Y: Acumulación de animales mayores (per cápita)			
<i>(Distrito productor)*(antes y después)</i>	-0.64 (1.38)	-0.45 (1.29)	-0.72 (1.38)
<i>(Distrito en provincia productora)*(antes y después)</i>	...	-0.11 (0.69)	...
<i>(Distrito vecino directo)*(antes y después)</i>	...	...	-0.07 (0.60)
<i>(Distrito vecino indirecto)*(antes y después)</i>	...	...	-0.95 (0.72)
<i>Efectos fijos</i>	Si	Si	Si
<i>Efectos fijos temporales</i>	Si	Si	Si
<i>Variables de control</i>	Si	Si	Si

Notas:

Se emplea una estructura de datos tipo repeated cross-sectional con ENAHO entre 2001 y 2004.

a. Efectos fijos a nivel distrital.

b. Incluye: edad en años del jefe de hogar, sexo (1 si el jefe de hogar es varón), estado civil (1 si el jefe de hogar es casado), dummies por nivel educativo (primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, universitaria incompleta y universitaria completa), migración (1 si el jefe de hogar nació en otro distrito), dummies sobre posesión de activos, número de miembros del hogar, número de perceptores de ingresos en el hogar, transferencias monetarias, tenencia de celular, nivel de pobreza total y extrema.

Los símbolos ***, ** y *, denotan significancia estadística al 1%; 5% y 10%, respectivamente.

Errores estándar corregidos por heterocedasticidad y por cluster a nivel distrital (entre paréntesis).

Fuente: Estimaciones Propias.

6. Conclusiones

Minería y agricultura en el Perú

A finales de 2013, el PBI minero fue 2.5 veces mayor que el PBI agropecuario en términos reales (S/. 55 mil millones versus S/. 24 mil millones, respectivamente). La contribución de la minería al PBI total fue de 12%, la contribución de la agricultura fue solamente 5%. El valor (FOB) de las exportaciones mineras fueron 4 veces más que el valor (FOB) de las exportaciones agropecuarias. La superficie de tierra concesionada a la minería fue 13 veces mayor que la superficie empleada para el cultivo de alimentos (26 millones de ha. versus 2 millones de ha.).

El dinamismo del sector agricultura mostraría un notable rezago respecto del evidenciado por el sector minero en términos de crecimiento del PBI sectorial, participación en el PBI, participación en las exportaciones y el uso de factores productivos. En tal sentido, es razonable esperar que la expansión de las actividades mineras pueda generar cambios en diversas dimensiones económicas, sociales y medioambientales a escala local. En particular, en el presente estudio, resultó de interés, analizar los cambios que podrían generar la minería en la agricultura a nivel de los hogares rurales en el Perú, considerando que la población rural está mayormente expuesta a los efectos positivos y negativos de la minería.

El objetivo general de este estudio fue estimar empíricamente el impacto de la minería en la producción agropecuaria de los hogares rurales en el Perú. Así mismo, determinar si tales impactos se transmiten a través de cambios en el uso de la tierra y/o cambios en la oferta laboral agropecuaria. Para estimar relaciones causales entre minería y agricultura, se formuló una estrategia de identificación para comparar indicadores de producción agropecuaria en áreas de influencia minera respecto de otras áreas comparables en las cuales no se desarrollan tales actividades extractivas, antes y después del boom minero. Se asumió que la localización de las minas en determinados distritos (distritos mineros) es explicada por factores exógenos y que a partir de 2005 se habría generado un boom minero que motivó el crecimiento de la exploración y/o explotación minera en el Perú, explicado por el incremento de las cotizaciones internacionales de minerales.

Se han empleado la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) entre los años 2001 y 2010, para comparar hogares rurales más expuestos a la minería respecto de hogares menos expuestos, antes y después del boom minero. La muestra de hogares rurales empleada consistió en 18041 hogares rurales, de los cuales 1755 (10% de la muestra) residen en distritos mineros y 16286 (90% de la muestra) residen en otros distritos. Con esta base de datos, la estrategia empírica abarcó un conjunto de estimadores econométricos de *Differences in Differences* (DD).

Impacto de la minería en la agricultura

Se ha encontrado evidencia que sugiere que para el caso peruano, la minería y la agricultura son actividades económicas excluyentes entre sí dentro de un mismo espacio territorial. Los resultados empíricos, sugieren que los hogares rurales más expuestos a la minería (hogares en distritos mineros) tienen en promedio menores niveles de producción agrícola y de acumulación de animales mayores, siendo este último impacto el de mayor significancia estadística. En particular, los hogares en distritos mineros tienen un volumen de producción agrícola (anual, per cápita) menor entre 12% y 25%, respecto de hogares rurales en distritos no mineros después del *boom minero*. Por su parte, los hogares rurales en distritos mineros tienen en promedio entre 20% y 32% menos unidades de ganado mayor (vacuno, ovino, porcino, camélido) respecto de hogares rurales en distritos no mineros después del *boom minero*.

Impactos indirectos o Spillover effects

Se encuentra evidencia de *spillover effects* significativos de la minería en la producción agropecuaria de hogares rurales localizados en distritos próximos a los distritos mineros. En particular, la evidencia empírica sugiere que:

- Asumiendo proximidad administrativa (distritos productores y distritos en provincia productora), los hogares ubicados en distritos en provincia productora tienen un volumen de producción agrícola (anual per cápita) menor en 17% respecto de hogares en distritos de control.
- Asumiendo proximidad geográfica (distritos productores y distritos vecinos), los hogares rurales ubicados en distritos vecinos directos (distritos que comparten límites con distritos mineros) tienen un volumen de producción agrícola menor en 6% respecto de hogares de control. Los hogares en distritos vecinos directos, tienen una acumulación pecuaria menor en 20% respecto de hogares en distritos de control.

Impactos distributivos de la minería en la agricultura

La evidencia empírica obtenida sugiere que la magnitud del impacto negativo de la minería sobre la agricultura, principalmente en la producción pecuaria, es mayor en los percentiles más altos de la distribución. Es decir, que los efectos negativos son más evidentes en unidades productivas agropecuarias de mayor escala.

Impactos de la minería en la agricultura por sexo de los(las) productores(as) agropecuarios

En general, no se encuentra evidencia significativa estadísticamente que sugiera que la minería tenga efectos diferenciados sobre entre varones y mujeres cuando ambos lideran hogares rurales con actividad agropecuaria en ámbitos geográficos expuestos a las actividades mineras para el caso peruano.

Canales de transmisión

Se encuentra evidencia que tanto el cambio en el uso de la tierra como una reducción en la oferta laboral agropecuaria serían mecanismos de transmisión razonables para explicar el impacto negativo de la minería en la agricultura. Tal evidencia es relevante tanto en distritos mineros como en distritos próximos a ellos. En particular, los hogares rurales en distritos mineros así como hogares en distritos vecinos directos usan en promedio 13% menos hectáreas de tierra para propósitos agropecuarios respecto de hogares en distritos de control. Respecto de la oferta laboral agropecuaria, los hogares ubicados en distritos vecinos directos e indirectos trabajan en promedio 4 y 2 horas menos por semana en actividades agropecuarias respecto de hogares en distritos de control, respectivamente.

La evidencia sobre los canales de transmisión, sugiere la existencia de un mayor grado de competencia por el uso los factores productivos entre la minería y la agricultura, no sólo en términos del uso de la tierra, sino también en términos del uso de la fuerza laboral rural. Por un lado, la minería estaría generando cambios de uso de la tierra en contextos rurales; y por otro lado, estaría modificando la estructura de la fuerza laboral rural.

Otros determinantes de la producción agropecuaria

La evidencia empírica obtenida sugiere que la producción agropecuaria es menor cuando menos educados son los jefes(as) de hogar, tienen más miembros en su hogar, son más pobres, tienen menos tierra para propósitos productivos y trabajan menos horas en actividades agropecuarias.

Contextualización de la evidencia en la literatura empírica

Los resultados de este estudio se contextualizan dentro de la literatura empírica previa para el caso peruano, en los siguientes términos:

- En primer término, en este estudio se ha encontrado evidencia de un proceso de “desagrarización” de los hogares rurales (Zegarra et al., 2007). Donde las actividades agropecuarias serían desplazadas por actividades minero-extractivas. Este efecto estaría siendo generado por una mayor competencia por el uso de los recursos productivos entre la minería y la agricultura.
- En segundo término, Loayza et al., (2013) encontraron que la minería tendría efectos positivos sobre los ingresos de los hogares y que tales efectos se reducen a medida que los hogares residen cada vez más lejos de los distritos mineros. Por su parte, Escobal y Ticci (2013) no encuentran evidencia significativa sobre los efectos de la minería en la agricultura. En contraste, en este estudio se encuentra evidencia que los efectos negativos de la minería se incrementan a medida que los hogares residen cada vez más cerca de los distritos mineros. Este último resultado, podría explicar la elevada conflictividad social entre la agricultura y la minería; toda vez que, ambas actividades económicas se soportan sobre los mismos factores productivos, pero cuentan con diferentes contextos institucionales, en términos derechos de propiedad, concesión de uso de la tierra, promoción de la inversión y diferentes niveles de rentabilidad y productividad.
- En tercer término, Orihuela et al., (2014) encontraron que las familias agricultoras no se beneficiarían de la minería, sino por el contrario, estarían siendo mayormente afectadas en términos de costos microeconómicos de tales actividades (principalmente, percepción de contaminación ambiental). Lo cual se manifiesta en la elevada

conflictividad social a escala local, evidencia que soportaría la hipótesis de la existencia de una maldición de los recursos locales en el Perú. Con base en los resultados del estudio en mención y del presente documento, resulta claro que la minería por sí sola no debe ser asociada necesariamente a desarrollo a escala local, dado que la minería y la agricultura serían actividades excluyentes dentro de un mismo territorio o al menos la minería no sería actualmente una actividad promotora de la agricultura en contextos mineros.

7. Recomendaciones de políticas públicas

¿Agro sí, mina no? o ¿Mina sí, agro no?

En este estudio, se considera que la polarización entre extremos no puede motivar propuestas de políticas públicas sostenibles a largo plazo. Los resultados del presente estudio, junto con evidencia de otros estudios (principalmente, Orihuela et al., 2014), sugieren que la minería y la agricultura serían actualmente actividades económicas excluyentes en un mismo contexto territorial. Esto inclusive explicaría la alta conflictividad social en contextos mineros, ejemplos de ello son los casos de los proyectos mineros de Las Bambas en Apurímac; Conga en Cajamarca; y más recientemente Tía María en Arequipa. La evidencia encontrada sobre un relativo impacto negativo de la minería en la agricultura para el caso peruano, soporta en cierto modo las percepciones de la población rural respecto que la implementación de los proyectos mineros, dado que incrementan la incertidumbre sobre la continuidad de las dinámicas territoriales y los medios de vida rurales basados en las actividades agropecuarias.

Desde la perspectiva de las políticas públicas, la relación entre minería y agricultura representa una disyuntiva en el diseño y/o formulación de políticas públicas a escala nacional, regional y local. Por un lado, la minería contribuye significativamente a la economía nacional en términos de producto nacional, ingresos fiscales y representa una oportunidad para el apalancamiento de recursos económicos que podría promover el desarrollo regional y local. Por otro lado, la minería incrementa la competencia por el uso de los factores productivos respecto de la agricultura, no sólo en términos de tierra sino también en términos de fuerza laboral y otros factores productivos (como el agua). Donde, si bien es cierto que ambas actividades económicas se soportan sobre los mismos factores productivos dentro de un mismo territorio, no cuentan con el mismo contexto institucional, en términos, de derechos de propiedad simétricamente establecidos, mecanismos de concesión de uso de la tierra, promoción de la inversión, niveles de rentabilidad y productividad.

Mientras las disyuntivas de política entre minería y agricultura no se resuelvan oportuna y eficazmente, en términos de encontrar el conjunto de políticas públicas óptimas que permitan compatibilizar ambas actividades en un mismo territorio. Serán recurrentes y persistentes, problemas sociales, económicos y políticos, tales como, la alta conflictividad social por temas medioambientales (que inclusive implica pérdida de vidas humanas en las protestas), trabas y

retrasos en la inversión directa de largo plazo, pérdida de recursos fiscales y divisas, pérdida de productividad agropecuaria y minera, corrupción, entre otros.

En este estudio no se propone una sola recomendación de política, sino más bien y con base en los resultados del mismo, se propone un amplio rango de opciones de políticas públicas, tanto estructurales como no estructurales. Las cuales podrían ser implementadas por el estado y también por los agentes privados, principalmente, por las empresas mineras para que mejoren las relaciones con las comunidades rurales. Tal rango de políticas, podrían al menos motivar el debate sobre que reformas y que nuevas intervenciones son necesarias para intentar compatibilizar la minería y la agricultura, promoviendo una mejor gobernanza socioambiental en el Perú.

El rango de políticas propuestas buscan entender mejor las siguientes preguntas: ¿Cómo compatibilizar la minería y la agricultura en un mismo territorio?; ¿Qué reformas estructurales y no estructurales son necesarias para el desarrollo de ambas actividades económicas de forma armoniosa?

Derechos de propiedad: Ley de Servidumbre Minera y las concesiones mineras

En términos generales, actualmente, La Ley General de Minería y la Ley de Servidumbre Minera ocasiona que haya duplicidad de derechos sobre una misma área territorial, cuyo principal instrumento es la concesión minera. La concesión minera es un acto administrativo, mediante el cual, el poder ejecutivo (para el caso peruano el Ministerio de Energía y Minas²²) otorga a agentes privados nacionales o extranjeros el aprovechamiento de los recursos naturales de la nación. El objeto de la concesión minera implica el aprovechamiento racional de un bien del dominio de la nación para beneficio del concesionario y la colectividad, generando tanto derechos como obligaciones. Entre los principales derechos de la concesión minera se tiene: realizar obras relacionadas con la exploración y explotación de minerales, disponer de los mismos, obtener servidumbre y ocupación de superficie, uso referencial del agua. Por su parte, entre las principales obligaciones se tiene: pagar contribuciones, no generar daños a terceros, minimizar el impacto ambiental, pago de gravámenes (patentes, regalías y canones).

²² De similar modo a otros países como México, Colombia, Venezuela; la concesión minera es regulada por los gobiernos centrales. No obstante, en países como Argentina y Bolivia, la regulación de las concesiones mineras se da a nivel regional o provincial.

Las políticas de promoción de las inversiones mineras, la demanda internacional de minerales, han dado lugar a una expansión de la minería sin precedentes en la historia del Perú. Esta expansión se ha traducido, principalmente, en el gran número de concesiones mineras. Como se evidenció en el Capítulo 2 de este estudio, la superficie de tierra concesionada a la minería se incrementó en 200% en los últimos 17 años; llegando a finales de 2012, a un total de 26 millones de hectáreas concesionadas, lo cual representa el 20% del territorio nacional. Esta expansión ha implicado una reducción de las actividades agropecuarias en el Perú, lo cual habría sido posiblemente el detonante de la elevada conflictividad social que viene experimentando el Perú en contextos mineros.

La expansión territorial de la minería tiene como instrumento fundamental a la concesión minera. En el caso peruano, la concesión minera, es un procedimiento de aprobación casi automático, donde el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) cumple el rol de verificador de requisitos y de impedimentos, así mismo, la participación de la poblaciones que poseen u ocupan el territorio superficial es irrelevante para el otorgamiento de la concesión. En tal sentido, el *statu quo* de la política de concesiones mineras implica la superposición de derechos sobre el territorio²³, donde la minería se impone sobre otros usos, como el agropecuario. En tal sentido, los lineamientos de política sugeridos pueden resumirse en:

- Potenciar mecanismos de información y transparencia sobre las concesiones que permita reducir las asimetrías de información entre estado, empresas mineras y población rural.
- Establecer mecanismos de participación ciudadana y consulta dentro del proceso de concesiones mineras.
- Incorporar un enfoque de interculturalidad al procedimiento de concesiones mineras, a través de una mayor y mejor información sobre los beneficios y costos de las operaciones mineras. Lo cual implica, transparentar de mejor manera los resultados de los estudios de impacto ambiental.
- Establecer vínculos entre el concesionario minero y las poblaciones para establecer mecanismo de valoración de terrenos superficiales más razonables.

²³ La unidad básica de los petitorios mineros es una cuadrícula de 100 hectáreas de un kilómetro cuadrado.

- Buscar armonizar de algún modo, el valor superficial de la tierra con el valor de los recursos del subsuelo; por ejemplo, establecer que el valor de la superficie sea una proporción del valor de la reserva probada del recurso mineral.
- Transparentar y generar predictibilidad en el proceso de adquisición de predios superficiales para las operaciones mineras.
- Reformas más estructurales, que podrían ser debatidas, implican reformas en el los derechos de propiedad respecto del suelo y subsuelo, en particular reformas en la Ley de Servidumbre Minera. Como en otros países desarrollados, donde se realizan actividades mineras (Canadá o Estados Unidos), no existe diferencia entre la propiedad del suelo y del subsuelo. Lo cual podría permitir el involucramiento activo de las comunidades rurales en todo el proceso de desarrollo de los proyectos mineros.

Esquemas de Responsabilidad Social Empresarial de las empresas mineras en el Perú: Convenio Marco.

Los Convenio Marco son procesos voluntarios entre las empresas mineras y las comunidades localizadas en el ámbito de influencia de las actividades extractivas. Los Convenio Marco, permiten generar mecanismos a través de los cuales las empresas mineras puedan ejecutar recursos para el financiamiento de proyectos de inversión social en su ámbito de intervención. Muchos de estos proyectos, buscan promover el crecimiento y mejora de las actividades productivas, principalmente, la agricultura; de similar modo, buscan mejorar el acceso a servicios públicos básico, tales como, agua y saneamiento y electricidad. Sin embargo, surgen las siguientes preguntas: ¿Cuál ha sido el impacto de los proyectos implementados a través de los Convenio Marco en el bienestar de los beneficiarios? El abordaje de esta cuestión escapa por mucho a los objetivos de este estudio; considerando que por un lado, el diseño, monitoreo y evaluación de tales proyectos se realiza en coordinación entre eminentemente agentes privados, donde la información es también privada. Sin embargo se formulan algunos lineamientos que pueden ser discutidos por los agentes de interés en la temática.

Escobal y Ticci (2013) sugerían que las empresas mineras, a través de sus esquemas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE), podrían mejorar la productividad de las actividades agropecuarias: transferencia tecnológica, riego, mejorar en pastos, mejoras genéticas, plantas de producción de derivados agropecuarios (leche, fibra, etc.). Sin embargo, en este estudio se han encontrado algunos motivos para considerar que, salvo casos específicos, en promedio a

nivel nacional la inversión social de las empresas mineras no sería efectiva para promover el desarrollo armonioso entre las actividades mineras y las agropecuarias; similar evidencia es obtenida por Orihuela et al., (2014). Lo anterior sugiere algunos lineamientos de política pública en materia de RSE:

- En términos de Políticas empresariales de responsabilidad social. De acuerdo con Eckhardt, et al. (2009), las áreas responsables de RSE tienen diversas funciones y responsabilidades (gerencias de relaciones comunitarias, gerencias de comunicaciones, gerencias de desarrollo social o de asuntos corporativos), las cuales se ubican en diversos niveles jerárquicos y ejercen diversos niveles de participación en el proceso de toma de decisiones de las empresas en términos de promoción del desarrollo comunitario. Por ello, a nivel empresarial, valdría la pena discutir la necesidad de estandarizar los programas de RSE, aplicando aquellos esquemas sobre los cuales se tenga información de su efectividad, en términos de promoción del desarrollo; de esta manera, se podría reducir la elevada heterogeneidad sobre los enfoques e intervenciones de la RSE entre empresas mineras.
- Generar una institucionalidad respecto de los acuerdos firmados entre comunidades y empresas mineras, para reducir la probabilidad de incumplimiento de las partes.
- Institucionalizar y supervisar el proceso de RSE de las empresas mineras, por parte del Estado, transparentando la información para los actores relacionados, en términos de: líneas de base, sistemas de monitoreo, líneas de seguimiento y evaluaciones de impacto. Esto podría permitir inclusive un mejor análisis costo-efectividad de la inversión social de las empresas mineras. Así como, podría permitir al sector minero en su conjunto, aprender lecciones sobre qué tipos de intervención funcionan y cuáles no.
- La reciente caída de los precios internacionales de los minerales y la menor intensidad de la producción minera en el Perú, puede constituirse en una oportunidad para repensar las relaciones comunitarias entre las empresas, las comunidades y familias rurales en sus ámbitos de influencia. En términos de reorientar la inversión social del sector minero hacia objetivos de desarrollo de largo plazo y no solamente para lograr la aprobación del proyecto (licencia social) a corto plazo. Esto implica sincerar objetivos de RSE; así como, articular la inversión social a los programas de promoción del desarrollo que ejecuta estado.

El costo de la contaminación ambiental minera y compensaciones por externalidades negativas.

Herrera y Millones (2011) estimaron que el costo económico de la contaminación ambiental sobre los recursos hídricos para los años 2008 y 2009 fue de US\$ 815 millones y US\$ 449 millones, respectivamente. Los autores sugieren que el sistema actual de multas y sanciones en el sector minero estaría basado en criterios administrativos, por lo cual no se sanciona efectivamente las externalidades negativas y el daño ambiental que genera la actividad minera en un determinado territorio. Asimismo, se sugiere rediseñar el sistema de sanciones y multas con base en criterios económicos, los cuales permitan a las empresas mineras internalizar las externalidades negativas que se generan en sus procesos extractivos y productivos. En tal sentido: ¿Qué mecanismos permitirían compensar plenamente las externalidades negativas generadas por las actividades mineras en un determinado territorio?

El diseño de esquemas de compensación directa generadas por externalidades negativas de la actividad minera en cuencas hidrográficas requiere de evidencia empírica. En particular, se sugiere al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y/o al Ministerio de Ambiente (MINAM), la promoción de estudios que estimen la disponibilidad a aceptar por externalidades que generadas por las actividades mineras a nivel de cuencas hidrográficas. Con base en dichas estimaciones diseñar esquemas de compensación directa, esto podría ser útil tanto al Estado como a las empresas mineras para mejorar los criterios de compensación por externalidades, internalizar las mismas y reducir la conflictividad social en contextos mineros.

8. Plan de incidencia

Objetivos del plan de incidencia

El objetivo del plan de incidencia estriba en diseminar de la manera más concreta posible los resultados de la presente investigación, con énfasis en aquellos resultados que tengan el potencial de promover una mejora en el diseño e implementación de políticas públicas sectoriales, a nivel público y privado, minería y agricultura, producción, educación, prevención de conflictos.

Resultados esperados y actores de interés

Se espera que los resultados del estudio tengan importantes implicancias para el diseño de políticas públicas. De similar modo, se espera brindar elementos analíticos para entender de mejor manera la compleja relación entre la minería y la agricultura para el caso peruano. Lo cual podría ser relevante para la prevención de conflictos socioambientales referente al uso de los recursos naturales; así como, generar elementos para el diseño de un marco normativo para la gobernanza socioambiental. Por ello los actores de interés que estarían interesados en los resultados del presente estudio son:

- Empresas mineras (Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía)
- Comunidades rurales, asociaciones y/o cooperativas de productores, productores individuales
- Ministerio de Energía y Minas
- Ministerio de Agricultura
- Ministerio del Ambiente
- Ministerio de Economía y Finanzas
- Presidencia del Consejo de Ministros
- Congreso de la República: Comisión Agraria; Comisión de Descentralización, Regionalización, Gobiernos Locales y Modernización de la gestión del Estado; Comisión de Energía y Minas
- Gobiernos Locales en Distritos y Provincias mineras
- Gobiernos Regionales
- Comunidad académica

Plan de medios

La diseminación e incidencia de los resultados tiene usuarios objetivo heterogéneos; sin embargo, se considera que todos los resultados del estudio son de interés por igual a todos los usuarios considerados en el plan de incidencia, puesto que grafican una problemática compleja respecto de la relación entre agricultura y minería; asimismo, explora cómo esta relación se estaría generando.. Por lo cual los instrumentos de diseminación deberán ser diferentes, los cuales junto con las actividades necesarias se presentan en el siguiente cuadro:

Usuarios	Instrumentos de diseminación/incidencia	Actividades relacionadas
Empresas mineras (Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía) Ministerio de Energía y Minas Ministerio de Agricultura Ministerio del Ambiente Ministerio de Economía y Finanzas Presidencia del Consejo de Ministros Congreso de la República: Comisión Agraria; Comisión de Descentralización, Regionalización, Gobiernos Locales y Modernización de la gestión del Estado; Comisión de Energía y Minas	-Seminario de discusión -Policy brief	Organización de al menos un seminario con funcionarios públicos y privados Diseño, impresión y entrega de resúmenes de política
Comunidad académica.	-Seminario de discusión y detalle técnico	Presentación del estudio en workshops, congresos y/o similares (al menos uno)
Gobiernos Locales en Distritos y Provincias mineras Gobiernos Regionales Comunidades rurales, asociaciones y/o cooperativas de productores, productores individuales	-Talleres de socialización de resultados	Organización y facilitación de al menos un taller con representantes de los gobiernos locales de las municipalidades rurales dirigentes de los frentes de defensa de localidades en áreas mineras en el ámbito de trabajo de la Institución.

9. Bibliografía

Angelucci, M. and V. Di Maro. 2010. "Program Evaluation and Spillover Effects". Inter-American Development Bank, Impact Evaluation Guidelines, Technical Notes, Nro. IDB-TN-136.

Aragón F. M., and J. P. Rud. 2009. "The Blessing of Natural Resources: Evidence from a Peruvian Gold Mine". Serie Documentos de Trabajo Nro. 15, Banco Central de Reserva del Perú.

Arellano-Yanguas, J. 2011. "Aggravating the resource curse: decentralisation, mining and conflict in Peru". *Journal of Development Studies*, 47(4), 617-638.

Bertrand, M., E. Duflo and S. Mullainathan. 2004. "How Much Should We Trust Differences-in-Differences Estimates?". *Quarterly Journal of Economics* 119(1): 249-75.

Caliendo, M. y S. Kopeining (2005), "Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching". IZA Institute DP N° 1588.

Castro, S.A. 2011. "Pobreza y conflictos socioambientales. El caso de la minería en el Perú". Trabajo de Tesis de la Maestría en Desarrollo Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Coxom, A.P.M. 1982. "The User's Guide to Multidimensional Scalling". London: Heineman.

Del Pozo C., E. Guzmán y V. Paucarmayta. 2013. "¿Minería y bienestar en el Perú?: evaluación de impacto del esquema actual (*ex-post*) y esquemas alternativos (*ex-ante*) de redistribución del canon minero, elementos para el debate". Fondo Editorial del Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas, Cusco, Perú.

Eckhardt, K., A. Girona, J. Lugo, W. Oyola y R. Uzcátegui. 2009. "Empresas mineras y población: estrategias de comunicación y relacionamiento". Universidad Esan, Lima, Perú.

Escobal, J., and E. Ticci. 2013. "Extractive Industries and Local Development in the Peruvian Highlands". Working Paper Nro. 693, QDEPS, Siena University.

Fenty, J. 2004. "Analyzing Distances". The Stata Journal 4, Number 1, pp. 1-26.

Fort, R. 2014. "Impacto de la Inversión Pública Rural en el desarrollo de las regiones y niveles de bienestar de la población (2002-2012)". Consorcio de Investigación Económica y Social, Lima.

Frölich, M. and B. Mally. 2010. "Estimation of quantile treatment effects with Stata". The Stata Journal, Volume 10 Number 3: pp. 423-457.

Gertler, P., S. Martínez, P. Premand, L. Rawlings and Ch. Vermeersch. 2011. "Impact Evaluation in Practice". The World Bank, Washington DC.

Herrera P., y O. Millones. 2011. "¿Cuál es el costo de la contaminación ambiental minera sobre los recursos hídricos en el Perú", Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES), Lima.

Instituto de Peruano de Economía. 2012. "Efecto de la minería sobre el empleo, el producto y recaudación en el Perú". Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, Lima.

Khandker, S.R., G.B. Koolwal and H.A. Samad. 2010. "Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices". The World Bank, Washington DC.

Koencker, R. and G. Bassett. 1978. "Regression Quantiles", *Econometrica*, Vol. 46, Nro. 1.

Koencker R. and K. F. Hallock. 2001. "Quantile Regression", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, Nro, 4 pp. 143-156.

Loayza, N., A. Mier y Teran, and J. Rigolini. 2013. "Poverty, Inequality and the Local Natural Resource Curse". Policy Research Working Paper Nro. 6366, The World Bank.

Maldonado S. 2011. "Boom minero y corrupción de funcionarios públicos de los gobiernos locales en el Perú: evidencia de un experimento natural". CIES, Lima.

Macroconsult. 2012. "Impacto económico de la minería en el Perú, Lima.

Orihuela, J.C., C. Huaroto y M. Paredes. 2013. "Escapando de la maldición de los recursos locales: conflictos socioambientales y salidas institucionales". CIES, Lima.

Ravallion, M. 2008. "Evaluating Anti-Poverty Programs". Handbook of Development Economics, Volume 4. Elsevier R.V.

Rosenbaum, P. and D. Rubin. 1983. "The Central role of the propensity score in observational studies for causal effects". *Biometrika* (70). 41 – 55.

Sachs J. and A. Warner. 1997. Natural resource abundance and economic growth. HIID Discussion Paper N° 517. Harvard Institute for International Development, Cambridge.

Shahidur, R. K., G. B. Koolwal y H. Samad. 2010. "Handbook on Impact Evaluation: Quantitative methods and Practices". The World Bank, Washington D.C.

Ticci E. 2011. "Extractive Industries and Local Development in the Peruvian Highlands: socio-economic impacts of the mid-1990s Mining Boom. EUI Working Papers RSCAS 2011/14. Robert Schuman Centre for Advanced Studies, European University Institute.

Wooldridge J. 2002. "Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data". MIT Press, Cambridge, MA.

Zegarra E., J.C. Orihuela y M. Paredes. 2007. "Minería y economía de los hogares en la sierra peruana: Impactos y espacios de conflicto". Documento de trabajo 51. GRADE, Lima.

10. Anexos

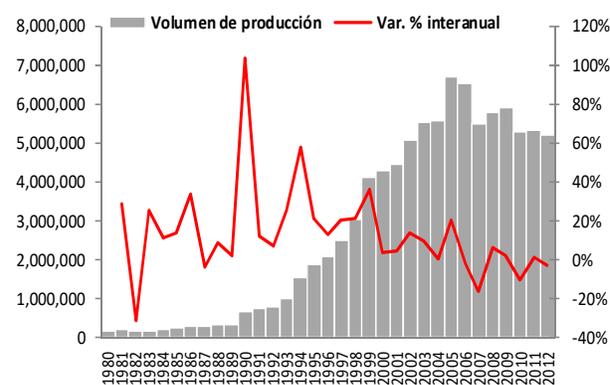
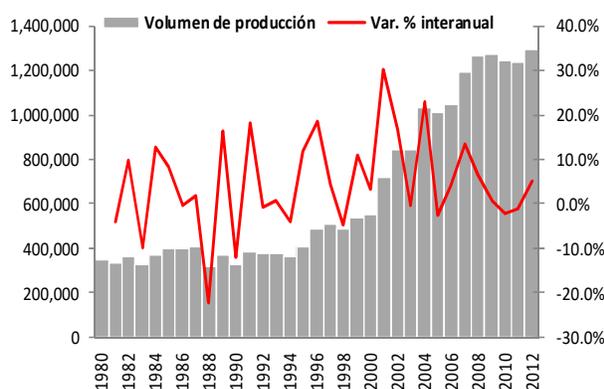
Anexo 1: Evolución de largo plazo de la producción minera y agropecuaria en el Perú.

Producción minera

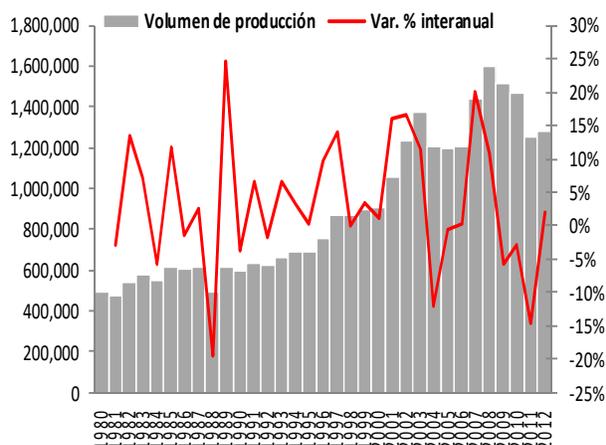
La producción minera es relativamente diversificada para el caso peruano, siendo los principales minerales producidos: cobre, oro, zinc y plata. No obstante, se producen importantes volúmenes de plomo, molibdeno, estaño y hierro. En el gráfico siguiente, se muestra la evolución de la producción de los principales minerales producidos en el Perú entre los años 1980 y 2012. En el Panel (a), se muestra la evolución de la producción de cobre, la cual ha evidenciado distintas etapas de evolución, donde la tasa de crecimiento anual promedio en dicho periodo fue de 5%, llegando la producción a finales de 2012 a 1.298 mil (TMF). Por su parte, en el Panel (b), se muestra la evolución de la producción de oro, la tasa de crecimiento anual de la producción fue en promedio entre 1980 y 2012 de 14%, llegando la producción a finales de 2012 a 5.193 mil (Onzas finas).

En el Panel (c), se muestra la evolución de la producción de zinc, la tasa de crecimiento anual de la producción fue en promedio entre 1980 y 2012 de 3%, llegando la producción a finales de 2012 a 1.281 mil (TMF). Finalmente, en el Panel (d), se muestra la evolución de la producción de plata, la tasa de crecimiento anual de la producción fue en promedio entre 1980 y 2012 de 3%, llegando la producción a finales de 2012 a 111.903 mil (Onzas finas).

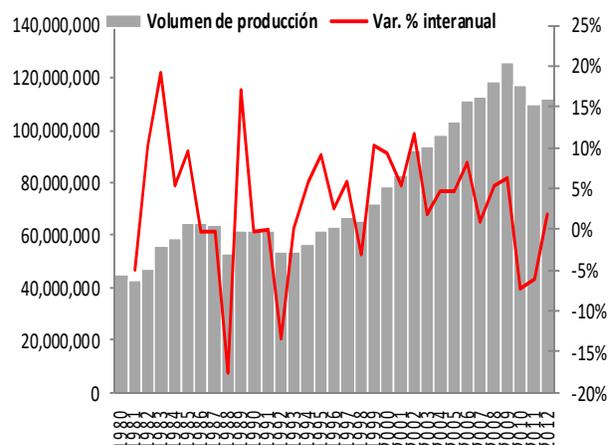
Perú: Evolución de la producción minera en el Perú (1980-2012), principales productos.
a) Cobre **b) Oro**



c) Zinc



d) Plata



Fuente: Instituto de Estadística e Informática.
Elaboración: Propia.

Producción agropecuaria

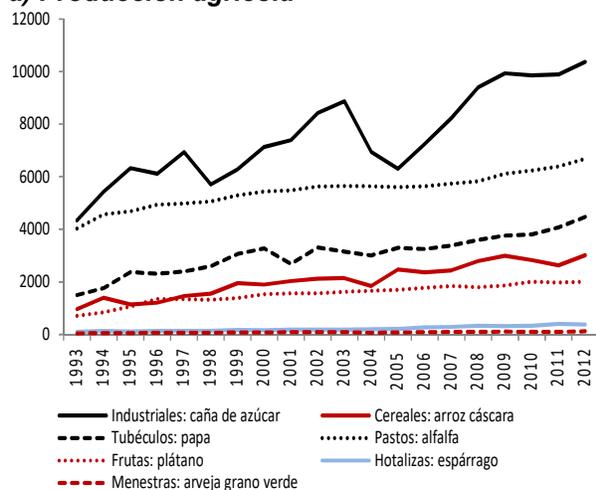
La producción agropecuaria es altamente diversificada para el caso peruano. En el gráfico siguiente, se muestra la evolución de la producción de algunos de los principales productos agropecuarios producidos en el Perú entre los años 1993 y 2012. En el Panel (a), se muestra la evolución de la producción de los principales productos industriales, cereales, tubérculos, pastos, frutas, hortalizas y menestras en miles de toneladas métricas. El producto agrícola con el mayor volumen de producción es la caña de azúcar (10.369 mil T.M. en 2012), seguido por la alfalfa (6.679 mil T.M. en 2012), papa (4.474 mil T.M. en 2012) y arroz cáscara (3.019 mil T.M., en 2012). Otros productos relevantes son el plátano, espárrago y arveja grano verde, cuyos volúmenes de producción llegaron en 2012 a 2.004, 377 y 118 miles de T.M., respectivamente. La mayoría de éstos productos han evidenciado un crecimiento interanual sostenido de la producción entre 1993 y 2012, el cual ha sido en promedio 6%, destacando el crecimiento de la producción de espárrago (8% en promedio interanual).

En el Panel (b), se muestra la evolución de la producción pecuaria en el Perú, el mayor volumen de producción de pecuaria corresponde a aves (1.429 mil T.M., en 2012), seguido por vacuno (360 mil T.M., en 2012); por su parte, el principal derivado agropecuario es la leche fresca (1.799 mil T.M., en 2012), seguido por huevos (314 mil T.M., en 2012). La mayoría de estos productos han evidenciado un crecimiento interanual sostenido de la producción entre

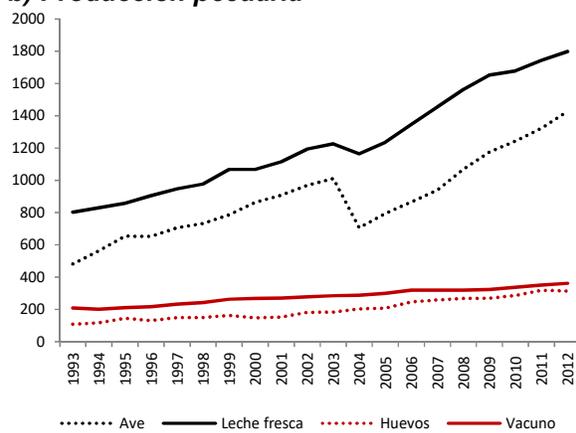
1993 y 2012, el cual ha sido en promedio 5%, destacando el crecimiento de la producción de aves (6,2% en promedio interanual).

Perú: Evolución de la producción agropecuaria en el Perú (1993-2012), principales productos.

a) Producción agrícola



b) Producción pecuaria



Fuente: Instituto de Estadística e Informática.
Elaboración: Propia.

Anexo 3: Ubicación espacial de los distritos mineros en el Perú

Ubicación espacial de los distritos mineros en el Perú (2012).



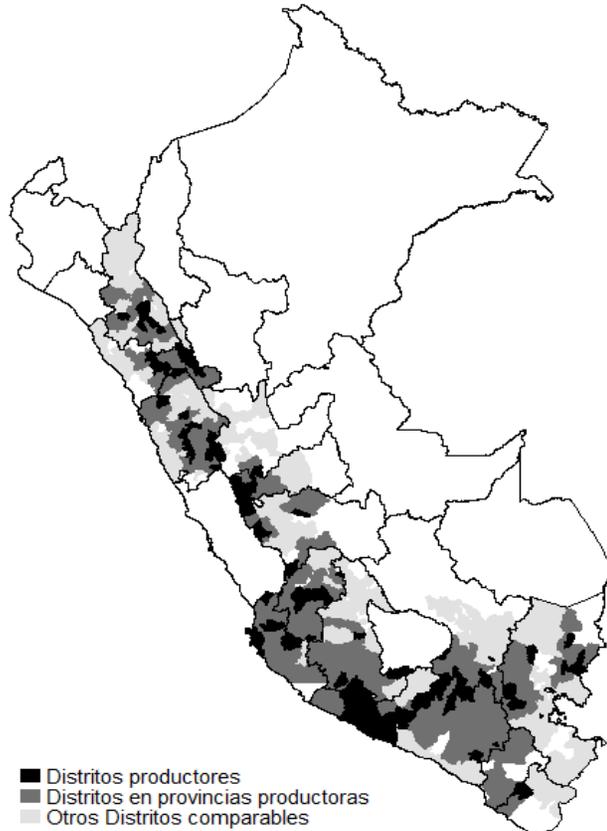
Fuente: Datos georeferenciados a escala distrital del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Data georeferenciada de operaciones mineras a escala distrital del Ministerio de Energía y Minas.
Elaboración: Propia.

Anexo 4: Análisis espacial

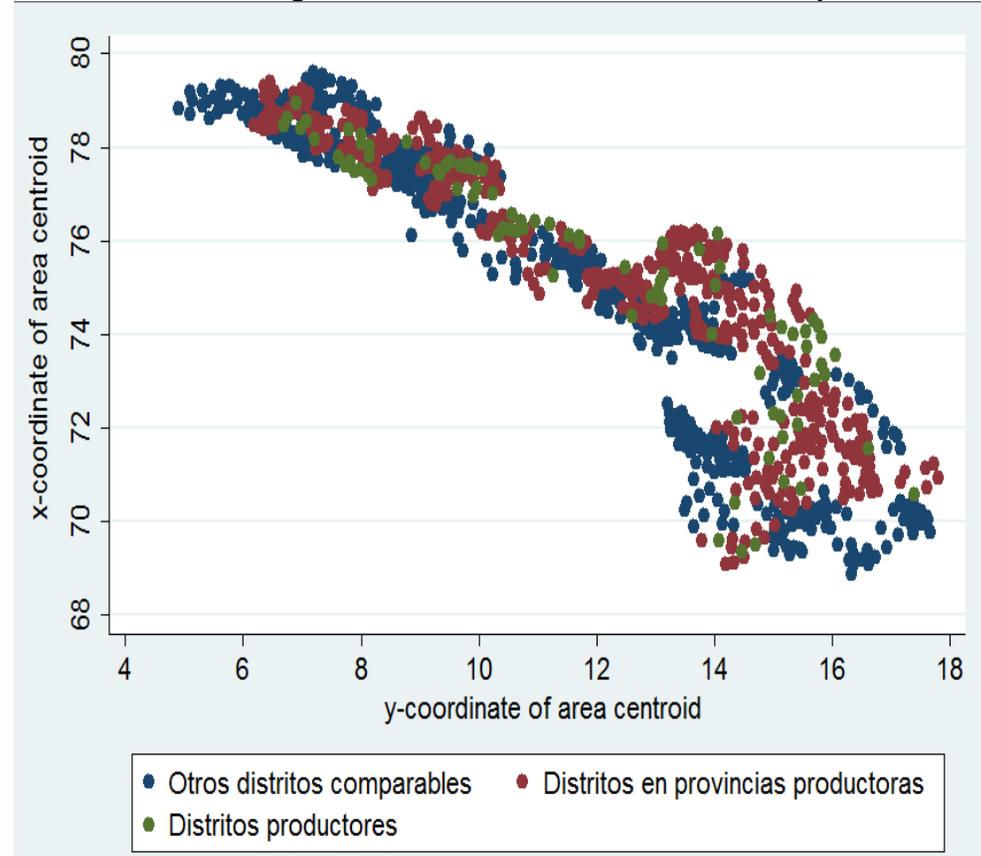
Gráfico A4.1: Aproximación espacial administrativa

Localización espacial de distritos mineros, distritos en provincias productoras y distritos de control

Panel a: Mapa de localización de distritos de comparación



Panel b: Gráfico de georeferenciación de distritos de comparación

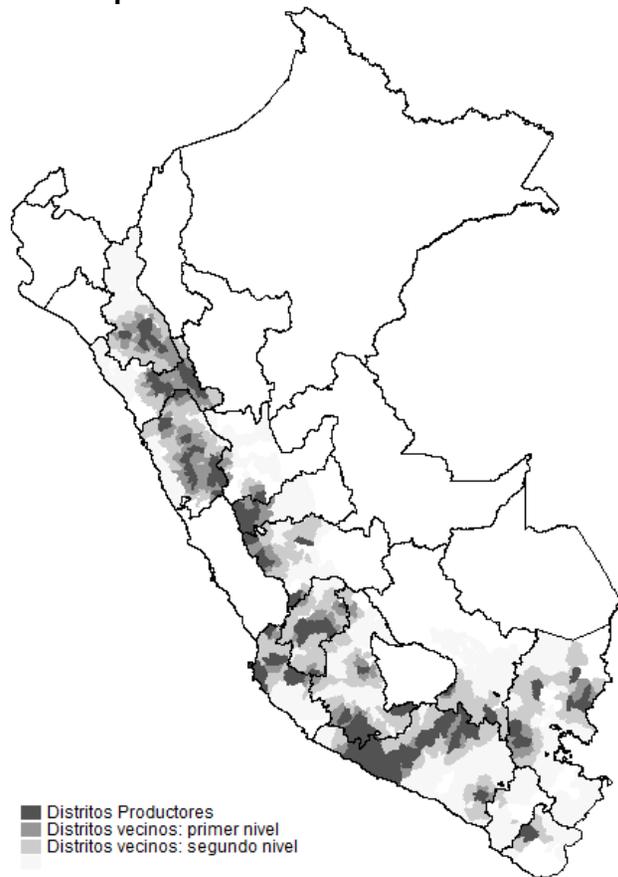


Fuente: Datos georeferenciados a escala distrital del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Data georeferenciada de operaciones mineras a escala distrital del Ministerio de Energía y Minas.
Elaboración: Propia.

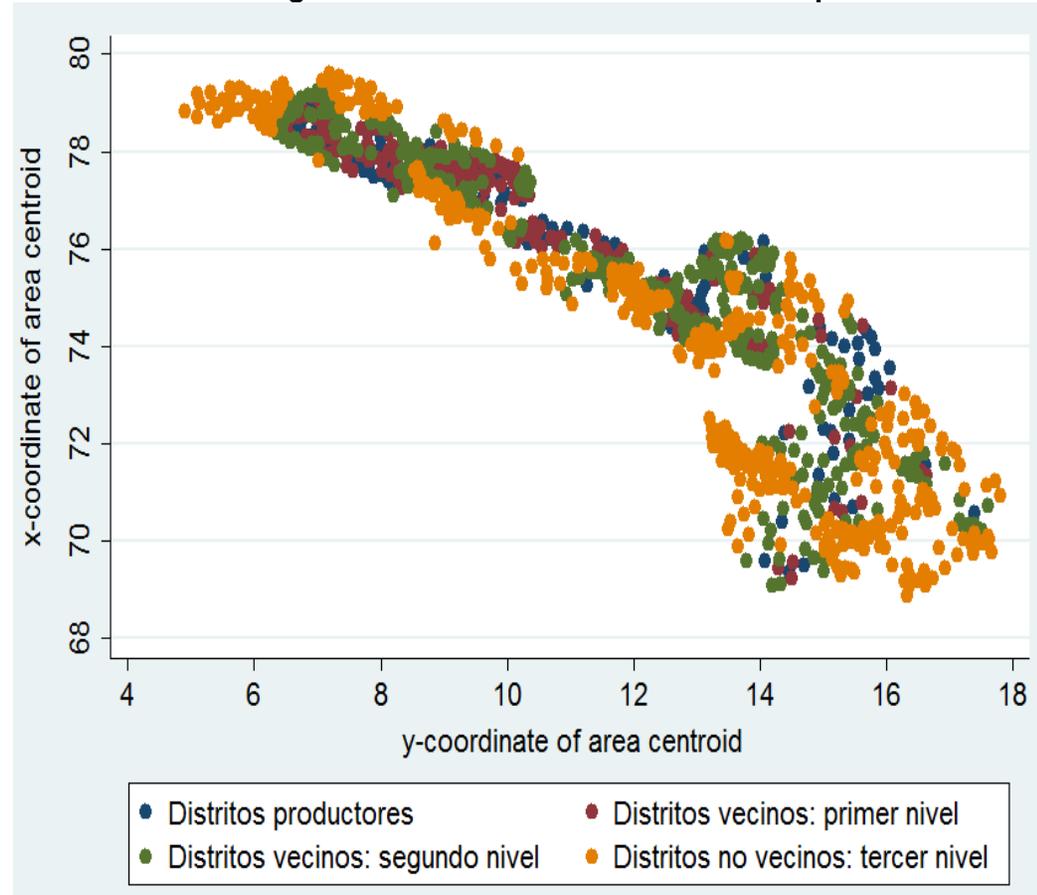
Gráfico A4.2: Aproximación espacial geográfica

Localización espacial de distritos mineros y distritos vecinos (por nivel de proximidad)

Panel a: Mapa de localización de distritos de comparación



Panel b: Gráfico de georeferenciación de distritos de comparación



Fuente: Datos georeferenciados a escala distrital del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Data georeferenciada de operaciones mineras a escala distrital del Ministerio de Energía y Minas.
Elaboración: Propia.

Anexo 5: Emparejamiento a nivel distrital pre-boom

Cuadro A5.1 Estimación de los Propensity Scores a nivel distrital
Variable dependiente: 1 Distrito Productor de minerales; 0 de otro modo

Variables independientes	Coeficientes (Desviación Estándar)
Distrito ubicado en la Cuenca Hidrográfica del Amazonas	0.814 (0.497)
Distrito ubicado en la Cuenca Hidrográfica del Pacífico	1.137** (0.516)
Altitud de la capital distrital	0.001*** (0.00)
Superficie agropecuaria total en 1993	0.000 (0.000)
Proporción % de la superficie bajo riego respecto de la superficie total	-0.841* (0.423)
Proporción % de la población rural respecto de la población total	0.290 (0.432)
Densidad poblacional (Habitantes por kilómetro cuadrado)	-0.006*** (0.002)
Proporción % de viviendas sin electricidad	-1.288*** (0.47)
Proporción % de viviendas sin servicios higiénicos	-0.460 (0.447)
Proporción % de población analfabeta respecto de la población total	-2.22** (1.02)
El distrito es capital provincial	-0.289 (0.256)
Distrito Pertenece a la Región Ancash	-0.592 (0.517)
Distrito Pertenece a la Región Arequipa	0.277 (0.562)
Distrito Pertenece a la Región Ayacucho	-1.062 (0.548)
Distrito Pertenece a la Región Cajamarca	-0.769 (0.507)
Distrito Pertenece a la Región Cusco	-2.027*** (0.569)
Distrito Pertenece a la Región Huancavelica	-0.728 (0.537)
Distrito Pertenece a la Región Huánuco	-1.589** (0.626)
Distrito Pertenece a la Región Ica	0.728 (0.683)
Distrito Pertenece a la Región Junín	-2.047*** (0.527)
Distrito Pertenece a la Región La Libertad	-0.102 (0.511)
Distrito Pertenece a la Región Moquegua	-1.19* (0.594)
Distrito Pertenece a la Región Pasco	-2.436*** (0.712)
Constante	-0.750 (0.787)
Pseudo R2	0.284
Observaciones	654

* Significancia al 10%; ** significancia al 5% y *** significancia al 1%.

Elaboración: Propia.

Cuadro A5.2: Prueba de diferencias en medias de las características de los distritos comparados

Características distritales	Matching	Distritos productores Mean [D=1]	Distritos no productores (en provincias no productoras) Mean [D=0]	Difference [D=1] - [D=0]	[t-value] (Pr(|T|>|t|))
Distrito ubicado en la Cuenca Hidrográfica del Amazonas	<i>Before matching</i>	0.489	0.549	-0.06	[-1.11] (0.266)
	<i>After matching</i>	0.517	0.537	-0.02	[-0.36] (0.718)
Distrito ubicado en la Cuenca Hidrográfica del Pacífico	<i>Before matching</i>	0.478	0.378	0.1	[1.88]* (0.061)
	<i>After matching</i>	0.448	0.397	0.051	[0.93] (0.353)
Altitud de la capital distrital	<i>Before matching</i>	2875.1	2691	184.1	[1.40] (0.140)
	<i>After matching</i>	2959	2762	197	[1.62] (0.106)
Superficie agropecuaria total en 1993	<i>Before matching</i>	2279.5	2875.9	-596.4	[-1.60] (0.111)
	<i>After matching</i>	2342	2732	-390	[-1.09] (0.277)
Proporción % de la superficie bajo riego respecto de la superficie total	<i>Before matching</i>	0.151	0.198	-0.047	[-1.42] (0.155)
	<i>After matching</i>	0.135	0.184	-0.049	[-1.52] (0.128)
Proporción % de la población rural respecto de la población total	<i>Before matching</i>	0.61	0.627	-0.017	[-0.53] (0.599)
	<i>After matching</i>	0.63	0.63	0	[-0.15] (0.884)
Densidad poblacional (Habitantes por kilómetro cuadrado)	<i>Before matching</i>	21.99	122.2	-100.21	[-1.45] (0.148)
	<i>After matching</i>	23	77	-54	[-1.36] (0.175)
Proporción % de viviendas sin electricidad	<i>Before matching</i>	0.688	0.761	-0.073	[-2.34]** (0.02)
	<i>After matching</i>	0.701	0.766	-0.065	[-2.10]* (0.036)
Proporción % de viviendas sin servicios higiénicos	<i>Before matching</i>	0.7	0.7	0	[-0.06] (0.956)
	<i>After matching</i>	0.71	0.71	0	[0.05] (0.964)
Proporción % de población analfabeta respecto de la población total	<i>Before matching</i>	0.227	0.256	-0.029	[-2.32]** (0.02)
	<i>After matching</i>	0.234	0.255	-0.021	[-1.68] (0.094)
El distrito es capital provincial	<i>Before matching</i>	0.097	0.109	-0.012	[-0.33] (0.742)
	<i>After matching</i>	0.103	0.106	-0.003	[-0.09] (0.931)

Los símbolos ***, ** y *, representan significancia estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: INEI 2007

Elaboración: Propia.

Anexo 6: Validación de la estrategia de identificación

Cuadro A6.1: Prueba de diferencias en medias de las características de los hogares comparados pre-boom minero (2001 - 2004)

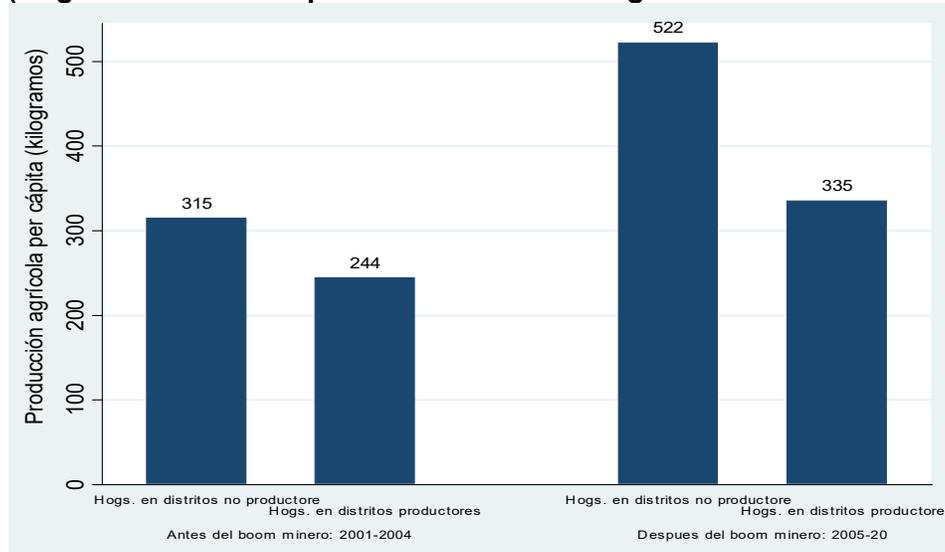
Características de los hogares comparados	Pre - boom: 2001 - 2004			
	Hogares en Distritos productores <i>Mean [D=1]</i>	Hogares en Distritos de control <i>Mean [D=0]</i>	Difference [D=1] - [D=0]	[t-value] (Pr(|T|>|t|))
Producción total agrícola per cápita (kilogramos per cápita)	244.37	315.1	-70.73	[-1.85] (0.064)
Total de horas trabajadas en actividades agropecuarias (Número de horas por semana)	37.31	38.04	-0.73	[1.10] (0.268)

Los símbolos ***, ** y *, representan significancia estadística al 1%, 5% y 10%, respectivamente.

Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

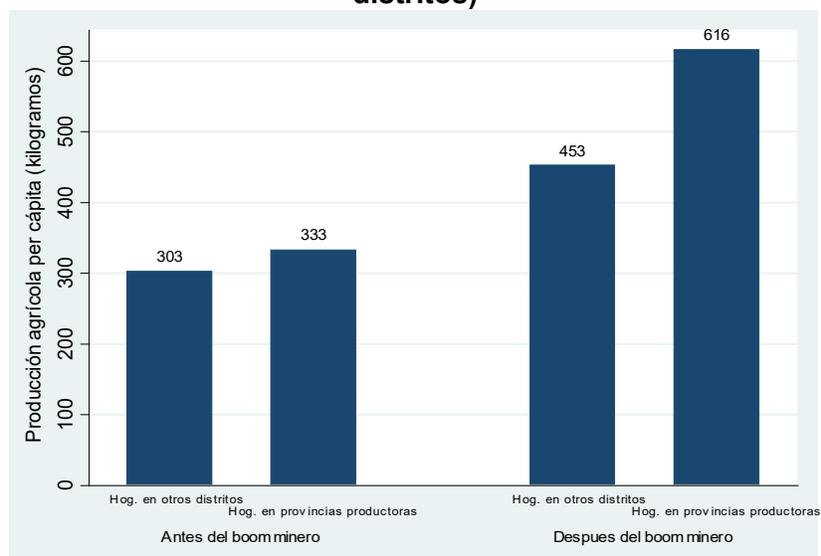
Gráfico A6.1: Comparación de hogares rurales por estatus de exposición a la minería antes y después del boom minero (Hogares en distritos productores versus Hogares en otros distritos)



Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

Gráfico A6.2: Comparación de hogares rurales por estatus de exposición a la minería antes y después del boom minero (Hogares en provincias productoras versus Hogares en otros distritos)



Fuente: ENAHO 2001-2010
Elaboración: Propia.

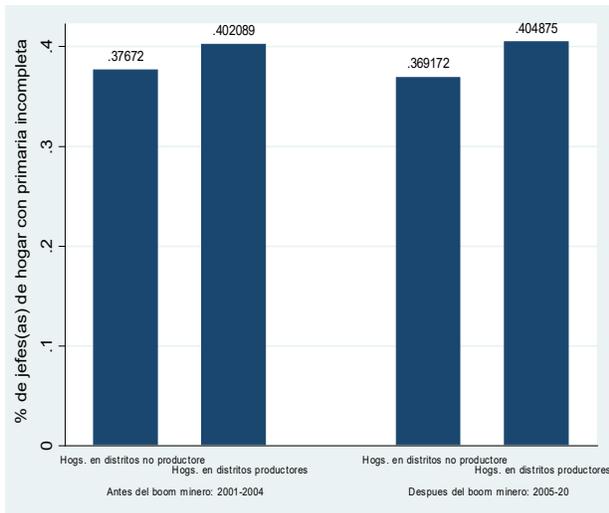
Cuadro A6.2: Pruebas de diferencias en medias de las características estructurales de los hogares comparados por estatus de exposición a la minería

Características de los hogares comparados	Hogares en Distritos de control				Hogares en Distritos Productores			
	Pre-boom [t=0] 2001-2004	Post-boom [t=1] 2005-2010	Difference [t=0] - [t=1]	[t-value] (Pr(|T|>|t|))	Pre-boom [t=0] 2001-2004	Post-boom [t=1] 2005-2010	Difference [t=0] - [t=1]	[t-value] (Pr(|T|>|t|))
Nivel educativo del jefe de hogar: sin nivel	0.16	0.15	0.01	[2.07]* (0.04)	0.18	0.18	0.0	[0.50] (0.61)
Nivel educativo del jefe de hogar: primaria incompleta	0.37	0.37	0	[1.15] (0.25)	0.40	0.40	-0.00	[-0.16] (0.87)
Nivel educativo del jefe de hogar: primaria completa	0.22	0.22	0	[1.30] (0.19)	0.2	0.2	0.0	[2.17]** (0.03)
Edad del jefe de hogar	49.4	51.6	-2.12	[-10.12]*** (0.00)	48.5	50.7	-2.2	[-3.19]*** (0.00)
Número de miembros del hogar	4.5	4.3	0.2	[1.60] (0.07)	4.6	4.5	0.1	[1.19] (0.23)
Sexo del jefe de hogar: varón	0.84	0.83	0.01	[1.72] (0.08)	0.87	0.87	0	[0.32] (0.75)

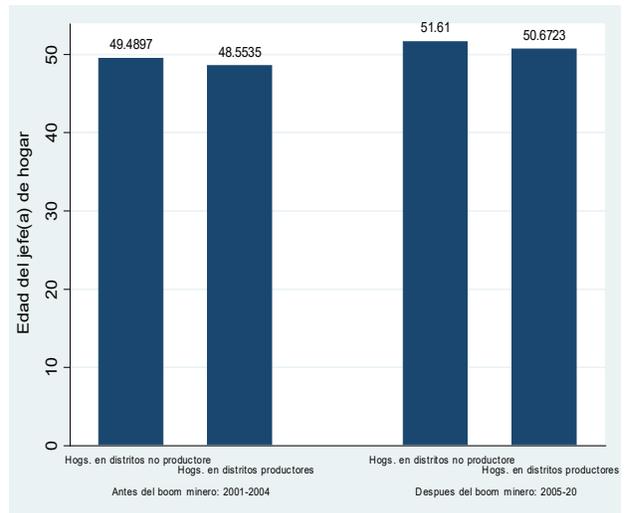
Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.

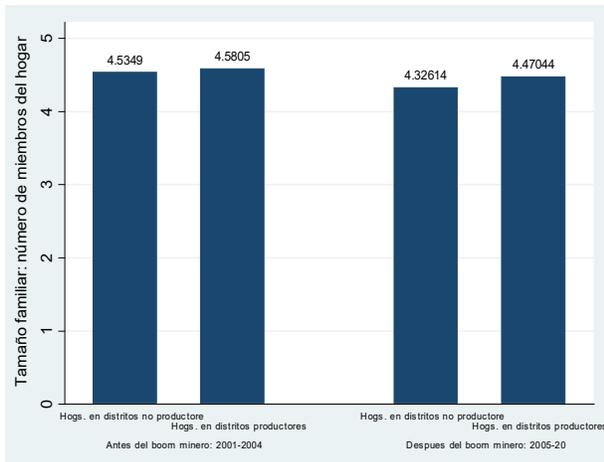
Gráfico A6.3: Comparación de hogares rurales por estatus de exposición a la minería
Nivel educativo



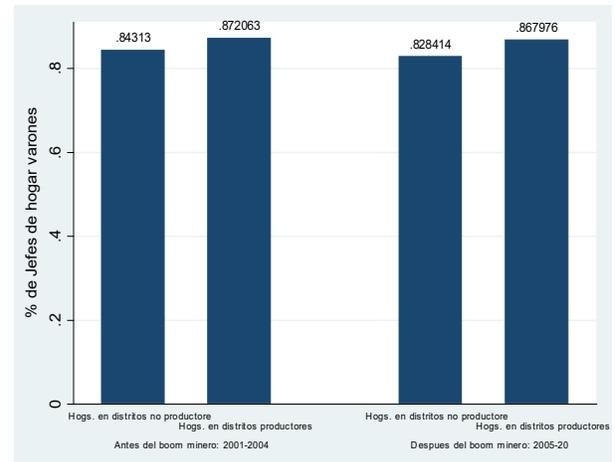
Edad



Tamaño familiar



Sexo del jefe(a) hogar: varones



Fuente: ENAHO 2001-2010

Elaboración: Propia.