

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
Pontificia Universidad Católica del Perú
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
Pontificia Universidad Católica del Perú

N° 465

¿SEMILLAS MEJORADAS
COMO ESCAPE DE LA
POBREZA? Evidencia
cualitativa y cuantitativa
para la sierra sur del
Perú

Victor Gamarra Echenique
Carmen Taipe Espinoza

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 465

**¿SEMILLAS MEJORADAS COMO ESCAPE DE LA POBREZA?
Evidencia cualitativa y cuantitativa para la sierra sur del
Perú**

Victor Gamarra Echenique y Carmen Taipe Espinoza

Octubre, 2018

DEPARTAMENTO
DE ECONOMÍA



DOCUMENTO DE TRABAJO 465

<http://files.pucp.edu.pe/departamento/economia/DDD465.pdf>

¿Semillas mejoradas como escape de la pobreza? Evidencia cualitativa y cuantitativa para la sierra sur del Perú
Documento de Trabajo 465

© Víctor Gamarra Echenique y Carmen Taipe Espinoza (autores)

Editado e Impreso:

© Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú,

Av. Universitaria 1801, Lima 32 – Perú.

Teléfono: (51-1) 626-2000 anexos 4950 - 4951

econo@pucp.edu.pe

<http://departamento.pucp.edu.pe/economia/publicaciones/documentos-de-trabajo/>

Encargado de la Serie: Jorge Rojas Rojas

Departamento de Economía – Pontificia Universidad Católica del Perú,

jorge.rojas@pucp.edu.pe

Primera edición – Octubre, 2018.

Tiraje: 50 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú Nº 2018-15899

ISSN 2079-8466 (Impresa)

ISSN 2079-8474 (En línea)

Se terminó de imprimir en Octubre de 2018.

¿SEMILLAS MEJORADAS COMO ESCAPE DE LA POBREZA? Evidencia cualitativa y cuantitativa para la sierra sur del Perú.

Victor Gamarra Echenique y Carmen Taipe Espinoza

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad esclarecer y cuantificar los potenciales efectos de la adopción de tecnologías agrícolas —semillas mejoradas— en la reducción de la pobreza rural, enfocándose en los hogares productores a pequeña escala en los Andes peruanos del sur. Para ello se emplea un método de análisis basado en el ‘propensity score matching’ para hallar las relaciones causales del tratamiento. Los resultados indican que existe una relación robusta y significativa entre la adopción de dichas tecnologías y el bienestar de los agricultores, aunque estos resultados dependen en gran medida del tamaño de la parcela y de la proporción regada de la misma. Asimismo, la evidencia cualitativa indica que la asistencia técnica y capacitación (semillas y tecnificación del riego) deben de ser implementadas tomando en cuenta las características idiosincráticas y culturales de los poblados andinos, además de hacerlos parte del planteamiento de la solución al problema de la baja productividad agrícola. El reto de mitigar la pobreza debe pasar por un acompañamiento no solo durante el proceso de producción agrícola, sino también en el proceso de articulación al mercado y organización empresarial de los productores.

Palabras clave: Agricultura; adopción de tecnología; Mitigación de la pobreza; Propensity score matching; Perú, Andes.

Código JEL: Q13, Q15, O13, I31, P25, Q18.

Abstract

The main purpose of this paper is to clarify and quantify the potential effects of the adoption of agricultural technologies —improved seeds— in the reduction of rural poverty, focusing on small-scale producer households in the southern Peruvian Andes. In this sense, we use an analysis method based on propensity score matching is used to find the causal relationships of the treatment. The results indicate that there is a robust and significant relationship between the adoption of these technologies and the well-being of farmers, although these results depend to a large extent on the size of the plot and the proportion irrigated. Likewise, the qualitative evidence indicates that technical assistance and training (seeds and irrigation

technification) should be implemented taking into account the idiosyncratic and cultural characteristics of the Andean villages, as well as making them part of the solution approach to the problem of low agricultural productivity. The challenge of mitigating poverty must go through accompaniment not only during the process of agricultural production, but also in the process of articulation to the market and business organization of producers.

Keywords: Agriculture, technology adoption, poverty alleviation, Propensity score matching; Perú, Andes.

JEL Codes: Q13, Q15, O13, I31, P25, Q18.

¿SEMILLAS MEJORADAS COMO ESCAPE DE LA POBREZA? Evidencia cualitativa y cuantitativa para la sierra sur del Perú¹

Victor Gamarra Echenique²
Carmen Taipe Espinoza³

I. INTRODUCCIÓN

A pesar de las impresionantes cifras de crecimiento económico peruano durante el periodo de boom minero (2001-2011) y su consecuente reducción de la pobreza monetaria en casi 30% durante ese periodo, existe aún un sector agrario rural que persiste en situación de precariedad y con elevadas tasas de pobreza. En el Perú, gran parte de este sector agrario-rural se encuentra en los Andes, caracterizado por una agricultura de baja productividad, de subsistencia, atomizada y de bajo poder de negociación en el mercado, y como consecuencia menores precios para sus productos que se verán reflejados en menores beneficios.

La literatura internacional (Mendola, 2007; Minten, 2008) explica que el crecimiento y el desarrollo agrícola no son posibles sin las opciones tecnológicas que mejoran el rendimiento porque simplemente no es suficiente expandir el área cultivada para satisfacer las crecientes necesidades alimentarias de las poblaciones en crecimiento. En este sentido, se sitúa a la adopción de tecnologías agrícolas, junto a la capacitación o asistencia técnica, como herramientas cruciales para aumentar la productividad agrícola y reducir la pobreza, al tiempo que se mantienen los agroecosistemas que sustentan los medios de vida.

Para esclarecer los efectos de dichas tecnologías, realizamos un estudio cuantitativo usando bases de datos de una encuesta especializada en el sector rural. Por otro lado, también se expone un estudio de caso de capacitación agrícola, llevado a cabo en la región de Arequipa y documentado por la Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible (AEDES).

¹ Los autores agradecen a la Maestría de Biocomercio y Desarrollo Sostenible (PUCP) por el financiamiento de la publicación (VI Concurso Nacional Experiencias Exitosas de Bio-comercio en el Perú. Maestría de Bio-comercio y Desarrollo Sostenible-2015). Asimismo, agradecen la colaboración de la Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible (AEDES) por brindar la información cualitativa para el estudio de caso. Todos los errores cometidos son responsabilidad exclusivamente nuestra.

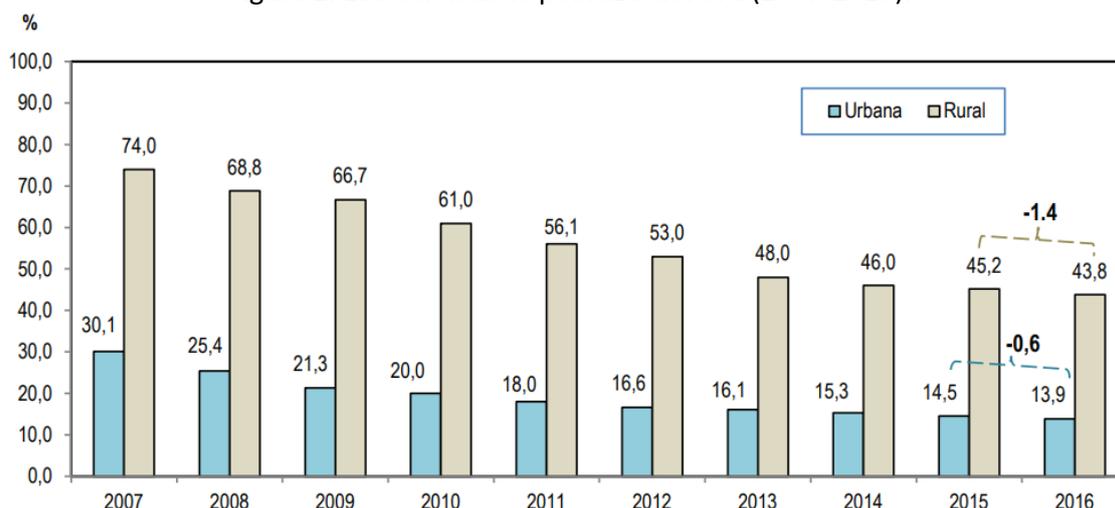
² Bachiller y Licenciado en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Jefe de Prácticas e Investigador en el Departamento de Economía PUCP. E-mail: victor.gamarrae@pucp.pe

³ Bachiller en economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Asistente de investigación en el Departamento de Economía PUCP. E-mail: carmen.taipe@pucp.pe

Realizamos un especial énfasis en los productores pequeños del sur de los Andes, particularmente afectados por el Cambio Climático, primero, para conciliar los resultados cuantitativos con la información cualitativa, y también porque, junto a la sierra centro, abarcan casi el 46% de los habitantes del sector rural peruano.

Para el análisis cuantitativo, este estudio se basa en la corriente de estudios de países en desarrollo (Mendola, 2007; Minten, 2008; Becerril y Abdulai; 2010, Kassie et. al., 2011) que emplean la técnica de ‘Propensity Score Matching - PSM’ para evaluar el impacto de la adopción de tecnologías. Esto último debido a que la elección de adoptar una u otra tecnología no se realiza al azar, sino que representa un sesgo de autoselección en el tratamiento, lo cual si es ignorado puede llevar a estimaciones sesgadas y a conclusiones o recomendaciones de política erróneas (Becerril y Abdulai, 2010). Kassie et. al. (2011) explican que la endogeneidad de la adopción se debe a que el nivel de ingresos o condición de pobreza puede estar relacionada directamente con la decisión de adoptar una tecnología, postular a un crédito o aceptar inscribirse en un padrón de asistencia técnica⁴, en la medida de que los beneficios esperados de dicha adopción están correlacionados con la capacidad de gasto, tenencia de tierras y sostenibilidad y aprovechamiento de la inversión en el mediano plazo.

Figura 1. Evolución de la pobreza en Perú (2007-2016).



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares.

⁴ Otro grupo de trabajos emplean el método de ‘endogenous switching regression’. Ver Di Falco (2014).

El PSM consiste en estimar por medio de un modelo probabilístico la probabilidad de los hogares de recibir o adoptar el tratamiento (semillas mejoradas) dadas sus características observables. Esto para controlar por la autoselección que ocurre cuando el tratamiento es endógeno. Una vez que se calcula el ‘p-score’ se procede a realizar la comparación entre hogares que tengan el mismo puntaje, basados en métodos comparativos como el método ‘Nearest Neighbor Matching’ o ‘Kernel Based Matching’ (Duflo et. al., 2007; García, 2011). Empleamos la Encuesta Provincial a Hogares Rurales (ENPROHRU-2014), la cual tiene información de productores agropecuarios con representatividad provincial, además de información socioeconómica de los agricultores⁵.

Los resultados indican una relación positiva entre adopción de tecnologías (semillas mejoradas) y los niveles de ingresos, así como una relación negativa entre dicha adopción y la condición de pobreza de un hogar. En particular, encontramos que esta se encuentra condicionada a una adecuada gestión y manejo del riego y por el tamaño de la parcela. Se encuentra que las tecnologías ayudan más a salir de la pobreza a los hogares adoptantes en todos los tamaños de parcela, pero la relación positiva con ingresos solo se manifiesta en hogares con mayores parcelas. Este resultado es similar en cuanto a la calidad de riego.

Esta dinámica sugiere un impacto solamente en la condición de pobreza de los agricultores con menos parcelas y capacidad de riego, mientras que es más robusto y sí mejora los ingresos de las familias que poseen más tierra y riego. El impacto robusto en pobreza puede deberse al relativo bajo umbral de pobreza monetaria de la zona rural (235 soles en promedio), el cual quizás es posible de pasarlo con incrementos pequeños de ingresos, pero los cuales no se traducen en incrementos significativos de la capacidad de gasto o posicionamiento en un mejor nivel de bienestar⁶.

Con relación al análisis cualitativo, documentamos un estudio de caso realizado por AEDES, que tuvo la finalidad de mejorar las capacidades y la competitividad de los pequeños productores en la Provincia La Unión-Arequipa, con el objetivo de aprovechar oportunidades de mercado de productos orgánicos como la Quinoa, Kiwicha y el Maíz

⁵ Explotamos la disponibilidad de data de la ENPROHRU de ingresos laborales, condiciones socioeconómicas y gastos agropecuarios, ausente en otras bases de datos especializadas en agricultura (CENAGRO, 2012; Encuesta Nacional de Agricultura, 2014-2015), además de su inusual gran número de observaciones e información sobre afectación al cambio climático.

⁶ Bienestar medido en términos de ingresos o condición de pobreza. A pesar de que la literatura da otras medidas multidimensionales de bienestar (Alkire y Foster, 2011), en este trabajo solo nos enfocaremos en las medidas monetarias.

Morado. Esto se realizó capacitando adecuadamente a los productores respecto a asistencia técnica agrícola, uso de insumos (entre ellos, semillas mejoradas) y una gestión eficiente del agua para enfrentar el cambio climático.

Cabe resaltar que, el proyecto de AEDES no solamente capacita y asiste mediante la transferencia de las tecnologías, sino que ha proveído de apoyo técnico para capacitar y fortalecer a los actores locales en diferentes roles⁷, con el propósito de promover y fortalecer el desarrollo de capacidades de gestión en el ámbito de intervención. Es decir, da importancia al desarrollo de capacidades de gestión a los agricultores.

El conjunto de experiencias y de capacitación ha logrado beneficiar a las familias campesinas organizándolas y articulándolas alrededor de las cadenas productivas y mercados competitivos, logrando mejorar sus ingresos, condiciones de empleo y de calidad de vida⁸. Al final del proyecto se ha logrado involucrar a 629 productores e indirectamente se ha involucrado a 1258 beneficiarios dado que al menos hay 2 miembros por familia de cada productor.

La contribución a la literatura de este trabajo tiene dos aspectos. Primero, realiza una aproximación cuantitativa del efecto causal de la adopción de tecnologías en la agricultura peruana, coherente con el grueso de trabajos que han realizado este tipo de estimaciones en África y zonas de Asia (Mendola, 2007; Minten, 2008; Becerril y Abdulai, 2010; Kassie et. al., 2011), lo cual permite obtener conclusiones empíricas y recomendaciones de política económica. En segundo lugar, documenta una experiencia exitosa de capacitación agrícola y acompañamiento-fortalecimiento de capacidades en zonas rurales particularmente vulnerables ante el cambio climático que puede ser de utilidad para planificaciones de futuras intervenciones para el gobierno nacional o gobiernos sub-nacionales.

La estructura del documento sigue de la siguiente manera. Primero, presentamos un marco teórico con las relaciones causales de la adopción de tecnologías y la mejora del bienestar del productor agrícola. Luego presentamos la metodología cuantitativa del estudio basada en el 'propensity score matching'. A continuación, presentamos los datos, estadísticas descriptivas; y resultados de estimaciones, respectivamente. Finalmente, presentamos un

⁷ Estos son roles de usuarios del agua, productores orgánicos, líderes tecnológicos, jóvenes, organizaciones y autoridades locales, entre otros.

⁸ Según el informe se ha incrementado en al menos 3% el ingreso per cápita de las familias y se han generado 80 nuevos empleos relacionados a la cadena de producción de granos orgánicos.

estudio de caso y concluimos resaltando las lecciones del estudio e implicancias para la política económica.

II. MARCO TEÓRICO

¿Cuándo la adopción de tecnologías en la agricultura beneficia a los pobres?

El estudio de la pobreza y de cómo los individuos consiguen escapar de ella es un tema central en países en desarrollo, debido a que en estos países gran porcentaje de los pobres se encuentran en el sector rural, empleados mayormente en actividades agrícolas o pecuarias (Minten y Barret, 2008; Datt y Ravallion, 1998). En el caso de la agricultura de subsistencia, los vínculos entre adopción de tecnologías y bienestar no siempre se traducen en una relación positiva.

¿Cuándo la adopción de tecnologías en la agricultura beneficia a los pobres? Existen diversos canales a través de los cuales hay canal de transmisión, siendo el principal y más estudiado el aumento de productividad. Schneider y Gugerty (2011) realizan una revisión de dichos canales.

La productividad agrícola es definida como producto por unidad de input, rendimiento agrícola por cultivo o producción total por hectárea, o producción por trabajador. Cualquiera que sea la medida empleada, la evidencia empírica encuentra que mejoras en la productividad agrícola son importantes para la reducción de la pobreza (Mellor 1999). Para esto es importante diferenciar entre producción o 'output' y productividad⁹. Schneider y Gugerty (2011) explican que la adopción de una nueva tecnología, por ejemplo, puede impactar de forma distinta en la producción, las ganancias y en el empleo. La dinámica explicada por los autores es la siguiente.

En primer lugar, si la tecnología reduce los insumos necesarios, los costos de producción disminuirán (aumentando los beneficios), pero la producción no se verá afectada y el empleo podría reducirse. Si en cambio la tecnología eleva los rendimientos, la producción y (lo más probable) el empleo aumentará, pero los beneficios no necesariamente aumentarán. Alternativamente, si la tecnología eleva la productividad laboral, las tasas salariales aumentarán, pero probablemente a expensas de la cantidad de mano de obra

⁹ En algunos casos, el producto y la productividad aumentan juntos. En otros casos pueden variar inversamente con consecuencias diferenciales para la pobreza.

empleada y con efectos poco claros sobre los beneficios y la producción. Una tecnología que permita la expansión del área cultivada, podría aumentar la producción, el empleo y los beneficios, pero es probable que disminuya los rendimientos. Por último, los aumentos de la productividad pueden no dar lugar a la reducción de la pobreza si la disminución de los precios de producción supera la ganancia derivada del aumento de la productividad (Schneider y Gugerty, 2011). Es por estas complejas relaciones que es importante estudiar los canales y vínculos entre la productividad agrícola y la reducción de la pobreza.

El aumento de productividad puede conllevar a un aumento del producto (crecimiento rural), lo cual aumenta los ingresos de los agricultores pobres, quienes aumentan la demanda de bienes y servicios producidos por los pobres rurales no agrícolas (Mellor 1999). De esta manera, una mayor producción agrícola estimula el empleo en los sectores rurales y urbanos no agrícolas mediante vínculos¹⁰ tanto hacia adelante como hacia atrás¹¹ (Hanmer y Naschold, 2000). Así, el crecimiento agrícola beneficia a los campesinos pobres y los trabajadores pobres sin tierra (ocupados en otras actividades) aumentando tanto la producción como el empleo (estimulando la demanda de bienes y servicios), beneficiando tanto a los pobres urbanos como rurales a través del crecimiento de la economía rural no agrícola (Thirtle, Lin y Piesse, 2003).

Otro canal de transmisión de un aumento de la producción (vía productividad) que mencionan Schneider y Gugerty es el canal de seguridad alimentaria y servicios básicos. Esto es explicado por Timmer (1995) dado que un aumento de la producción de alimentos y de los ingresos agrícolas permite una mejor nutrición y una mayor inversión en salud y educación. Asimismo, los autores explican, a través de Irz et al. (2001), que el crecimiento del sector agrícola rural puede empoderar a la población y estimular así la demanda de infraestructura y servicios públicos, además que genera mayores ingresos fiscales para financiarla¹².

Asimismo, el canal del precio de los alimentos también es importante (Mellor, 1999). La productividad agrícola determina dichos precios, lo cual a su vez determina los costos

¹⁰ Este efecto dependerá del grado de integración y de los eslabonamientos, infraestructura, extensión de los mercados, etc., del sector rural.

¹¹ Adicionalmente, el autor explica que se puede dar lugar a una disminución la pobreza urbana al frenar la migración a las zonas urbanas y bajar los precios de los alimentos (Mellor 1999).

¹² Además, puede generar acumulación de capital social a través de mayores interacciones entre agricultores y otros agentes de la cadena de suministro agrícola y sectores relacionados.

salariales y, por ende, la competitividad de dichos bienes ante otros bienes transables. El efecto final de un aumento de la producción o de la productividad es el resultado final de un conjunto de efectos en uno y otro sentido. Según Schneider y Gugerty (2011), un aumento de la producción agrícola puede modificar los precios relativos de dichos productos agrícolas en relación con sus productos sustitutos y complementarios, así como los costos de los insumos para la producción (trabajo y tierra, principalmente). Si dicho aumento de la producción hace caer los precios de dichos productos, o los costos de producción aumentan debido a la demanda, el aumento de la producción agrícola podría no traducirse en mayores ingresos (beneficios) del productor agrario (Irz et al., 2001). El crecimiento del producto puede no aumentar los ingresos de los hogares agrícolas si el efecto precio contrarresta el aumento de la producción (efecto ingreso). Sin embargo, el efecto precio de los alimentos depende de la comerciabilidad de los mismos (Schneider y Gugerty, 2011). La literatura en general establece que los cultivos alimentarios en los países en desarrollo agrícolas son en gran parte no transables¹³. Dado esto, su precio no está influenciado por la competencia en el mercado internacional (Banco Mundial, 2007).

Literatura internacional sobre el tema

Con respecto a los trabajos empíricos de estudios de caso, existe una amplia literatura que vincula positivamente la adopción de tecnologías agrícolas con la reducción de la pobreza. Una gran parte de estos trabajos han sido desarrollados en países africanos y asiáticos, encontrando efectos positivos. Por ejemplo, Minten y Barret (2007) aplican una metodología similar para el caso de Madagascar, encontrando que las comunas que tienen mayores tasas de adopción de tecnologías agrícolas mejoradas disfrutaban de precios alimentarios más bajos, salarios reales más altos para los trabajadores no calificados y mejores indicadores de bienestar.

Bezu et. al. (2014) realizan un estudio para Malawi con datos de panel de tres años, específicamente para un tipo de semillas mejoradas de maíz. Los resultados muestran que dicha adopción de semillas mejoradas de maíz está positivamente correlacionada con el consumo propio de maíz, los ingresos y las tenencias de activos, además de que la adopción mejorada de maíz tiene un impacto más fuerte en el bienestar de los hogares más pobres.

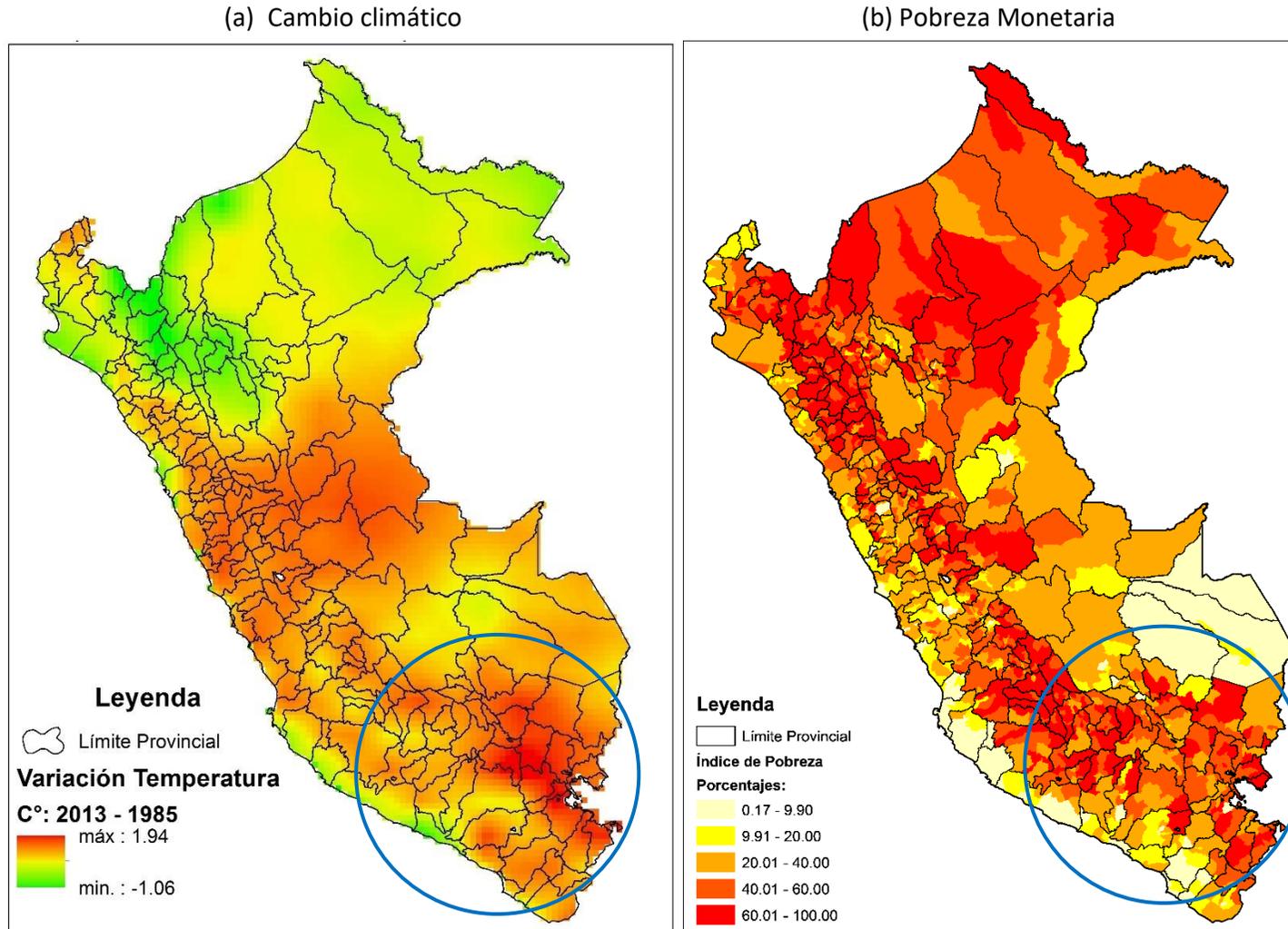
¹³ Debido a que la economía alimentaria doméstica permanece relativamente aislada por los altos costos de transporte y comercialización, además de la baja competitividad.

Kassie et. al. (2011) evalúan la adopción de variedades mejoradas de cacahuate en los ingresos de los cultivos y la pobreza en Uganda rural. El estudio emplea datos transversales, encontrando que la adopción de variedades mejoradas de cacahuate (tecnología) aumenta significativamente los ingresos de los cultivos y reduce la pobreza.

Mendola (2007) evalúa la adopción de tecnologías en semillas por parte de agricultores con escasos recursos para Bangladesh, encontrando un efecto robusto y positivo de la adopción de tecnología agrícola en el bienestar de los hogares agrícolas, lo que sugiere que existe un amplio margen para mejorar el papel de la tecnología agrícola en la contribución "directa" a la mitigación de la pobreza.

Asimismo, en Pakistán, Ali y Abdulai (2009) evalúan los efectos de la adopción de semillas de algodón sobre los rendimientos, los ingresos de los hogares y la pobreza, utilizando datos transversales de una encuesta a agricultores. Los resultados revelan que la adopción de la nueva tecnología ejerce un impacto positivo y significativo sobre el rendimiento del algodón, el ingreso de los hogares y la reducción de la pobreza.

Figura 2. Cambio climático y pobreza en Perú (2013).



Fuente: (a) Gamarra y Pérez (2018) y (b) INEI-Mapa de Pobreza (2014).

Por otro lado, existe literatura que no encuentra una relación estadísticamente robusta entre la adopción de tecnologías y la reducción de la pobreza, aunque son mucho más reducidos. En Ghana, Faltermeier y Abdulai (2009) evalúan el empleo de tecnologías de riego y conservación de agua por parte de agricultores de arroz, hallando un impacto positivo pero insignificante en la oferta de producción y en los rendimientos netos, no encontrando una diferencia significativa entre los ingresos de los adoptantes y los no adoptantes del método.

Para el caso latinoamericano, en México, Becerril y Abdulai (2009) estudian la adopción de 'germoplasma' mejorado de maíz en Oaxaca y Chiapas en dicho país. Por medio de una metodología de Propensity Score Matching analizan el impacto de la adopción de variedades de maíz mejoradas en el ingreso de los hogares y la reducción de la pobreza, utilizando datos de corte transversal, hallando un fuerte impacto positivo y significativo de la adopción mejorada de la variedad de maíz en el bienestar de los hogares agrícolas, medido por el gasto per cápita y la reducción de la pobreza. Por otro lado, Cirilo (2009) analiza el impacto de adopción de tecnologías agrícolas por parte de campesinos indígenas de México, encontrándose efectos positivos y un aumento de bienestar en dicho grupo vulnerable a la pobreza.

III. METODOLOGÍA

Para dar respuesta a la pregunta de investigación, se emplearán métodos cuantitativos econométricos de evaluación de impacto con el objetivo de hallar el efecto causal de la adopción de tecnologías agrícolas en la vulnerabilidad ante la pobreza (ingresos). Idealmente, un ejercicio experimental permitiría estimar este efecto causal. Sin embargo, dada la disponibilidad de datos (corte transversal) y la naturaleza del tratamiento, se procederá a realizar un análisis cuasi-experimental, basado en el trabajo y metodología de Mendola (2007), Ali y Abdulai (2009) y Kassie et. al. (2011).

Dado que el tratamiento de adoptar una tecnología no es un evento aleatorio, se tiene un problema al que la literatura conoce como 'auto-selección' (Mendola, 2007; García, 2011),

debido a que los hogares productores determinan si es que se adopta una nueva tecnología o no, y esa decisión puede estar relacionada a los beneficios esperados de adoptarla o no¹⁴.

Podemos modelar el ingreso del hogar productor y la adopción de tecnologías por medio de dos ecuaciones, planteadas por Mendola (2007), Becerril and Abdulai (2010):

$$Y_i^T = F^T(X_i) + \varepsilon_i^T, \quad T = 0,1 \quad (1)$$

$$T_i = G(W_i) + \eta_i, \quad (2)$$

Donde Y_i^T denota el ingreso del hogar i que adopta la tecnología T . Por tanto, Y_i^1 y Y_i^0 denotan los ingresos del hogar i en caso de que adopte o no adopte la nueva tecnología, respectivamente. Los ingresos del hogar i dependen de un vector de variables observadas X_i , y de un vector de variables no observadas ε_i^T . Por otro lado, T_i es una variable binaria igual a 1 si el hogar adopta la nueva tecnología y 0 si no la adopta; W_i es un subgrupo de X_i , e incluye variables observables que influyen en la decisión de emplear una nueva tecnología, además de factores específicos no observables de los hogares capturados por el término η_i .

El comportamiento de los hogares con respecto a la adopción de la tecnología puede considerarse (en general) como el resultado de un proceso de decisión donde la condición de separabilidad estándar entre consumo y producción no se mantiene, y las decisiones de producción están influenciadas por algunas de las mismas características del hogar que influyen en el ingreso (Bezu et. al., 2014; Ali y Abdulai, 2009). Es ahí que existe el problema de la doble causalidad, es decir, ¿la adopción de tecnologías incrementa el ingreso del hogar? ¿O el aumento de ingresos del hogar conlleva a la adopción de nuevas tecnologías?

De esta manera, entrando al problema causal de la evaluación de impacto, se tiene el Efecto Promedio del Tratamiento (Average Treatment Effect), definido como:

¹⁴ En otras palabras, la relación entre la adopción de una tecnología y la vulnerabilidad ante la pobreza puede ser una relación en doble sentido, donde la adopción de una determinada tecnología puede ayudar a la salida de la pobreza, y al mismo tiempo el hecho de salir de la pobreza-lo cual está relacionado a una mejora del capital humano como mejora de la calidad de salud y condiciones educativas y laborales-puede fomentar la adopción de nuevas tecnologías (Faltermeier y Abdulai, 2009). Si la tecnología fuera asignada aleatoriamente (como en un experimento controlado) se podría evaluar el efecto causal de la adopción de tecnologías en el bienestar de los hogares por medio de la diferencia en el bienestar promedio entre los adoptantes y los no adoptantes de la nueva tecnología. Sin embargo, con data observacional, se deben emplear métodos distintos para solucionar el problema de la inferencia causal.

$$\tau_{ATE} = E[Y_i^1 - Y_i^0] \quad (3)$$

Donde el problema principal de dicha estimación causal de (3) subyace en que solo se observa solo Y_i^1 o Y_i^0 y no ambos para cada hogar. Formalizando la expresión anterior, se tiene la ecuación:

$$Y_i = T_i Y_i^1 + (1 - T_i) Y_i^0, \quad T = 0,1. \quad (4)$$

La cual expresa el resultado para el hogar i , Y_i , en términos de la adopción o no adopción de la tecnología T_i . Reescribiendo la ecuación (3), se tiene:

$$\begin{aligned} \tau_{ATE} = & P[E(Y^1|T = 1) - E(Y^0|T = 1)] \\ & + (1 - P)[E(Y^1|T = 0) - E(Y^0|T = 0)] \end{aligned} \quad (5)$$

Donde P es la probabilidad de observar un hogar con $T=1$ en la muestra (Mendola, 2007). Sin embargo, no es posible estimar los contrafactuales no observables $E(Y^1|T = 0)$ y $E(Y^0|T = 1)$, el cual representa el principal problema de la 'inferencia causal' (Heckman et. al., 1998).

Siguiendo a Minten (2008), si suponemos que la adopción de tecnología es una función de un conjunto de características observables a nivel de hogares y eliminando el supuesto de un 'efecto tecnología constante', es posible seguir el procedimiento del *Propensity Score Matching* (en adelante PSM). Este procedimiento, equilibra las distribuciones de las variables observadas entre los grupos de tratamiento y control, basado en la similitud de sus probabilidades predichas de adoptar una tecnología agrícola (a esta probabilidad se le conoce como *p-score* o puntaje de propensión). Este procedimiento tiene la bondad que es insensible a la forma funcional elegida y es capaz de manejar el problema de incomparabilidad entre los escenarios contrafactuales. Es decir, el método hace comparable lo incomparable o inobservable (García, 2011). Según el autor, esto es posible restringiendo nuestra evaluación a comparaciones "locales" apropiadas donde el contrafactual no es muy diferente de lo que observamos¹⁵.

¹⁵ La desventaja de este método es que al relajar la linealidad del modelo (por medio del modelo probabilístico) se reduce la eficiencia de las estimaciones, es decir, errores estándar más grandes.

El enfoque de ‘matching’ que realiza el PSM es consistente con el argumento teórico de que hay muchas razones a priori para esperar que el efecto de la adopción de la tecnología en el ingreso sea el resultado de una interacción con muchas otras variables (Ali & Abdulai, 2009; Mendola, 2007). La característica principal del procedimiento de ‘matching’ es que sea crean las condiciones de un experimento aleatorizado, con el objetivo de evaluar el efecto causal como si se estuviera en un verdadero experimento controlado. Para ello es necesario el supuesto de independencia condicional (Minten, 2008; Kassie et. al., 2011), el cual establece que la selección de tecnología es aleatoria y no se encuentra correlacionada con el ingreso, al controlar por las variables observables X . De esta manera, se puede reescribir el Efecto Promedio del Tratamiento (Average Treatment Effect) como:

$$\tau_{ATE}(X) = E(Y^1 - Y^0|X) = E(Y^1|T = 1, X) - E(Y^0|T = 0, X) \quad (8)$$

Donde el efecto promedio de la tecnología es $\tau_{ATE} = E\{\tau_{ATE}(X)\}$. Mientras que la adopción de tecnología sea aleatoria, es posible comparar los ingresos de los hogares similares en una u otra ‘condición tecnológica’ (es decir, si adoptó la tecnología o no lo hizo), definiendo ‘hogares similares’ según los valores de X (Becerril y Abdulai, 2010; Mendola, 2007). Sin embargo, debido a la gran dimensión del vector X , según el autor, el método de PSM reduce dicha dimensionalidad al comparar los hogares con la misma probabilidad de seleccionar la nueva tecnología, dados los controles X (Rosebaum y Rubin, 1983). Por lo que es necesario definir la probabilidad condicional de que el hogar i adopte la nueva tecnología, dado los controles X , de la siguiente manera:

$$p_i = p(X_i) = Prob[T_i = 1|X_i] \quad (9)$$

Esta probabilidad condicional es el *propensity score* que permite identificar a los hogares similares entre sí. Este *p-score* clasifica a los hogares según su propio comportamiento y probabilidad hacia la adopción de tecnología, de manera tal que se evalúa el efecto tecnológico entre grupos de agricultores que tienen un comportamiento similar. Según Ali y Abdulai (2009), esto es de vital importancia en el contexto agrícola, dado que la elección de los hogares sobre si adoptar o no una nueva tecnología debe tenerse en cuenta al evaluar su efecto causal en el bienestar del hogar. Por lo tanto, la suposición de la independencia condicional es de suma importancia, ya que asumimos que la tecnología es aleatoria (no está correlacionada con X) dentro de grupos de hogares que tienen el mismo comportamiento hacia la adopción. Esto implica que los hogares con el mismo *p-score* o

probabilidad tienen (o deben tener) la misma distribución de X , independientemente de su 'condición tecnológica' (Mendola, 2007). El efecto tecnológico de los hogares con similar 'p-score' puede ser escrito como:

$$\tau_{ATE}(p(X)) = E(Y^1|T = 1, p(X)) - E(Y^0|T = 0, p(X)), \quad (10)$$

Donde el efecto para toda la población es $\tau_{ATE} = E\{\tau_{ATE}(p(X))\}$. Una vez que se obtienen los valores del 'p-score' que captura las similitudes, se procede a emplear dicho 'p-score' para emparejar a cada uno de los adoptantes con su respectivo no-adoptante más cercano¹⁶.

En general, el método de PSM es ampliamente usado por la literatura de evaluación de impacto, específicamente de programas sociales (García, 2011); sin embargo, existen algunos problemas que se pueden identificar (Mendola, 2007). Estos pueden ser las variables no observables, la selección de las variables de control X , la falta de control de las diferencias locales cuando se comparan los grupos tratados y de control (falta de coincidencia geográfica) y la importancia de medir la variable dependiente de la misma manera en los grupos de tratamiento y comparación. Es cierto que el supuesto de independencia condicional descarta potenciales características explicativas no observadas en la estimación del 'p-score', por lo que se elimina todas las otras fuentes de sesgo en el análisis de emparejamiento que sigue.

IV. DATOS Y ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Para desarrollar la investigación emplearemos la base de datos inusualmente amplia en cobertura e información agropecuaria: Encuesta Provincial a Hogares Rurales (ENPROHRU) 2014, la cual dispone de información estadística, demográfica y económica representativa a nivel provincial de los hogares rurales de todo el Perú. A diferencia de otras encuestas especializadas en agricultura (Encuesta Nacional Agropecuaria - ENA 2015-2016), encuestas de hogares que incorporan módulos de productor agropecuario (ENAHO) y Censos Agrarios

¹⁶ El más empelado es el método de 'vecino más cercano-Nearest Neighbor Matching' que simplemente identifica para cada hogar el "gemelo más cercano" en el estado tecnológico opuesto (García, 2011). Otros estimadores emplean métodos de emparejamiento basados en 'kernel', siendo más flexible este método que el anterior en relación a la especificación del 'p-score'.

(Censo Nacional Agropecuario, CENAGRO 2012), esta encuesta reporta información representativa a nivel provincial rural, teniendo más cobertura y observaciones que la ENA, y al mismo tiempo cuenta con información de educación, empleo, gastos, y sobre todo nivel y valor de producción agropecuaria, a diferencia del CENAGRO. En total la ENPROHRU 2014 contiene información de 120,012 hogares rurales, información que se refiere al periodo 2013.

Dado que el énfasis de este estudio es la sierra sur del Perú, la muestra queda reducida a las regiones de Cusco y Puno, y la parte norte no costera de Arequipa, Moquegua y Tacna. El número de observaciones final es de 1685 observaciones¹⁷. El énfasis en estas regiones de la sierra sur es que año tras año se ven afectadas por el cambio climático (después se retomará este aspecto en el análisis cualitativo). Particularmente, las regiones Puno y Cusco son las regiones que cuentan con mayores unidades agropecuarias (215,000 y 182,000 según CENAGRO para el 2012), solo superadas por Cajamarca (340,000). Arequipa cuenta con 58,000.

Tabla 1. Distribución de hogares por tenencia de tierra

Parcelas	Tamaño (Hectáreas)	Proporción regada (%)	Proporción sembrada (%)	Propietarios	No Propietarios	Total
Poca Tierra	0 - 0.049	38	84	248	83	331
Pequeñas Parcelas	0.05 - 2.49	55	89	663	369	1032
Medianas Parcelas	2.5 - 7.49	41	69	65	37	102
Grandes Parcelas	7.50 +	29	45	58	22	80
Total		49	84	1034	511	1545

Fuente: INEI-ENPROHRU (2014). Elaboración Propia. Propietarios se refiere a productores que tienen la propiedad total de la parcela donde trabajan.

La Tabla 1 muestra la distribución de las tierras cultivadas (propiedad y cultivadas) entre granjas sin tierra, pequeñas, medianas y grandes, según definiciones de la corriente de literatura revisada (Mendola, 2007; Minten, 2008; Becerril y Abdulai; 2010, Kassie et. al., 2011). Alrededor del 89% de los hogares de muestra son pequeños agricultores y esto es coherente con la distribución en todo el país (INEI-CENAGRO, 2012).

¹⁷ El bajo tamaño de muestra final es porque nos aseguramos de quedarnos solamente con adoptantes que tengan una u otra tecnología: también hay adoptantes de semillas no mejoradas, las cuales pueden estar afectando también las decisiones del hogar. Todos los hogares adoptantes de este tipo de semillas fueron excluidos de la muestra.

Estas son regiones que concentran elevada mano de obra ocupada en la agricultura, donde se producen y venden la mayoría de las diferentes variedades de productos agrícolas, en particular cultivos de papa (en todas las regiones analizadas), quinua y avena (Puno y Arequipa) y café y cacao (Cusco). Sin embargo, las heladas estacionales, el granizo, las precipitaciones y la temperatura hacen que estas regiones sean particularmente vulnerables al cambio climático dado su elevada dependencia hacia la agricultura. La Tabla 2 muestra las principales estadísticas descriptivas de la muestra, diferenciando entre adoptantes y no adoptantes de semillas mejoradas. Algunas de estas características son las variables explicativas de los modelos estimados que presentamos más adelante, seleccionados sobre la base de la discusión teórica.

Las variables que resultan estadísticamente diferentes entre adoptantes y no adoptantes son el nivel educativo del Jefe de Hogar (porcentaje de jefes con secundaria completa). El nivel educativo de la cabeza de los hogares difiere entre los dos grupos, por lo que la educación puede estar correlacionada con la decisión de adoptar. Observamos que el tamaño promedio de la familia no es estadísticamente diferente entre los adoptantes y los no adoptantes. El número de adultos en el hogar no es significativamente diferente entre los que adoptan y los que no lo adoptan, ni tampoco lo es el número de trabajadores familiares ocupados en agricultura, lo cual hace pensar que las diferencias importantes son aquellas relacionadas a los activos y tenencia de tierra.

La proporción regada y sembrada de la parcela también difieren: hay una diferencia significativa en el área de tierra regada (27%) y cultivada (6%) para que los adoptantes puedan haber utilizado su mayor productividad para ampliar sus áreas operativas. Una mayor proporción de tierra irrigada es importante para su adopción. El régimen de tenencia y posesión de arado son también estadísticamente diferentes, siendo este último mayor para el caso de los adoptantes (10% y 5%, respectivamente). Esto es importante debido a que las personas que poseen la tierra son más proclives a invertir en cuidados, abonos, adquisición de activos, entre otras variables relacionadas a la productividad agrícola. Lo mismo puede decirse de las dotaciones de equipos agrícolas (arado).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los adoptantes y no adoptantes.

VARIABLES	Adoptantes	No-Adoptantes	Diferencia
Número de observaciones	263	1362	
<i>Activos Humanos</i>			
Adultos varones (más de 14 años)	0.38	0.37	0.01
Adultos mujeres (más de 14 años)	0.41	0.42	-0.01
Niños (menores de 14 años)	0.21	0.21	0.00
Miembros del hogar	3.54	3.56	-0.02
Sexo del jefe de hogar	0.89	0.87	0.01
Edad del jefe de hogar	54.73	55.24	-0.51
Educación del jefe de hogar	0.46	0.35	0.11***
Trabajadores familiares (agricultura)	1.01	1.03	-0.02
Ingreso productor agrícola	21.58	25.29	-3.71
<i>Activos de Tierra</i>			
Productividad media de la tierra	21.99	16.64	5.35
Área promedio de la parcela (ha)	2.74	4.44	-1.69
Proporción regada de la parcela	71.27	43.79	27.5***
Proporción sembrada de la parcela	90.22	83.86	6.4***
Propietarios (tenencia)	75.29	64.39	10.9***
Posee arado (animales)	10.27	5.29	4.9***
Recibió asistencia técnica	6.08	7.27	-1.2
Empleó abono	77.57	62.26	15.3***
Accedió al crédito	21.67	7.42	14.3***

Fuente: INEI-ENPROHRU (2014). Elaboración Propia. Educación del jefe del hogar definida como porcentaje de Jefes de Hogar con secundaria completa. Productividad medida como toneladas por hectárea cultivada.

*** Significancia al 99%. ** Significancia al 95%. * Significancia al 90%.

Finalmente, están aquellas variables relacionadas al uso de abono y acceso a crédito. La primera está correlacionada con la variable de tenencia. Asimismo, el desarrollo de las semillas mejoradas pasa por poseer la capacidad de uso de abono y fertilizantes en el proceso de adopción. El acceso a crédito es de suma importancia dado que existe hasta un 14% de diferencia entre ambos, y como se ha visto en el marco teórico, el acceso a crédito puede ser una de las variables determinantes para la adopción de tecnologías o de la salida de la situación de pobreza. Esto sugiere que el crédito y el abono podrían ser "insumos críticos" para tener acceso a la nueva tecnología.

La Tabla 3 muestra con más detalles la incidencia de la adopción por categorías de tamaño de la tierra, lo que no parece sugerir una correlación estable entre la adopción de tecnología y la propiedad de los activos de la tierra. En promedio, en todas las categorías de tamaño de tierra, el porcentaje de adoptantes supera por amplio margen a los de no adoptantes (16% contra 84%)

Tabla 3. Incidencia de la adopción.

	Adoptantes	No-Adoptantes	Total
Poca Tierra	33	298	331
(%)	10	90	100
Pequeñas Parcelas	203	829	1032
(%)	20	80	100
Medianas y Grandes	15	167	182
(%)	8	92	100
Total	251	1294	1545
(%)	16	84	100

Fuente: INEI-ENPROHRU (2014). Elaboración Propia. Divisiones basadas en la Tabla 1, pero se agrega Medianas y Grandes por tener pocas observaciones ambas.

Por otro lado, analizamos las variables de bienestar que serán evaluadas: las variables de resultados o 'outcomes'. Estas variables son el ingreso per-cápita del hogar y la situación de pobreza en la que se encuentra (Head-count Index o pobreza monetaria). La Tabla 4 muestra una comparación de estas y otras variables entre adoptantes y no adoptantes. Se observa los adoptantes están en una mejor situación. Por un lado, se observa que hay una mayor producción agrícola en promedio para los adoptantes, lo cual también se traduce en un mayor ingreso del hogar (y por tanto, un mayor ingreso per-cápita).

Tabla 4. Variables de resultado (bienestar) de los adoptantes y no adoptantes.

VARIABLES	Adoptantes	No-Adoptantes
Producción Agrícola promedio (Kg)	4,640.3	4,268.5
Ingresos del hogar (mensual en soles)	828.6	544.3
Gastos del hogar (mensual en soles)	555.0	403.4
Ingreso per cápita (mensual en soles)	258.0	166.1
Incidencia de la pobreza (%)	36.1	50.7
Línea de pobreza	234.7	234.7

Fuente: INEI-ENPROHRU (2014). Elaboración Propia. Línea de pobreza obtenida de la Encuesta Nacional de Hogares - ENAHO (2014), espacialmente deflactada.

A pesar de que el ingreso per cápita promedio de los adoptantes es mayor (258 soles versus 166 soles), aún gran parte de ellos se encuentran por debajo de la línea de pobreza, la cual es de 235 soles. Se observa que aproximadamente 63% de adoptantes y 78% de no adoptantes se encuentran por debajo de la línea de pobreza, lo cual refleja y sustenta el bajo nivel de ingresos que, en promedio, tiene el sector agrario rural en comparación con otras zonas y regiones donde la pobreza urbana es mucho menor (Lima, Ica y Madre de Dios tienen niveles menores a 8%, por ejemplo).

Estos resultados sugieren que la tecnología agrícola (semillas mejoradas) podría tener un papel en la mejora del bienestar de los hogares en términos de ingresos, pero no tanto en términos de pobreza. Además, estas diferencias refuerzan la noción de que la adopción es endógena, y sustenta el hecho de que la simple comparación entre variables de resultado de los adoptantes y los no adoptadores no tiene una interpretación causal.

V. RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados del emparejamiento o 'Propensity Score Matching-PSM' y el efecto de la adopción de la tecnología (semillas mejoradas) en el bienestar del hogar. Como se vio en el marco teórico, la relación entre adopción de tecnologías y pobreza rural es compleja y requiere de herramientas y métodos de evaluación de impacto para estimar el efecto causal de una variable en la otra. Dada la disponibilidad de los datos (corte transversal), el modelo PSM permite estimar el efecto causal de la adopción de tecnologías en el bienestar del hogar. Como se revisó en el marco teórico, entre las características de los hogares, los principales determinantes del ingreso rural (y por ende, la situación de pobreza) son las características demográficas junto con los activos de tierras, humanos e institucionales, ya vistos en la Tabla 2.

Las variables de resultados o 'outcomes' sobre los que se mide el impacto son el nivel de ingreso per-cápita (en logaritmos) y la variable binaria que indica si el ingreso del hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza estimada por el INEI. Se decidió tomar en cuenta el ingreso del hogar y no el ingreso agrícola dado que el primero incluye no solo al segundo, sino otro tipo de ingresos (ganancias de la parcela, venta de ganado, ingresos laborales, etc.), debido a las externalidades que pueden surgir a partir de un incremento de la productividad, producto de la adopción agrícola (Schneider y Gugerty, 2011; por ejemplo, ofertar mano de obra al mercado, compra de activos, acceso a juntas, diversificación de activos o ganado, ahorro, etc.).

Para la estimación se consideran 3 tipos de especificaciones, además de una regresión específica para las regiones de Cusco y Puno (de mayor cantidad de parcelas agropecuarias y exposición al cambio climático), para tratar de hacer robustos los resultados, y tomar en consideración variables que podrían estar explicando la adopción de tecnologías pero que están correlacionadas entre sí.

Las características del hogar que influyen en el bienestar consisten en cuatro grupos principales (Becerril y Abdulai, 2010): (i) características demográficas, por ejemplo, tamaño de la familia, número de niños; (ii) activos humanos, por ejemplo, educación, edad; (iii) activos institucionales, por ejemplo, pertenencia a ONG o acceso a crédito; (iv) activos de tierra y nueva tecnología, por ejemplo, propiedad de la tierra, tierra cultivada, tenencia, ganado, área regada (calidad de la tierra), adopción de nuevas tecnologías (Hossain y Sen, 1992).

Estas variables son incluidas en la estimación del 'Propensity Score', o puntaje de propensión, lo cual no es otra cosa que la probabilidad de recibir el tratamiento (Bezu et al., 2014; Ali y Abdulai, 2009). Es importante estimar adecuadamente este *p-score*. Siguiendo los modelos de Becerril y Abdulai, 2010, usamos un modelo logit para predecir la probabilidad de adoptar las semillas superiores e incluimos diferentes rangos de características de los hogares como regresores.

Los resultados de las estimaciones se muestran en la Tabla 5. En ella se pueden apreciar las formulaciones de los 4 modelos logit. La especificación (1) es la más rigurosa e incluye variables relacionadas al jefe del hogar, composición de la familia y activos y acceso a otros programas que pueden ser determinantes a la hora de adoptar la tecnología o no, como son el acceso a crédito, la asistencia técnica o uso de abonos. La especificación (2) incluye características similares a la (1), pero en lugar de las variables relacionadas a programas incluye variables relacionadas con el entorno, calidad de vivienda y afectación al cambio climático. La especificación en (3) incluye variables relacionadas a información sobre el uso de insumos agrícolas, ya sean físicos o humanos. Finalmente la especificación (4), siguiendo a Mendola (2007)¹⁸ incluye una especificación restringida a las regiones más afectadas (Puno y Cusco), en donde se incluyen variables de acceso a electricidad y tenencia de la tierra. En todas las especificaciones se impone el soporte común y las propiedades de equilibrio se establecen y satisfacen en todas las regresiones.

Una vez que se obtiene los puntajes de propensión o *p-score*, esto permite balancear las características observables entre los tratados y controles, de manera que sean lo más similares que sin el análisis del *p-score*. Se logra un adecuado contrafactual sobre el cual

¹⁸ Mendola (2007) explica que se incluye una regresión *p-score* para una región en específico para verificar si los estimadores del corte transversal (2013) son sensibles a la elección de una sub-muestra en particular o al desajuste geográfico" (Smith y Todd, 2003).

evaluar el impacto del tratamiento. Es importante mencionar que este método falla cuando existen características no observables que puedan estar correlacionadas con la asignación del tratamiento y es altamente sensible a la especificación del 'p-score', por ello se realizan varias especificaciones a manera de prueba de robustez.

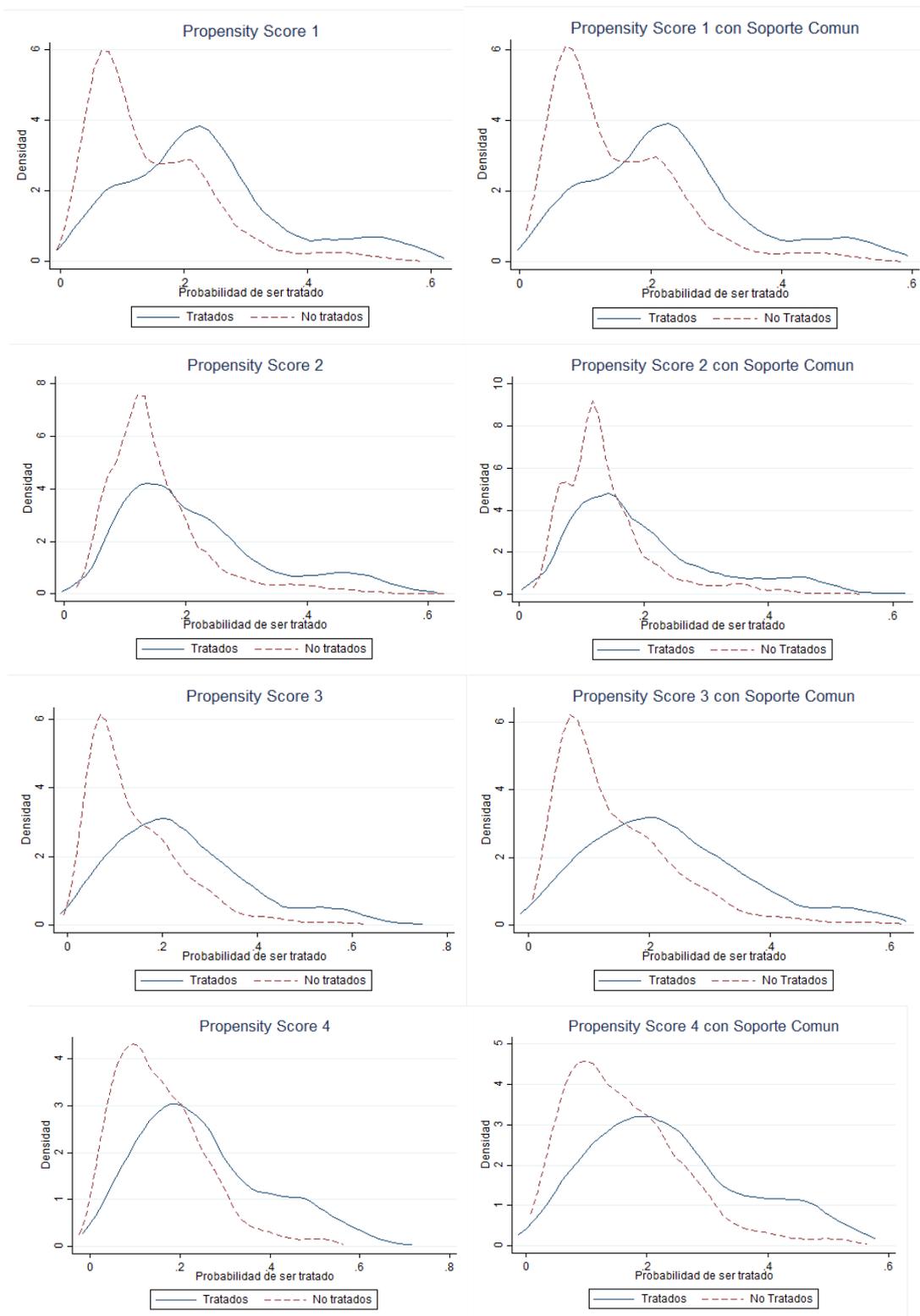
La Figura 3 muestra la distribución de la probabilidad de recibir el tratamiento para ambos grupos, tratados y controles, antes y después del 'balanceo' y de la imposición del soporte común. Para la estimación del efecto del tratamiento en el bienestar de los hogares adoptantes se emplean dos métodos distintos que la literatura conoce como emparejamiento por vecino más cercano (Nearest Neighbor Matching –NNM) y el emparejamiento basado en Kernel (Kernel Based Matching –KBM) (García, 2011; Mendola, 2007). Los resultados se muestran en la Tabla 6. En ella se puede apreciar las estimaciones en el logaritmo del ingreso y en la Pobreza empleando las 4 especificaciones de 'p-score', tanto usando el NNM y el KBM.

Tabla 5. Estimación del 'propensity score matching'.

Especificación	(1)	(2)	(3)	(4)
Variables	Specif. (1)	Specif. (2)	Specif. (3)	Region Specif. (4)
Miembros varones en el hogar	0.101 (0.064)		0.076* (0.043)	0.082 (0.072)
Miembros niños en el hogar	0.101 (0.075)		0.106* (0.060)	
Número de miembros del hogar	-0.013* (0.007)	-0.006 (0.005)	-0.016** (0.007)	-0.010 (0.008)
Sexo del jefe de hogar	-0.027 (0.054)			-0.040 (0.069)
Edad del jefe de hogar	-0.000 (0.001)			-0.001 (0.001)
Nivel educativo del jefe de hogar	0.050** (0.024)	0.045** (0.021)	0.048** (0.024)	0.060** (0.030)
Alfabetización	0.023 (0.022)		0.022 (0.022)	0.030 (0.026)
Extensión de la parcela (ha)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.009 (0.007)
Trabajo familiar	-0.051 (0.059)	-0.095 (0.061)		
Proporción regada de la parcela	0.001*** (0.000)		0.001*** (0.000)	
Proporción sembrada de la parcela	0.018 (0.034)		0.013 (0.034)	0.053 (0.049)
Propietario	0.048** (0.019)	0.062*** (0.019)	0.051** (0.020)	0.080*** (0.026)
Posee Arado animal	0.045 (0.043)	0.106** (0.046)	0.033 (0.042)	0.096* (0.055)
Recibió asistencia técnica	-0.051 (0.034)	-0.047 (0.033)	-0.055* (0.032)	-0.052 (0.036)
Recibió capacitación agrícola	0.025 (0.049)	0.076 (0.049)	0.028 (0.049)	-0.005 (0.050)
Accedió a crédito	0.185*** (0.042)	0.197*** (0.039)	0.169*** (0.042)	0.182*** (0.055)
Posee carretilla		0.030 (0.019)	0.022 (0.020)	
Posee vivienda propia		-0.032 (0.035)	0.010 (0.034)	
Padeció el cambio climático		-0.076*** (0.023)		
Posee alumbrado eléctrico				0.082*** (0.028)
Gasto en Jornaleros			0.012*** (0.004)	
Gasto en alquiler de Tierras			-0.011 (0.009)	
Observaciones	1,403	1,625	1,403	816

Fuente: INEI-ENPROHRU (2014). Elaboración Propia. Región específica se refiere a Cusco y Puno.
 *** Significancia al 99%. ** Significancia al 95%. * Significancia al 90%.

Figura 3. Distribución del 'propensity score' y del soporte común de la estimación.



Fuente: INEI-ENPROHRU (2014). Elaboración Propia. Antes del Matching (izquierda) y después del Matching (derecha).

Los resultados muestran un impacto robusto y positivo de la adopción de tecnología (semillas mejoradas) en el ingreso de los hogares, así como un efecto negativo en la probabilidad de estar en la pobreza. Dado que los ingresos se expresan en logaritmos se puede entender los coeficientes como el incremento porcentual o diferencia promedio entre los ingresos de dos hogares similares pero que uno adopta la tecnología y otro no. En el caso de la pobreza, dado que la variable pobreza es binaria, el coeficiente se asocia a la disminución de la probabilidad de que el hogar sea pobre entre dos hogares similares, pero uno adoptó la tecnología y otro no. Llama la atención que en el caso particular de las regiones de Cusco y Puno (Espec. 4), el impacto en pobreza no es robusto. Este resultado puede deberse a la mayor vulnerabilidad de Puno ante la pobreza y por los elevados índices de pobreza inclusive en sus zonas urbanas (por encima del 40%), y a que, en promedio, las condiciones bajo las que producen son mucho más extremas (Escobal y Armas, 2015; Ponce et. al., 2015)

Tabla 6. Estimación del impacto de la adopción en el bienestar de los hogares.

Var. Dep.	Espec. (1)		Espec. (2)		Espec. (3)		Espec. (4)	
	NNM	KBM	NNM	KBM	NNM	KBM	NNM	KBM
log (ingreso)	0.149*** (2.78)	0.285*** (2.26)	0.335*** (2.34)	0.375*** (3.25)	0.463*** (2.89)	0.361*** (2.87)	0.421*** (2.15)	0.364*** (2.56)
Pobreza	0.133*** (-3.24)	0.125*** (-3.52)	0.127*** (-3.23)	0.121*** (-3.67)	0.142*** (-3.47)	0.131*** (-3.7)	-0.022 (-0.4)	-0.068 (-1.51)
Propiedades de balance satisfechas	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Soporte Común impuesto	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Observaciones								
Tratados	221	221	262	262	221	221	135	135
Controles	1,173	1,173	1,362	1,362	1,142	1,142	675	675

t-estadístico en paréntesis. *** Significancia al 1%. ** Significancia al 5%. * Significancia al 10%. NNM: Nearest Neighbor Matching. KBN: Kernel Based Matching.

A manera de explorar efectos heterogéneos del tratamiento, se procede a estimar el impacto diferenciando por categorías de tenencia de la tierra (hectáreas) y por 'calidad de la tierra', es decir, según el porcentaje de riego que tienen las parcelas¹⁹. El impacto por categorías de tenencia de la tierra no muestra un patrón homogéneo: parece que no existe

¹⁹ Barriga (2017) estudia el impacto de inversión en riego tecnificado en hogares agrícolas rurales, resaltando su importancia en mejora de productividad y mejora de ingresos no solo agrícolas del hogar.

un impacto robusto en los ingresos de los que poseen parcelas de poca tierra y mediana tierra, pero si un impacto robusto en pobreza, aunque de menor en impacto que el de la Tabla 7. Esto puede ser un resultado en primera instancia contraintuitivo, pero si revisamos la línea de pobreza, recordemos que un hogar deja de ser pobre con ganar más de 235 soles por persona, por lo que un incremento marginal en los ingresos promedios puede hacer que la probabilidad de ser pobre disminuya. En el caso de los productores de medianas parcelas, se tiene que el impacto es robusto en ingresos: la adopción de tecnologías ayuda más a los hogares que están en mejor situación económica (agricultores medianos y grandes), que a los pobres (agricultores con poca tierra).

Con relación a los resultados de pobreza, se observa un mayor impacto en los hogares de menor tenencia de la tierra, así como un impacto en aquellos de mayor tenencia, siendo el efecto en los medianos mucho menor. Esto puede estar asociado a que el logro directo de mejoras en la producción en fincas pequeñas y medianas (a través de una mejor focalización de programas tecnológicos, por ejemplo) puede tener un impacto causal importante en términos de bienestar del hogar. En general, parece que la adopción de tecnologías ayuda a mejorar las condiciones de pobreza, pero no tan robustamente en el caso de ingresos.

Tabla 7. Estimación del impacto de la adopción por tamaño de parcela.

Tamaño de parcela	Variable dependiente del emparejamiento			
	NNM		KBM	
	log (Ingreso)	Pobreza	log (Ingreso)	Pobreza
Poca Tierra	0.391 (1.04)	-0.172* (-1.53)	0.566* (1.8)	-0.198** (-2.00)
Pequeñas Parcelas	0.213 (1.24)	-0.083** (-1.71)	0.240* (1.63)	-0.096*** (-2.37)
Medianas y Grandes	0.612* (1.39)	-0.346** (-1.95)	0.545 (1.21)	-0.290* (-1.72)

t-estadístico en paréntesis. *** Significancia al 1%. ** Significancia al 5%. * Significancia al 10%. NNM: Nearest Neighbor Matching. KBN: Kernel Based Matching. Categorías son las mismas que en la Tabla 3.

Analizando los resultados por categorías de la calidad de tierra cultivada, presentados en la Tabla 8, se puede apreciar una dinámica un poco más consistente. Una vez que estratificamos la muestra por quintiles con base en la calidad de la tierra o el porcentaje de tierra irrigada, se aprecia que el percentil inferior que adopta la tecnología tiene un efecto positivo y significativo (de impacto mucho mayor que en los otros percentiles) en la probabilidad de estar bajo la línea de pobreza, pero no significativo en ingresos. Esto,

nuevamente, se puede explicar en la medida de que estos hogares menos favorecidos o de menos ingresos y que se encuentran en situación de pobreza reciben un mayor beneficio —en términos de superar la línea de pobreza de 235 soles— que no es traducido en un incremento significativo de sus ingresos.

Tabla 8. Estimación del impacto de la adopción por percentiles de riego.

Porcentaje de tierra irrigada	Variable dependiente del emparejamiento			
	NNM		KBM	
	log (Ingreso)	Pobreza	log (Ingreso)	Pobreza
Percentil 25 inferior	0.336 (0.93)	-0.212*** (-2.48)	0.244 (0.77)	-0.192*** (-2.47)
Percentil 25-50	0.150 (0.33)	-0.062 (-0.55)	0.069 (0.18)	-0.048 (-0.48)
Percentil 50-75	1.01*** (2.28)	0.0147 (0.11)	0.78** (1.67)	0.0053 (0.05)
Percentil 75 superior	0.605*** (3.28)	-0.182*** (-3.14)	0.531*** (3.6)	-0.154*** (-3.00)

t-estadístico en paréntesis. *** Significancia al 1%. ** Significancia al 5%. * Significancia al 10%. NNM: Nearest Neighbor Matching. KBN: Kernel Based Matching.

Estos resultados son parcialmente opuestos al del percentil superior, que tiene un mayor incremento en ingresos (de impacto mucho mayor que en los otros percentiles), y también tiene una disminución de su probabilidad de estar bajo la línea de pobreza, pero de impacto menor al del percentil inferior. La dinámica que se entiende de estos resultados es que los hogares de menos riego—léase más vulnerables y de relativamente menor ingreso, son los que tienen una mejora en relación a su probabilidad de ser pobre, el cual no se traduce en un incremento significativo de sus ingresos, como sí lo hace en el percentil superior. Este resultado se puede observar también en los hogares de percentiles 50-75 (sólo tienen mejoras en ingresos). Demostramos que las instalaciones de riego son una importante contribución complementaria a las semillas modernas, puesto que la nueva tecnología agrícola tiene un impacto en el bienestar, pero que depende altamente del porcentaje de tierra cultivada regada.

VI. EVIDENCIA CUALITATIVA: ESTUDIO DE CASO DE PRODUCTORES ORGÁNICOS EN LA PROVINCIA LA UNIÓN, AREQUIPA

Esta sección presenta, a manera de complemento a la sección cuantitativa, un estudio de caso de capacitaciones y adopción de tecnologías en la provincia de La Unión²⁰, región de Arequipa. Este estudio de caso fue elaborado por la organización no gubernamental AEDES-Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible²¹. Dicha organización asiste y capacita agricultores, centrándose en mejoras económicas como motivación principal para la adopción de prácticas productivas y de servicios amigables ambientalmente por parte de los actores locales.

Lo novedoso de este estudio de caso es que AEDES no solamente capacita y asiste mediante la transferencia de tecnologías, sino que ha proveído apoyo técnico para capacitar y fortalecer a los actores locales en diferentes roles (como usuarios del agua, productores orgánicos, líderes tecnológicos, jóvenes, organizaciones y autoridades locales), con el propósito de promover y fortalecer el desarrollo de capacidades de gestión en el ámbito de intervención. Es decir, da importancia al desarrollo de capacidades de gestión a los agricultores.

El proyecto se dividió en 4 fases o experiencias, las cuales tuvieron como objetivo proveer de apoyo técnico para la capacitación y fortalecimiento de los productores locales en los distintos eslabones de la cadena productiva, desde la producción (uso eficiente del agua, técnicas de riego y sembrado, entre otros), con la finalidad de promover y fortalecer el desarrollo de las capacidades de producción, gestión, acopio y comercialización de productos andinos. El objetivo es que dichos productores logren cumplir con los requisitos técnicos para sus productos tanto para Perú como para los países de destino, acceder a la

²⁰ La provincia de La Unión se ubica en la región Arequipa, siendo una de las 8 provincias que forman parte de dicha región. Ubicada en la sub-cuenca del Cotahuasi, su altitud varía entre los 900 y 4900 m.s.n.m., teniendo un clima que oscila entre los 0°C y los 30°C. El proyecto incluyó los distritos de Cotahuasi (capital de la provincia), Alca, Pampamarca, Huaynacotas, Tomepampa, Puyca y Toro.

²¹ Proyecto “Fortaleciendo la Competitividad Productiva para Acceder al Mercado y Enfrentar al Cambio Climático. La Unión, Arequipa.”, ejecutado del 1 de marzo del 2012 al 28 de febrero del 2015, ejecutado por la Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible (AEDES), siendo la jefa del proyecto la Ingeniera Betty Chatata Ayamamani. El proyecto buscó la mejora de las capacidades y la competitividad de los pequeños productores para aprovechar oportunidades de mercado de productos orgánicos como la Quinua, Kiwicha y el Maíz Morado, con una gestión eficiente del agua para enfrentar el cambio climático en la provincia de La Unión, Arequipa (AEDES, 2015.)

certificación orgánica principalmente para los productos quinua, kiwicha y maíz morado, asociándose de manera que se consolide la alianza comercial para su auto sostenibilidad en el futuro.

Primero se apoyó y capacitó a los pequeños productores con la gestión eficiente del agua mediante técnicas de riego, implementación de nuevas tecnologías, accesorios, etc., así como su adecuado uso y cuidado. Una vez realizado este paso, se procedió a organizar a los pequeños agricultores en organizaciones fortalecidas que incrementen la oferta de sus productos orgánicos y hacerlos competitivos, de tal manera que se integren a la cadena productiva como socios de las organizaciones de productores.

Segundo, se promocionó la comercialización de los granos andinos mediante ferias y se enseñó cómo mejorar la calidad del producto, mediante selección de semillas buenas, adecuadas técnicas de cultivo y capacitaciones constantes respecto al cuidado de los mismos respecto a plagas y aves granívoras²².

Como tercer paso, la capacitación y organización de los pequeños productores para que utilicen las herramientas comerciales y se articulen a las cadenas productivas y cadenas de valor es fundamental. Una vez que su producto es competitivo y certificado ya puede ser empleado para el mercado internacional, por lo que se procedió a capacitar a los productores en la cultura empresarial y comercial, se apoyó en contactar con empresas que puedan vender sus productos tanto para el mercado interno como externo. La capacitación de los dirigentes sirvió para que se logre la internacionalización de los productos de estos productores, participando en ferias mundiales y aumentando cada vez más los niveles de producción y exportación. El cuarto paso es el análisis de los resultados y la evaluación de la sostenibilidad del proyecto.

²² El objetivo de esta medida fue que los productores orgánicos logren la certificación nacional e internacional del “sello orgánico” para los productos Quinua, Kiwicha y Maíz Morado, asociándose de manera que se consolide la alianza comercial para su auto sostenibilidad en el futuro., y de esa manera hacerlo diferenciado y competitivo para la exportación, además de una adecuada organización comercial para hacer frente a las exigencias y estándares de calidad del día de hoy.

VII. RESULTADOS

Durante los 3 años de ejecución del proyecto en la provincia La Unión, se enfocó principalmente en lograr el fortalecimiento y empoderamiento de las capacidades productivas y empresariales de los pequeños productores de la provincia, reforzando los aspectos técnico/productivos, gestionando la certificación de la calidad y salud para la comercialización de los productos orgánicos, asesoramiento en la comercialización de estos productos y la generación de alianzas estratégicas, además de un plan de negocio y la creación de una marca que asocie a los productores y finalmente el fomento y negociación previo a la firma de los contratos de comercialización, que pueden incluir el envío de muestras, demostrando así la seriedad y fortaleza de la asociación.

Resultado 1: Pequeños productores afectados por el cambio climático mejoran la producción con una gestión eficiente del agua. Este resultado sirvió para la mejora de la tecnología de la producción agrícola, intensiva en el uso del agua.

La situación inicial de la gestión del agua estaba gobernada por vacíos respecto al marco legal, confusiones entre los roles de los usuarios, desinformación sobre la nueva ley de Recursos Hídricos y la escasa o casi inexistente política hídrica de los gobiernos locales. En este entorno, la gestión de los recursos hídricos generaba en los usuarios condiciones de vulnerabilidad frente a las amenazas que devienen de los efectos del calentamiento global, por ello la necesidad de orientar procesos que permitirían mejorar dicha gestión y, por ende, disminuir sus vulnerabilidades.

En este sentido, AEDES se ha enfocado en sensibilizar y fortalecer capacidades locales a través de cursos, talleres, días de campo y pasantías reforzadas con asistencias técnicas personalizadas brindadas a los usuarios del agua y organizaciones de usuarios en aspectos de uso eficiente del agua, buenas prácticas de riego parcelario, normatividad hídrica, fortalecimiento organizacional, permitiendo una adecuada gestión del recurso con enfoques de gestión de cuenca, gobernabilidad-gobernanza hídrica y gestión de riesgos (AEDES, 2015).

De tal manera, se implementó un programa de capacitación en gestión integrada de recursos hídricos mediante una “Escuela de Riego”, en la que se capacitó a jóvenes, dirigentes, autoridades locales, etc. en la gestión eficiente del agua en el marco de la Ley de Recursos Hídricos. El resultado de esta escuela de riego fue que se logró capacitar, formar y

fortalecer las capacidades de 102 directivos, que pertenecen a 18 comisiones de usuarios, 6 comités y una junta de usuarios.

También se capacitó a los productores en técnicas de ahorro de agua en sus sistemas de riego, a través de la implementación y operativización de sistemas de riego presurizado (goteo y aspersión). Se implementaron 7 parcelas pilotos, cuya área total asciende a 2.25 hectáreas y actualmente se encuentran en producción con cultivos como quinua, kiwicha, maíz amiláceo y alfalfa. Las parcelas son manejadas eficientemente por las 7 familias beneficiarias, dado el costo elevado de la implementación. Además, se organizó un concurso de uso y mantenimiento de la infraestructura de riego, permitiendo el empoderamiento de los dirigentes actuales y la formación de cuadros directivos que garantice la continuidad de las acciones a través de los asesores de riego.

Este proceso de sensibilización ha facilitado la implementación de herramientas de gestión institucional que orientan una adecuada gestión de sus sistemas de infraestructura hidráulica con enfoques de gestión de riesgos frente al cambio climático. A nivel de la provincia se ha capacitado a 768 usuarios en 27 cursos, 18 días de campo reforzados con 332 asistencias técnicas personalizadas para la ejecución de 2 concursos entre usuarios del agua. Este proceso se ha fortalecido con la difusión de un manual de Riego Parcelario.

Al tercer año del proyecto cuenta con 464 usuarios que aplican eficientemente el riego a nivel de su parcela, tienen en cuenta los siguientes aspectos: primero, a nivel de parcela: tipo de suelo, cultivo, pendiente, caudal de agua y acondicionamiento de parcela en surcos con acequias, contra sequías y número de mudas, acondicionamiento en hatos y socas; y segundo, a nivel de sistema: calidad y cantidad del agua de entrega, tipo de canales de derivación, tiempo de riego y frecuencia de riego. El principal logro de esta capacitación ha sido una profunda sensibilización en los usuarios quienes vienen mejorando la gestión del agua a través del riego en surcos.

Figura 4. Manejo de los recursos hídricos en provincia LA Unión (Arequipa).



Riego por manto libre en Toro y Quillunza (erosión y destrucción de andenes)



Acondicionamiento y riego parcelario

Fuente: AEDES (2014). Antes del proyecto (arriba) y después del proyecto (abajo).

Resultado 2: Pequeños agricultores con organizaciones fortalecidas incrementan asociatividad en la cadena productiva cultivando productos orgánicos competitivos y con volumen ofertable adecuado, producto de las capacitaciones técnicas y semillas mejoradas.

En la provincia de La Unión el proceso de producción agrícola organizado se inicia con la Asociación de Productores de Cultivos Orgánicos (APCO). Sin embargo, al inicio del proyecto esta Asociación no se encontraba tan empoderada y no contaba con un gran porcentaje de agricultores afiliados a ella, lo cual los hacía blanco fácil de comerciantes que especulan en las épocas de cosecha, cuyo objetivo es romper con la capacidad de asociación de los productores para lograr el manejo de precios a su favor (AEDES, 2015).

Según fuentes de AEDES, la implementación del proyecto ha logrado, a lo largo de los 3 años del periodo de ejecución, fortalecer las capacidades locales de 629 productores (175 son socios de la APCO, 54 productores vienen implementando producción orgánica en alianzas

estratégicas y 400 son productores/usuarios de las organizaciones del agua), además de 9 Comités Locales de Producción de APCO, capacitando a los productores en el manejo de plagas y enfermedades que vienen con los grandes cultivos, y que son de suma importancia económica en el cultivo de maíz. Además, se trabajó en el manejo de suelos y se incrementó su fertilidad, logrando implementar exitosamente abonos orgánicos que contribuyen a mejorar el rendimiento y la calidad de la producción de la quinua, kiwicha y el maíz orgánico²³.

Figura 5. Acopio de productos agrícolas en provincia LA Unión (Arequipa).



Con proyecto

sin proyecto

Fuente: AEDES (2014). Antes del proyecto (arriba) y después del proyecto (abajo).

La capacitación también incluyó la adopción de Buenas Prácticas de Riego Parcelario, labores como deshierbado, aporque y abonamiento, mediante 36 cursos-taller con 155 réplicas en 28 localidades del proyecto, asistiendo 3675 productores y participando en 8 días de campo. Estos eventos se han reforzado y complementado con las asistencias técnicas correspondientes a los 629 productores agroecológicos de la provincia, además de la difusión de los materiales de capacitación.

Con el objetivo de que el producto orgánico obtenga la certificación orgánica respectiva, la organización de productores debe implementar y operar dentro del Sistema Interno de Control²⁴ (SIC), por lo que se procedió a capacitar en Normas de Producción Orgánica, a nivel de predio-productor y a nivel de organización.

²³ 85 biodigestores de 220 litros productores de biol, además de 92 composteras y 47 módulos de lumbricultura fueron instalados y han producido 16.5 TM de humus de lombriz.

²⁴ Sistema de seguimiento y control efectivo de acuerdo a las normas internas a cada uno de los productores socios que se encuentran en el programa de producción orgánica

De los 629 productores registrados en las bases de producción, se ha logrado que 323 productores apliquen eficientemente las buenas prácticas de cosecha y post cosecha desde el uso de herramientas limpias, mantas y envases, uso de parihuelas o maderas, limpieza y desinfección de almacenes, construcción e implementación de secadores de maíz, uso de etiquetas de identificación y registros para garantizar su trazabilidad.

Una de las deficiencias en la mejora de la calidad de la producción de los granos andinos es la selección de las semillas. Los productores locales emplean sus propias semillas y no suelen comercializarlas entre ellos, debido a costumbres ancestrales, lo cual no ayuda al mejoramiento de la calidad, y las hace susceptibles a plagas y enfermedades o decrecimiento de la productividad. Por ello el proyecto se ha propuesto formar a 49 líderes en manejo de semillas, manejo de semilleros de quinua y maíz amiláceo, así como 18 líderes que aplican técnicas de selección masal en sus campos de cultivo y otros 19 que son conservacionistas.

Figura 6. Herramientas provistas por AEDES en provincia LA Unión (Arequipa).



Fuente: AEDES (2014).

Este conjunto de productores “semilleristas” vienen implementado técnicas y criterios de selección masal en quinua, kiwicha y maíz amiláceo, demostrando en campo las consecuencias negativas de un inadecuado manejo de la semilla que genera²⁵. Los productores ahora son conocedores de que contar con buena semilla significa asegurar el 40% del rendimiento final. Por ello el compromiso asumido es masificar estas técnicas impartidas en sus localidades. Recogiendo las técnicas de selección masal y mejoramiento de semilla de maíz se publica y difunde el Manual del Semillerista²⁶ (AEDES, 2015).

El desarrollo del proyecto ha logrado fortalecer las capacidades de los productores y los niveles de producción exportable, consolidando de esta manera los sistemas productivos de las zonas medias y altas de la provincia, logrando que la quinua y la kiwicha se posicionen como los cultivos comerciales orgánicos y certificados, además de colocar a La Unión como la principal proveedora de productos orgánicos a nivel de la región Arequipa. Asimismo, se ha logrado el desarrollo de la tecnología productiva de cultivos potenciales como el maíz morado y maíz local, atendiendo de esta manera su demanda regional y local. En lo que respecta a los cultivos de trigo, cebada y alfalfa son parte importante de la rotación de los cultivos comerciales.

Resultado 3: Pequeños productores organizados y capacitados conocen y utilizan herramientas comerciales y empresariales para articularse al mercado.

Luego de haber incrementado las capacidades de los agricultores en relación a la gestión eficiente del agua y siendo capacitados para mejorar el proceso de producción de sus productos, lo siguiente es la integración a los mercados, fomentando el producto a los potenciales mercados, y organizar una marca única para los productos orgánicos de La Unión.

²⁵ Alta segregación genética, plantas hermafroditas, plantas estériles plantas con características de producción vegetativa y no productiva, que reduce el rendimiento en 40 y 50%.

²⁶ Este proceso ha requerido la ejecución de 18 cursos/taller en producción y manejo de semillas en los que participaron 512 productores, 18 días de campo en manejo de semillas que convocó a 431 productores líderes y 302 asistencias técnicas personalizadas que han permitido complementar las capacitaciones.

La estrategia para comenzar a fortalecer los lazos comerciales pasa por los centros de acopio, que son lugares donde se promueve y fortalece el acceso a procesos comerciales²⁷. El proyecto ha logrado capacitar 28 jóvenes en proceso de acopio, prestando servicios a los procesos de acopio de Quinua y Kiwicha para la APCO, previamente capacitados en 3 cursos, además de ser replicados por parte de estos jóvenes en los 12 Comités Locales de Producción (CLP), logrando llegar a 314 productores en total. Se implementará también un centro de acopio que incluye una balanza electrónica, cosedora, entre otros utensilios.

La capacitación también se enfocó en capacitar a los directivos y asociados en las buenas prácticas empresariales y en las capacidades para conducir y gestionar su organización. Se fortaleció las capacidades de 22 directivos de organizaciones productivas y 102 líderes de organizaciones de usuarios del agua, además de 6 cursos basados en instrumentos organizacionales de los cuales participaron 258 productores, además de realizarse 84 asistencias técnicas con enfoques sobre valores, como transparencia administrativa, participación, calidad y motivación, entre otras²⁸. Finalmente, el proceso de capacitación administrativa incluyó visitas a instituciones con experiencias exitosas en aspectos comerciales, entre ellas NorAndino, CEPIBO, Ministerio de la Producción y el puerto del Callao, aprendiendo y analizando de sus actividades comerciales.

²⁷ Los centros de acopio locales son parte del manejo postcosecha del producto cuya función es reunir la producción de pequeños productores para que puedan competir en cantidad y calidad en los mercados, por ello su importancia de operar en zonas de producción.

²⁸ Adicionalmente la capacitación empresarial y comercial para los pequeños productores debe ser mayor y contar con una estrategia productiva, tener identificados los productos potenciales, las herramientas comerciales y el acceso a la información especializada respecto al proceso de comercialización, exportación, volúmenes comerciales, precios, formas de pago, entre otros conocimientos.

Figura 7. Articulación al mercado de productores en provincia LA Unión (Arequipa).



Centro de acopio operativo

Preparación de producto desde el campo



Mistura 2012

Binacional Perú Brasil

Fuente: AEDES (2014).

Como parte de la imagen corporativa se dispuso de un programa que permita contar con el proceso de captación del cliente, informar sobre su producto, y los servicios que los productores ofrecen, además de contar con información al día sobre las tendencias de consumo, precios, clientes entre otros empodera a la organización para iniciar procesos comerciales justos. Estrategias como ofrecer los productos a empresas y a una cartera de clientes, reducir los riesgos y ampliar mercados para posibles ventas futuras, además del cumplimiento de los envíos, hacen conocer a los clientes que los productores mantienen un compromiso con la organización a la hora de brindar información y firmar contratos en general²⁹.

²⁹ Este proceso es uno de los más importantes para la integración de los pequeños productores a las cadenas globales de valor, pues el trato de empresa formal y sólida, además de investigaciones de mercado permiten fortalecer la organización.

Se logró implementar un plan de imagen corporativa apoyado por PROMPERÚ y Biocomercio Andino, para elaborar un *brochure* y página web para la marca SOLORGÁNICO, marca colectiva creada para representar la alianza comercial entre estos pequeños productores de la provincia La Unión. La página web www.solorganico.com fue publicada en noviembre del 2014.

Con este paquete de medidas se logra posicionar la marca en el mercado nacional e internacional, además de contar con envases para envío de muestras y un logo. Con este material se pudo participar de ferias y eventos comerciales como la Convención de Granos Orgánicos en Cusco, Sur Exporta 2012 y 2014, en Arequipa y Tacna, respectivamente, Binacional Perú-Brasil y Perú Natura (Expo alimentaria 2013 y 2014), Mistura (en coordinación con la CONVEAGRO) y Festiorgánico. En todos los eventos se logró contacto con clientes potenciales³⁰.

Como resultado de dicho asesoramiento, el informe reporta que APCO logró comercializar 482.7 TM de granos andinos de ellos 272.6 TM de quinua (227 exportador directamente y 45.5 a ventas nacionales) y 210.1 TM de kiwicha (166.25 para la exportación y 43.85 a ventas nacionales). Las exportaciones fueron FOB Callao y los últimos 2 envíos FOB Matarani. Este contexto comercial por el cual está atravesando la quinua orgánica, permite a los productores de la provincia capitalizarse, pero las inversiones no siempre van a tecnificar el proceso productivo sino a financiar los estudios superiores de los hijos (AEDES, 2015).

Este proceso comercial y la ampliación de mercados contribuyen al fortalecimiento de las alianzas entre los productores, empoderando la asociatividad. Esta experiencia de biocomercio de la provincia La Unión permite participar también de ferias como Mistura y llegar al consumidor peruano empleando la marca colectiva Solorganico, además de la asesoría para créditos para posibles implementaciones de otros proyectos.

El conjunto de experiencias y de capacitación ha logrado en total beneficiar a las familias campesinas de la provincia de La Unión, organizándolas y articulándolas alrededor de las cadenas productivas y mercados competitivos, logrando mejorar sus ingresos, condiciones de empleo y de calidad de vida. Según el informe, se ha incrementado en al menos 3% el

³⁰ A los clientes interesados que contactaron a los productores se les realizó el informe y cotizaciones de los productos, envíos, costos de venta, puntos de entrega, envíos de muestras entre otros. Entre las empresas interesadas en la compra de mercadería figuran ECOGRANOS, Andinoindustrias SAC, Label Place, Ecological SAC, PromPerú, AgroCóndor, entre otras, demandando casi en su totalidad Kiwicha y Quinua.

ingreso per cápita de las familias y se han generado 80 nuevos empleos relacionados a la cadena de producción de granos orgánicos. Al final del proyecto se ha logrado involucrar a 629 productores e indirectamente se ha involucrado a 1258 beneficiarios dado que al menos hay 2 miembros por familia de cada productor.

Se ha calculado que en toda la vida del proyecto se ha logrado generar 82,368 jornales, los cuales equivalen a 305 empleos permanentes y que han significado un ingreso neto de 2 504,132.41 nuevos soles, que incluye la remuneración por autoempleo y a la mano de obra local. El nivel de mano de obra calificada en todos los niveles de la cadena productiva ha aumentado, tanto técnicos como operarios de las instituciones como APCO o CEFOTES.

Estas conclusiones del estudio de caso nos permiten darnos una idea de la complejidad del mundo del pequeño productor agropecuario, y refuerzan los resultados de la parte cuantitativa, los cuales asociaban la adopción de tecnologías con una adecuada gestión de las instalaciones de riego y parcela. Además, brindan detalle de las partes fuertes en que debe centrarse un adecuado acompañamiento y asesoramiento a los agricultores, partiendo de la premisa de que, para el aprovechamiento de las capacitaciones y asistencia técnica que puedan recibir, es importante el fortalecimiento de sus capacidades. Esto se traduce en incluir a los agricultores en la gestión eficiente de su producto —no solamente desde el proceso de producción— sino también en las fases posteriores de la cadena productiva, como el cumplimiento de normas técnicas, mejora de la calidad de la presentación de los productos y la vinculación a mercados mediante la asociación de productores.

VIII. CONCLUSIONES

El presente trabajo permite aproximarse a la dinámica rural de la adopción de tecnologías en la agricultura bajo metodologías cuantitativas y cualitativas. Esto permite discutir la importancia de la adopción de tecnologías agrícolas —en este caso, semillas mejoradas— en el bienestar de los agricultores de los Andes del sur peruano.

La relación entre tecnología agrícola y pobreza es compleja. Sin embargo, el potencial para aumentar los ingresos rurales a través de la difusión de la tecnología agrícola moderna es sustancial. Los hallazgos cuantitativos encuentran una relación positiva entre adopción de tecnologías (semillas mejoradas) y los niveles de ingresos, así como una relación negativa entre dicha adopción y la condición de pobreza en un hogar. Simplificando los resultados, se puede concluir que estos beneficios dependen poco del tamaño de la parcela y mucho

más del porcentaje de tierra con riego. En particular, encontramos que esta se encuentra condicionada a una adecuada gestión y manejo del riego y por tamaño de la misma.

Se encuentra que las tecnologías reducen la probabilidad de caer en la pobreza a los hogares adoptantes en todos los niveles, pero la relación positiva con ingresos solo se manifiesta en hogares con mayores parcelas. Este resultado es similar en cuanto a la calidad de riego. Esta dinámica sugiere un impacto solamente en la condición de pobreza de los agricultores con menos parcelas y capacidad de riego, mientras que es más robusto y sí mejora los ingresos de las familias que poseen más tierra y permite un mejor aprovechamiento de los programas de semillas mejoradas (mejor distribución de cultivos, diversificación de los mismos, etc.).

Por otro lado, los resultados cualitativos confirman esta relación entre riego y bienestar en la medida en que la precariedad del riego y falta de gobernanza de los recursos hídricos hacen que las cosechas se vean afectadas negativamente en los Andes del sur peruano. Luego de una adecuada capacitación y manejo del riego, las semillas mejoradas, tecnologías y capacitaciones comerciales que vinculan a los productores al mercado, pueden ser realmente efectivas para un incremento sostenible del bienestar del agricultor rural.

De esta manera, evidencia cualitativa y cuantitativa reconoce el rol positivo de la adopción de tecnologías (semillas mejoradas) en el bienestar del pequeño agricultor rural. ¿Cuál es el rol del estado en esta problemática? Si bien existen programas de capacitaciones y asistencia técnica en la agenda del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)³¹, el grueso de la población agrícola vulnerable de los andes no recibe una adecuada capacitación y asesoramiento como el documentado en este estudio. De hecho, es una ONG la que realizó el seguimiento de estos agricultores arequipeños durante la intervención. El poco alcance del estado hacia los agricultores refuerza la vulnerabilidad de estos ante la pobreza, la precariedad, el cambio climático y los condena a seguir en la agricultura de subsistencia.

El estudio de caso permite identificar la problemática sobre el uso y disponibilidad del recurso hídrico, tan importante en la agricultura. Antes de la intervención, cada productor explotaba indiscriminadamente el recurso hídrico y no había una cultura de organización a la hora de disponer del agua y de las tierras para el cultivo. Muñoz (2011) explica que para la pequeña agricultura enfrentar los problemas de disponibilidad y uso del agua, organizando un sistema de distribución eficiente y equitativo del recurso hídrico.

³¹ Estos programas incluyen el Programa de Compensaciones para la Competitividad (AGROIDEAS), Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (Agro Rural), entre otros.

Bibliografía / References

AEDES

2015 Fortaleciendo la Competitividad Productiva para Acceder al Mercado y Enfrentar al Cambio Climático. La Unión-Arequipa. Informe Final. Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible. Arequipa.

Ali, A. y Abdulai, A.

2009 The Adoption of Genetically Modified Cotton and Poverty Reduction in Pakistan. *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 61, No. 1, 2010, 175–192.

Alkire, S., & Foster, J.

2011 Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of public economics*, 95(7), 476-487.

Aramburu, J., González Flores, M., Salazar, L., y Winters, P.

2014 Cuando un análisis de corto plazo no es un enfoque cortoplacista: Impactos de la adopción tecnológica agropecuaria en Bolivia (No. IDB-WP-539). IDB Working Paper Series.

Bandiera, O., y Rasul, I.

2006 Social networks and technology adoption in northern Mozambique. *The Economic Journal*, 116(514), 869-902.

Bezu, S., Kassie, G., Shiferaw, B. y Gilbert, J.

2014 Impact of Improved Maize Adoption on Welfare of Farm Households in Malawi: A Panel Data Analysis. *World Development* Vol. 59, pp. 120–131.

Cirilo, S. O.

2009 Impacto del conocimiento tecnológico sobre la adopción de tecnología agrícola en campesinos indígenas de México. *Interciencia*, 34(8), 551-555.

Datt, G., y Ravallion, M.

1998a Farm productivity and rural poverty in India. *Journal of Development Studies*, 34(4), 62–85.

Duflo, E., Glennerster, R., & Kremer, M.

2007 Using randomization in development economics research: A toolkit. *Handbook of development economics*, 4, 3895-3962.

Escobal, J., Trivelli, C., y Revesz, B.

2006 Pequeña Agricultura Comercial: dinámica y retos en el Perú.

Escobal, J., & Armas, C.

2015 El uso de encuestas y censos agropecuarios para desarrollar una tipología de la pequeña y mediana agricultura familiar en el Perú.

- Fairlie Reinoso, A.
2016 La quinua en el Perú: cadena exportadora y políticas de gestión ambiental. PUCP.
- Faltermeier, L. y Abdulai, A.
2009 The impact of water conservation and intensification technologies: empirical evidence for rice farmers in Ghana. *Agricultural Economics* No. 40. pp. 365–379.
- García, L.
2011 Econometría de evaluación de impacto. *Revista Economía*. Vol. XXXIV, N° 67. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gamarra, V. y Pérez, C.
2018 ¿Más o menos vulnerables? Prácticas Agrícolas y Adaptación al Cambio Climático en la Pequeña Agricultura Familiar Peruana desde la perspectiva de género. Informe Final. Consorcio de Investigación Económica y Social.
- Hanmer, L., y Naschold, F.
2000 Attaining the International Development Targets: Will Growth Be Enough? *Development Policy Review*, 18(1), 11-36. doi: 10.1111/1467-7679.00098.
- Irz, Xavier, Lin, Lin, Thirtle, Colin, y Wiggins, Steve. 2001. Agricultural Productivity Growth and Poverty Alleviation. *Development Policy Review*, 19(4), 449-466. doi: 10.1111/1467-7679.00144.
- Kassie, M., Shiferaw, B. y Muricho, G.
2011 Agricultural Technology, Crop Income, and Poverty Alleviation in Uganda. *World Development* Vol. 39, No. 10, pp. 1784–1795, 2011.
- Kebede, Y., Gunjal, K. y Coffin, G.
1990 Adoption of new technologies in Ethiopian agriculture: The case of Tegulet-Bulga district Shoa province. *Agricultural Economics*. Volume 4, Issue 1. pp. 27-43.
- Mendola, M.
2007 Agricultural technology adoption and poverty reduction: A propensity-score matching analysis for rural Bangladesh. *Food Policy* Vol. 32, pp. 372–393.
- Mellor, J.
1999 Faster, More Equitable Growth – The Relation between Growth in Agriculture and Poverty Reduction Agricultural Policy Development Project (Research Report No. 4). Washington, D.C.: United States Agency for International Development.
- Minten, B. y Barret, C.
2008 Agricultural Technology, Productivity, and Poverty in Madagascar. *World Development* Vol. 36, No. 5, pp. 797–822, 2008.
- Muñoz, I. M.
2011 Desigualdades en la distribución del agua de riego. El caso del valle de Ica. *Capítulos de Libros PUCP*, 267-290.

- Ponce, C., Arnillas, C. A., & Escobal, J.
2015 Cambio climático, uso de riego y estrategias de diversificación de cultivos en la sierra peruana. MISC.
- Rosembaum, P.R. y Rubin, D.B.,
1983 The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika* 70(1), 41–55.
- Schneider, K., y Gugerty, M. K.
2011 Agricultural productivity and poverty reduction: Linkages and pathways. *Libraries Test Journal*, 1(1), 56-74.
- Tello, Mario
2015 Cerrando Brecha de Género en el Campo: Limitantes de la Productividad Laboral de Mujeres Emprendedoras Agropecuarias en el Perú: Un Análisis Regional, 2012. Lima: Manuela Ramos.
- 2016 Productividad, capacidad tecnológica y de innovación, y difusión tecnológica en la agricultura comercial moderna en el Perú: un análisis exploratorio regional. *Revista Economía* Vol. XXXIX, N° 77. pp. 103-144.
- Thirtle, C, Lin, L, y Piesse, J.
2003 The Impact of Research-Led Agricultural Productivity Growth on Poverty Reduction in Africa, Asia and Latin America. *World Development*, 31(12), 1959-1975.
- Timmer, P.
1995 Getting agriculture moving: Do markets provide the right signals? *Food Policy* 20(5): 455–472.
- World Bank.
2007 World development report 2008: Agriculture for development. Washington, D.C.: *World Bank*. doi: 10.1596/978-0-8213-7233-3.
- Zegarra, E. y Minaya, V.
2007 “Gasto público, productividad e ingresos agrarios en el Perú: avances de investigación y resultados empíricos propios”. En: Investigación, políticas y desarrollo en el Perú. Lima: GRADE. p. 27-66.

ÚLTIMAS PUBLICACIONES DE LOS PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

▪ Libros

Séverine Deneulin, Jhonatan Clausen y Arely Valencia (Eds.)

2018 *Introducción al enfoque de las capacidades: Aportes para el Desarrollo Humano en América Latina*. Flacso Argentina y Editorial Manantial. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Mario Dammil, Oscar Dancourt y Roberto Frenkel (Eds.)

2018 *Dilemas de las políticas cambiarias y monetarias en América Latina*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

María Teresa Oré e Ismael Muñoz (Eds.)

2018 *Aguas en disputa. Ica y Huancavelica, entre el entrapamiento y el diálogo*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Patricia Benavente, José Escaffi, José Távara y Alonso Seguro.

2017 *Las alianzas público-privadas (APP) en el Perú: Beneficios y riesgos*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Waldo Mendoza

2017 *Macroeconomía Intermedia para América Latina. Tercera edición actualizada y Aumentada*. Lima, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

César Guadalupe, Juan León, José S. Rodríguez y Silvana Vargas

2017 *Estado de la educación en el Perú, Análisis y perspectivas de la educación*. Lima. GRADE. Fortalecimiento de la Gestión Educativa en el Perú, FORGE.

Adolfo Figueroa

2017 *Economics of the Anthropocene Age*. Cham, Suiza, Palgrave Macmillan.

Adolfo Figueroa y Richard Web

2017 *Distribución del ingreso en el Perú*. Lima, Instituto de Estudios Peruanos.

Alfredo Dammert y Raúl García

2017 *Economía de la energía*. Lima, Fondo Editorial, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Mario D. Tello

2017 *La productividad total de factores agregada en el Perú. Nacional y Departamental*. Lima, Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Félix Jiménez

2017 *Veinticinco años de modernización neocolonial: Críticas de las políticas neoliberales en el Perú*. Lima, Instituto de Estudios Peruanos.

▪ *Documentos de Trabajo*

- No. 464 “Preferential Liberalization and Self-Enforcing Multilateral Cooperation: Evidence from Latin America’s Use of Tariffs, Antidumping and Safeguards”. Patricia Tovar. Agosto, 2018.
- No. 463 “The determinants of private investment in a mining export economy. Peru: 1997-2017”. Waldo Mendoza Bellido y Erika Collantes Goicochea. Julio, 2018.
- No. 462 “El espacio importa para el desarrollo humano: el caso peruano”. Efraín Gonzales de Olarte y Juan Manuel del Pozo. Junio, 2018.
- No. 461 “El ecosistema digital y la economía regional peruana: heterogeneidad, dinámica y recomendaciones de política (2007- 2015)”. Roxana Barrantes y Paulo Matos. Mayo, 2018.
- No. 460 “Private Investment in a Mining Export Economy: A Model for Peru”. Waldo Mendoza Bellido y Erika Collantes Goicochea. Abril, 2018.
- No. 459 “La economía peruana en vísperas del bicentenario de la independencia”. Carlos Contreras Carranza. Abril, 2018.
- No. 458 “Dependencias diversas: Los resultados económicos espacialmente diferenciados del desarrollo basado en recursos en el Perú 2001-2015”. José Carlos Orihuela y Víctor Gamarra Echenique. Abril, 2018.
- No. 457 “Dinámica de inversión y competencia en generación eléctrica en un escenario de liberalización en el Perú: La importancia de los contratos de largo plazo”. Arnold Rivasplata R. y Raúl García C. Abril, 2018.
- No. 456 “Opportunism and Third-Party Influence on Long-Term Public Contracts”. Gonzalo Ruiz D. Abril, 2018.
- No. 455 “Mercado de trabajo doméstico en los inicios de la República: 1876 – 1940”. Cecilia Garavito. Abril, 2018.
- No. 454 “Capacidad productiva, cambio técnico y productividad: Estimaciones alternativas del producto de largo plazo”. Félix Jiménez. Marzo, 2018.
- No. 453 “Determinantes del poder de mercado en el sector regulado de las Microfinanzas Peruanas”. Giovanna Aguilar y Jhonatan Portilla. Marzo, 2018.
- No. 452 “Inmigración masiva, salarios reales y empleo: un modelo keynesiano”. Oscar Dancourt. Febrero, 2018.
- No. 451 “Dimensiones espaciales del crimen en Lima Metropolitana”. Javier Herrera Zuñiga y Carmen Armas Montalvo. Febrero, 2018.

No. 450 “¿Qué hubiera pasado en 2014-2016 si..? Un modelo macroeconómico para el Perú”. Rodolfo Cermeño, Oscar Dancourt, Gustavo Ganiko y Waldo Mendoza. Enero, 2018.

No. 449 “Derecho a la salud, cáncer y política fiscal en el Perú”. Pedro Francke. Enero, 2018.

▪ *Materiales de Enseñanza*

No. 3 “Economía Pública”. Roxana Barrantes, Silvana Manrique y Carla Glave. Marzo, 2018.

No. 2 “Macroeconomía: Enfoques y modelos. Ejercicios resueltos”. Felix Jiménez. Marzo, 2016.

No. 1 “Introducción a la teoría del Equilibrio General”. Alejandro Lugon. Octubre, 2015.