

¿Más o menos vulnerables? Prácticas Agrícolas y Adaptación al Cambio Climático en la Pequeña Agricultura Familiar Peruana desde la perspectiva de género*

INFORME FINAL (PBA1AN63-1087)

Victor Gamarra Echenique

Departamento de Economía de la PUCP

victor.gamarrae@pucp.pe

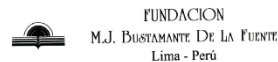
Carlos A. Pérez Caveró

Departamento de Economía de la PUCP

caperez@pucp.pe

19/02/2019

Auspicio:



* El presente documento constituye el informe final del Proyecto Breve presentado en el marco del XIX Concurso Anual de Investigación CIES 2017. Los autores agradecen el financiamiento otorgado por IDRC-Canada, la Fundación M.J. Bustamante, el Consorcio de Investigación Económica y Social – CIES y la SUNAT para la elaboración del presente estudio. Cualquier error u omisión es de responsabilidad exclusiva de los autores.

¿Más o menos vulnerables? Prácticas Agrícolas y Adaptación al Cambio Climático en la Pequeña Agricultura Familiar Peruana desde la perspectiva de género

Resumen

El estudio explora cómo el uso de prácticas agrícolas en un contexto de cambio climático puede entenderse como adaptación a este fenómeno, teniendo consecuencias en productividad. Asimismo, se explora cómo el proceso de adaptación y beneficio de este es diferencial entre hogares productores manejados por hombres y mujeres. El efecto del uso de las prácticas agrícolas en la productividad es abordado mediante el método de *Endogenous Switching Regression*, que da cuenta de la autoselección en el uso de las mencionadas prácticas. Los resultados sugieren que la variabilidad climática extrema motiva la adaptación de los agricultores, así como el sexo del agricultor (las mujeres tienen menor probabilidad). Por otro lado, el uso de estas prácticas implica mejoras en productividad incluso en contextos de variabilidad climática, mientras que aquellos agricultores que no usan las prácticas son vulnerables al cambio climático. Como en el análisis de la adaptación, las mujeres son aquellas que no pueden aprovechar los beneficios en productividad de la adaptación o son quienes se encuentran en mayor condición de vulnerabilidad frente al cambio climático en caso de no adaptación. Los resultados resaltan la importancia de las políticas de capacitación en prácticas agrícolas y la necesidad de un enfoque de género que dé cuenta de las diferencias encontradas.

Tabla de Contenido

1. Introducción	4
2. Marco Teórico.....	6
Cambio climático y productividad agropecuaria.....	6
Estudios nacionales sobre el CC.....	8
Prácticas Agrícolas y Brechas de Género	10
Caracterización de la mujer en la pequeña agricultura peruana	11
3. Metodología.....	12
Selección de Áreas Afectadas por el Cambio Climático	13
Estimación del Efecto del uso de PA en Contexto de CC: Modelo de Regresión Endógenamente Cambiante (Endogenous Switching Regression).....	14
Esperanzas Condicionadas y Tratamiento: Efectos monetarios de ‘adaptación’	17
4. Fuentes de Información	17
Fuentes Climatológicas	17
Base de datos: Encuesta Provincial a Hogares Rurales.....	18
Otras fuentes utilizadas.....	19
5. Resultados.....	19
Estimación de variación de temperaturas y áreas afectadas	19
Estadísticos descriptivos de la base de datos	20
Resultados Principales.....	23
Efecto del uso de PA en contextos de alta variabilidad climática.....	30
Ganancias monetarias del uso de PA	31
Efectos Heterogéneos (dominio, género y variabilidad climática).....	32
Pruebas de Robustez.....	37
6. Conclusiones.....	39
7. Recomendaciones de Política y Plan de Incidencia	40
8. Referencias	43
9. Anexos	52

1. Introducción

En el Perú, existen más de 2 millones de pequeños productores agrícolas con baja productividad y restricciones en el acceso al mercado (Zegarra y Minaya, 2007; Galarza y Díaz, 2015, Fan y Salas 2018). Las condiciones climáticas pueden traducirse en bajos rendimientos agrícolas, situación que podría repercutir en la seguridad alimentaria de estos productores (Di Falco et. al., 2011). Ante estos posibles efectos que el cambio climático podría tener sobre la agricultura, los productores pueden adaptarse a través de diversas estrategias como usos de semillas mejoradas, abono, fertilizantes, insecticidas, mezcla de cultivos, entre otros (Marshall et. al., 2015).

El cambio climático puede tener consecuencias adversas sobre la producción agrícola (IPCC, 2007), por lo que es relevante estudiar cómo ciertas estrategias productivas funcionan como estrategias de 'adaptación', amortiguando las consecuencias sobre rendimientos y productividad agropecuaria (Di Falco et. al., 2011). Estas estrategias pueden efectivamente amortiguar el cambio climático y desempeñar un papel crucial en la reducción de la inseguridad alimentaria de los hogares agrícolas e, incluso, tener efectos tales que la productividad aumente en comparación a la situación sin cambio climático (Deschenes y Greenstone 2007, 2012).

El 99% de los productores agropecuarios peruanos son pequeños productores familiares (CENAGRO, 2012); por ello, es relevante formular preguntas alrededor de cómo el cambio climático afecta a este grupo caracterizado por una baja productividad y vinculación al mercado (Galarza y Díaz 2015, Fan y Salas 2018). Dicho sector representa alrededor de 8% del PBI y emplea alrededor de la cuarta parte de la población económicamente activa ocupada, siendo el segundo sector de mayor absorción de mano de obra después del sector servicios. Un *shock* como el cambio climático que afecte a este sector tendrá entonces repercusiones en el resto de la economía.

El objetivo principal de este estudio es investigar cómo el uso de ciertas Prácticas Agrícolas (PA) pueden entenderse como estrategias de adaptación al cambio climático, amortiguando los efectos perniciosos de este. Particularmente, investigamos cómo la decisión de los hogares agrícolas de adaptarse, es decir, implementar un conjunto de estrategias en respuesta a cambios a largo plazo en variables climáticas (por ejemplo, uso de semillas mejoradas y herbicidas), tiene un efecto en el valor de producción agrícola. Además, investigamos si la adopción de las PA tiene un patrón diferenciado según el sexo del agricultor. Cabe mencionar que las PA seleccionadas para el estudio se encuentran relacionadas al uso de semillas, abonos y ciertos insecticidas.

La investigación contribuye al ámbito académico y de formulación de políticas públicas. La investigación económica y social sobre las consecuencias del cambio climático en el Perú es incipiente, y aquella sobre estrategias de adaptación y género nula, por lo que la evidencia mostrada contribuirá al debate. Por otro lado, la investigación permitirá identificar aquellas prácticas que permitirían a los agricultores afectados por el cambio climático atenuar las consecuencias del fenómeno, presentando directamente recomendaciones de política pública, en diálogo con el Ministerio de Agricultura y Riego y el Ministerio de Ambiente.

Al igual que estudios anteriores para Perú (Molina y Saldarriaga, 2015; Galindo et. al., 2015; Aragon et. al., 2018), explotamos la variación exógena de las temperaturas y precipitaciones para comparar aquellos productores afectados por el Cambio Climático; así como la combinación fuentes de información climatológica y una amplia encuesta de hogares con información de producción agrícola.

Nuestro enfoque econométrico considera que la decisión de utilizar las PA tiene un carácter endógeno y que la función de producción es diferente entre aquellos que utilizan y no las prácticas en cuestión. En particular, utilizamos un modelo de regresión endógenamente cambiante (*Endogenous Switching Regression*) y bases de datos secundarias que: (i) combinan información de estaciones meteorológicas y de satélites para construir indicadores de cambio climático según temperatura (ERA-Interim) y precipitación (Pisco); y (ii) la Encuesta Provincial a Hogares Rurales (ENPROHRU) con un gran tamaño de muestra e información sobre producción agrícola para el año 2014.

Los resultados principales pueden resumirse en tres partes. En primer lugar, la probabilidad de adopción de las PA aumenta en condiciones de extrema variabilidad climática, en agricultores que reportan haber sido afectados por desastres naturales, en agricultores con mayores activos agrícolas, más conectados al mercado y que son varones. En segundo lugar, aquellos que utilizan PA tienen una productividad agrícola que no se ve afectada por condiciones de variabilidad climática no extrema (incrementos de temperatura). En tercer lugar, aquellos que no utilizan PA tienen menor productividad agrícola ante condiciones de variabilidad climática (incremento de precipitaciones).

Nuestros resultados son robustos bajo diferentes escenarios: (i) al concentrarnos únicamente en aquellos distritos con extrema variabilidad climática, quienes no usan PA son vulnerables al cambio climático, mientras quienes sí no son afectados; (ii) al concentrarnos únicamente en la sierra, quienes usan las PA pueden beneficiarse de variabilidad no extrema; (iii) al concentrarnos solo en la costa, quienes no usan PA son afectados en su productividad; (iv) ante el uso de diferentes estrategias econométricas y especificaciones del modelo. Este grupo de resultados nos indica que el uso de las prácticas disminuye la situación de vulnerabilidad ante el cambio climático, y en algunos contextos conlleva a una mejora en producción (Lemoine 2017, Deschenes y Greenstone, 2007, 2012; Dell et. al., 2012).

Por otro lado, las mujeres son un grupo en situación de vulnerabilidad en la agricultura peruana (Del Pozo, 2015). Los diversos entramados sociales, económicos y culturales hacen que el rol socialmente asignado a ellas las lleve a esta situación. Nuestros resultados dan luz de esta condición, pues las unidades agropecuarias manejadas por ellas tienen menor probabilidad de adaptación y son las que no aprovechan los beneficios del uso de las PA. La menor conexión con el mercado y la menor tenencia de activos es una característica de las mujeres en la agricultura, por lo que esto podría explicar nuestros resultados.

La investigación se organiza de la siguiente manera: la sección 2 revisa el marco teórico bajo el cual se vincula el cambio climático, la vulnerabilidad y el género, además de revisar la literatura empírica nacional e internacional; en la sección 3 se introduce la estrategia empírica y el proceso de construcción de los datos de variaciones de temperaturas; la sección 4 muestra resultados del estudio; y, la sección 5 las conclusiones.

2. Marco Teórico

En la presente sección presentamos una revisión de literatura sobre el vínculo entre Cambio Climático (CC) y productividad agropecuaria; además, se explica cómo el uso de Prácticas Agrícolas (PA) y la vulnerabilidad de género afectan y complejizan dicha relación.

Cambio climático y productividad agropecuaria

Los impactos negativos del cambio climático son incrementales e irreversibles (IPCC 2007). Cambios en la temperatura y precipitación respecto a un promedio histórico (lo que es considerado como “normal”) es la definición de cambio climático (IPCC, 2007; Verner, 2011; Goh, 2012). Esta desviación respecto a lo “normal” altera la biodiversidad y las condiciones de producción de manera negativa (Goh 2012), y si bien algunos tipos de cultivos podrían experimentar ganancias con un aumento de temperatura, por ejemplo, (Maleta 2009), la investigación en ciencias naturales predice que a nivel global el cambio climático tendrá impactos globales negativos en la agricultura, amenazando la seguridad alimentaria (Keane et. al., 2009; Nelson et. al., 2009; Nelson et al., 2010).

La literatura internacional resalta las consecuencias del cambio climático en el sector agropecuario, pues este sector es de los más sensibles a cambios en las condiciones climáticas (Schlenker et al 2006, Deschenes y Greenstone 2007, Dell et al 2014, Guzman 2013). Estas consecuencias son distribuidas desigualmente, en desmedro de comunidades más pobres, con mayores restricciones económicas y menor vinculación con el mercado (Parry y Canziani 2007). Las proyecciones y simulaciones realizadas sobre las condiciones climáticas futuras indican que los incrementos en temperatura continuarán (IPCC 2014, Deschenes y Greenstone 2007). Por otro lado, estas variaciones en temperatura pueden exacerbar algunos desafíos o situaciones de vulnerabilidad existentes como crisis económicas, desastres naturales, degradación ambiental (Phillips 2016, Bahaug et al 2008). Dados estos escenarios, las estrategias de adaptación que permitan por lo menos atenuar los efectos del cambio climático son relevantes de identificar.

¿Cuál es la definición de cambio climático? Según el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), el cambio climático es una variación estadística significativa en el estado promedio del clima o en su variabilidad, la cual persiste durante un periodo prolongado de tiempo. En este sentido, el cambio climático es un proceso generado por un calentamiento atmosférico a escala global, caracterizado por un aumento en la temperatura promedio¹ que podría generar cambios en los patrones del clima global (Guzmán, 2015). Guzmán explica que dicho fenómeno es el resultado del aumento sostenido de emisiones de los gases de efecto invernadero, principalmente, dióxido de carbono. El cambio climático no solo es referido a la variación de temperatura, sino también de las precipitaciones, sobre todo cuando se estudia la agricultura en países en desarrollo cuyo riego es por secano (Cunha et al 2014, Flato et al 2016, Schlenker et al 2006, Dell et al 2014)

¹ El autor explica que el cambio climático es considerado como un fenómeno asociado, entre otros indicadores, con cambios de las temperaturas y la intensidad de las precipitaciones pluviales, respecto de los promedios de largo plazo.

La relación entre cambio climático y agricultura ha sido estudiada principalmente desde el análisis ricardiano (Deressa y Hassan 2010, Kurukulasuriya y Rosenthal 2003, Seo y Mendelsohn 2008). El enfoque ricardiano consiste en medir cómo varía el valor por hectárea de la tierra agrícola ante cambios en temperatura (Mendelsohn 1994). Por otro lado, existen estudios desde agronomía que estiman directamente en los rendimientos de los cultivos mediante resultados experimentales (Amthor 2001, Fuhrer 2003, Gregory et al., 1999).

Desde la economía y ciencia sociales, la mayoría de los estudios han solido utilizar el mencionado análisis ricardiano (Di Falco et al 2014). Este enfoque considera que los agricultores tienen una racionalidad económica que maximiza beneficios ante cambios exógenos en la unidad agropecuaria (como el cambio climático), por lo que incorpora implícitamente cambios y estrategias de adaptación por parte de los agricultores (Galindo et al 2015), quienes estarían eligiendo la combinación óptima de insumos y productos dado el conjunto de variables exógenas fuera de su control (Mendelsohn y Dinar, 2009).

Dado el supuesto de adaptación² óptima al clima, las elecciones de adaptación no necesitarían ser modeladas. Sin embargo, esta es una deficiencia de la aproximación, pues existe una "caja negra" que no identifica los determinantes y heterogeneidades en el proceso de adaptación (Di Falco et al 2014, Dell et al 2014). El proceso de adaptación al cambio climático depende de un conjunto de factores y restricciones propias de cada grupo (Moser & Boykoff 2013), y no todos los agricultores logran hacerlo, siendo relevante su estudio (Di Falco et. al., 2014).

Un estudio completo de la relación entre cambio climático y agricultura debe contemplar los efectos del shock climático en la producción, pero también las respuestas de los agricultores al shock, y si estas respuestas pueden considerarse como estrategias de adaptación que los haga menos vulnerables a la variabilidad climática.

Esta complejización de la relación presenta desafíos teóricos y metodológicos, pues son dos "efectos" que operarían en simultáneo. Se espera que el cambio climático por sí solo tenga un impacto negativo en la producción agrícola, mientras que las prácticas de adaptación tienen un efecto positivo (Lemoine 2017, Dell et al 2013, Schlenker et al 2006). Este efecto positivo de las prácticas de adaptación puede: (i) atenuar el efecto negativo del cambio climático, pero el efecto conjunto continúa siendo negativo; (ii) podría compensar y en conjunto existir un efecto nulo; y, (iii) podría ser que las estrategias de adaptación compensen el shock negativo de la variabilidad climática, y existan impactos positivos.

Este efecto, en absoluto mayor de las prácticas de adaptación, ha sido estudiado por la literatura y producido un interesante debate en la revista *American Economic Review*. Deschenes y Greenstone (2007) quienes estudian el sector agrícola en Estados Unidos y encuentran que el cambio climático incrementa los ingresos y beneficios de ese sector,

² Con respecto al término adaptación, Bowyer et. al. (2015) explican que adaptación es el proceso iterativo (ocurre en un ambiente dinámico con factores internos y externos cambiantes en el tiempo) de definir un problema, planificar e implementar acciones, monitorear y revisar esas acciones, a la luz de nuevos o cambiantes riesgos, regulaciones o políticas. La adaptación implica realizar cambios en el manejo/gestión de prácticas y sistemas de negocios con el objetivo de reducir daños o consecuencias negativas potenciales que pueden surgir ante cambios climáticos (Adger et al. 2007).

atribuyendo a que en largo plazo existen prácticas de adaptación que superan el efecto negativo que en principio tendría el cambio climático. La idea tras es que, sin un shock negativo fuerte, los agricultores no optarían por realizar las estrategias de adaptación que resultan tener muchas ganancias en producción. Si bien el efecto aislado del cambio climático es negativo, este induce al uso de estrategias de adaptación con grandes beneficios. Fisher et al (2012) cuestionan el trabajo desde un punto de vista metodológico y de uso de datos, pero los primeros autores responden aduciendo que incluso con el error en los datos de su primer trabajo, los resultados se mantienen (Deschenes y Greenstone 2012).

Esta operación de ambos efectos ha llevado a un conjunto de trabajos enfocados en cómo estrategias de adaptación al cambio climático tienen efectos en la producción o productividad agrícola.

Di Falco et al (2011) estudia el caso de Ethiopia y encuentra efectos positivos de la adaptación, utilizando una regresión endógenamente cambiante. Di Falco y Veronesi (2013) continúan el trabajo precedente con el mismo enfoque, pero considerando la adaptación en períodos previos, los resultados son los mismos. También para dicho país, Shiferaw et. al. (2014) analizan el impacto de adoptar tecnologías (no de adaptarse al CC), y su impacto en la seguridad alimentaria de los agricultores. Para ello emplean un enfoque de regresión endógenamente cambiante complementándolo con un enfoque de *Propensity Score Matching* o emparejamiento. Al igual que Di Falco et. al. (2011), encuentran resultados robustos de que la adopción de tecnologías ha generado un impacto positivo y significativo en la seguridad alimentaria. Asfaw (2012) encuentra hallazgos similares en Ethiopia y Tanzania

Por otro lado, Mukherjee et al (2012) estudian el caso de la producción de lácteos en el sudeste de Estados Unidos, encontrando que la adaptación tiene un efecto positivo ante el cambio climático. Asimismo, Cuhna et al (2013) encuentran que la estrategia de adaptación ante el cambio climático tiene efectos positivos el valor de las tierras en Brasil.

Abid (2016) estudia el caso de Pakistán, encontrando que la adaptación al cambio climático tiene efectos positivos en la productividad agrícola. Flato et al (2016) estudia cómo la variabilidad en precipitación afecta la producción en Sudáfrica, siendo los hogares con jefes de hogar mujer los más vulnerables. Para Zambia, Khonj et. al. (2015) usa también un enfoque de ESR para modelar la adaptación e implementación de prácticas agrícolas, encontrando efectos positivos en la productividad agrícola, además de que la adaptación se ve incrementada con un mayor acceso a la información, los mercados y los activos productivos.

Bryan et. al. (2013) estudian el caso de Kenya, país el cual mencionan es vulnerable al cambio climático y depende en gran parte de la agricultura. Sus resultados sugieren que las percepciones de los agricultores son la razón más importante dentro de las variables que afectan su adaptación al CC, el cual implica adoptar técnicas como irrigación o inversión en cultivos.

Estudios nacionales sobre el CC

Para el caso peruano, es poco lo que se ha investigado sobre el cambio climático. Orihuela (2017) realiza un balance de investigación que destaca los estudios de

Guzmán (2013), Galindo et al (2015) y Molina y Saldarriaga (2015)³. A continuación, reseñaremos los principales estudios sobre la relación cambio climático – agricultura en Perú.

En Galindo et. al. (2015) se encuentra que el cambio climático disminuye la producción agrícola y que el efecto es heterogéneo según tipo de cultivo. Esta investigación utiliza el Censo Nacional Agropecuario que no posee información de producción, por lo que los autores utilizan información de rendimiento y precio por cultivo departamental para hallar el valor producción en este censo. El problema de este procedimiento es que puede incurrir en diferentes errores de medición y sesgos. En Guzmán (2013), se investiga el efecto del cambio climático en unidades agrícolas familiares en la región Cuzco, encontrándose efectos mixtos; y que la relación entre cambios en temperatura y precipitación, con producción agrícola no son lineales.

El mismo estudio de Guzmán (2013) recopila otro grupo de investigaciones para el caso peruano. Flores et al., (2012), analizan cualitativamente los efectos del cambio climático en el contexto específico de la microcuenca Huacrahuacho (Provincia Canas, Región Cuzco), encontrándose efectos heterogéneos. Guerrero (2012) estudia los efectos potenciales del cambio climático en los rendimientos agrícolas de los principales cultivos de las regiones de Cuzco y Apurímac, encontrando que los efectos son negativos. Morales et al., (2012) encuentra que aumentos en temperatura afecta negativamente el crecimiento del Producto Bruto Interno Regional, y que incrementos en precipitación aumentaría los ingresos agrícolas, también en las regiones de Apurímac y Cuzco.

Por otro lado, Orihuela (2014) estima el impacto de la variabilidad en la temperatura y precipitación (cambio climático) sobre los principales cultivos permanentes (mango, palta, naranja, limón y cacao). Los resultados muestran que los cultivos analizados son significativamente explicados por la temperatura y precipitación. Al realizar las proyecciones para el periodo 2011-2050, se prevén pérdidas en la producción de esos cultivos entre 0 y 3%.

Ramos y Vergara (2017) identifican los cambios en las actividades agropecuarias de las cuencas del río Pampas (Huancavelica) y del río Ica mediante el análisis comparativo de los Censos Nacionales Agropecuarios (Cenagro) de 1994 y el 2012, en un contexto de cambio climático y estrés hídrico. Las autoras encuentran que los cambios en la actividad agropecuaria responden más a fuerzas del mercado —boom de la agroexportación— que a los efectos del cambio climático.

Aragón, Oteiza y Rud (2017) exploran el impacto de variaciones climáticas en la productividad agrícola de agricultores peruanos (2007-2015), analizando además las respuestas de dichos hogares (y su producción) ante dichos eventos en el corto plazo.

Ponce y Arnillas (2018) y Ponce (2018) estudian el uso de cultivos tolerantes a variabilidad climática en la sierra peruana, encontrando que los agricultores de esa región ajustan sus portafolios e incluyen ciertos cultivos tolerantes cuando experimentan variabilidad climática.

³ Este estudio no se concentra en el sector agrícola, sino en los impactos en la salud (peso al nacer).

Prácticas Agrícolas y Brechas de Género

Las prácticas agrícolas (PA) detallan un conjunto de competencias relacionadas a la producción de alimentos agrícolas de calidad e inocuos, relacionado con el uso eficiente de los recursos naturales, la viabilidad económica y la aceptación de los sistemas de producción (Follaneras, 2012).

Tello (2016) y Escobal et al (2015) resaltan la importancia y beneficio del uso de “buenas” prácticas agrícolas, que permiten unas mejores condiciones de producción, derivando en mayor producción. Coronado (2015) explica que elementos dentro de la producción agrícola que afecten el rendimiento de los cultivos como el uso de determinados fertilizantes, la calidad de las semillas, la disponibilidad del agua y el suelo, los niveles de acceso a la tecnología, la educación y apoyo del gobierno, deben ser tomados en cuenta como Prácticas Agrícolas relevantes. Las estrategias de adaptación con relación a la agricultura y ganadería se presentan en la Tabla 1, como las resume Eriyagama et. al., (2010).

El uso de estas estrategias tiene un efecto directo en la productividad, teniendo potenciales beneficios para zonas rurales en países en desarrollo, caracterizados por inseguridad alimentaria y restricciones en el acceso al mercado (IPCC 2007). Son estos últimos quienes más requieren el uso de estas estrategias frente a los cambios en los patrones climáticos (Keane et al 2009.); sin embargo, estos son quienes tienen menor capacidad y oportunidad de prepararse para los impactos de un clima cambiante, debido a sus limitados recursos (Nelson et al., 2010)

Los pequeños agricultores familiares rurales cuentan con restricciones que les dificultan las prácticas de adaptación. Sin embargo, existen heterogeneidades dentro de este grupo. En particular, la literatura internacional ha resaltado la situación de vulnerabilidad de las mujeres en el mundo rural (Agarwal 1994, 2001, Buchy y Subba 2003, Cornwall 2005, IPCC 2014). Una corriente de evidencia empírica indica que las mujeres experimentan la pobreza y privación de maneras diferentes que los hombres (FAO 2011), y son afectadas diferencialmente por los choques adversos (Cohen y Young, 2007, Sabarwal et. al., 2010, Bhattarai et. al., 2015).

Esta condición de vulnerabilidad de las mujeres no se debe a alguna característica biológica o innata, sino a una sociocultural. Mientras que el sexo refiere a condiciones biológicas, el género a los roles y expectativas sobre el sexo de cada individuo (Butler 2007, Giddens 1993). El género es un constructo social que diferencia roles y asignación de recursos y poder entre hombres y mujeres (Rousseau 2018).

Los roles que socialmente se asignan a las mujeres en contextos rurales y agrícolas, así como la falta de acceso a recursos y escasa participación en la toma de decisiones generan su particular condición de vulnerabilidad. Ellas experimentan desproporcionadamente más efectos negativos que los hombres debido a las estructuras sociales y las relaciones de poder en el mundo agrícola (Agarwal, 1994, 2001; Buchy y Subba, 2003; Cornwall, 2005; Gururani, 2002). A estas limitaciones enfrentadas por las mujeres cabe añadir también la falta de acceso a recursos y las posibilidades de participación en la toma de decisiones, expresiones de la discriminación estructural de género.

La literatura sobre género y medio ambiente destaca el desigual acceso y control de los recursos y gestión de la agrobiodiversidad que tienen las mujeres (Agarwal, 1994; Buchy y Rai, 2008; Howard y Nabanoga, 2007; Rocheleau, 1995; Rocheleau y Edmunds, 1997; Rocheleau et al., 1996; Wooten, 2003). Ellas suelen tener menos bienes y, en la práctica, menos derechos que los hombres. El acceso control sobre los activos agrícolas es menor en las mujeres (Dankelman, 2010; McLaughlin & Dietz, 2008), quienes a su vez acceden con menor probabilidad a bienes de capital, servicios de extensión y recursos utilizados para una eficiente producción agrícola (Antonopoulos y Floro, 2005; Deere y Doss, 2006; Deere y Leon, 2003; Peterman, Behrman y Quisumbing, 2010).

Los hogares de agricultores con mayores activos, acceso a información y apoyo institucional pueden adaptarse al cambio climático con el uso de ciertas PA (Goh, 2012). Se define como vulnerabilidad al cambio climático cuando hay susceptibilidades y poca capacidad de adaptación a este (IPCC 2014). Las unidades agropecuarias que están expuestas al cambio climático y que son manejadas por mujeres presentarían una doble vulnerabilidad: el cambio climático en sí, y las restricciones sociales por ser mujeres (Ahmed y Fajber 2009, Deressa et al 2009, Goh 2012).

La vulnerabilidad económica de las mujeres frente al cambio climático ha sido estudiada por Flato et al (2016) para el caso de Sudáfrica. Los autores exploran los efectos de las anomalías pluviales en los ingresos de hogares con jefes de hogar hombres y mujeres, encontrando efectos diferenciados según el estado civil del jefe de hogar. En este sentido, las mujeres separadas, divorciadas y viudas son más vulnerables, pues suelen ser las únicas fuentes de ingreso del hogar.

Caracterización de la mujer en la pequeña agricultura peruana

Los roles diferenciados según el sexo, y la situación de vulnerabilidad de las mujeres debido a estos son propios de Perú, país con grandes brechas de género en salud, empleo e ingresos y en la producción agropecuaria.

Perú es un país con grandes brechas de género (INEI 2015, UNFPA 2018). Las mujeres tienen menores salarios para la misma actividad (30% menos que los varones), menor acceso a la educación y mayor número de horas en tareas domésticas no remuneradas, y 1 de cada 3 es víctima de violencia de género (UNFPA 2018). Según la Encuesta Nacional del Uso del Tiempo ⁴ (ENUT, 2010), encontramos algunos resultados interesantes sobre las brechas de género en las tareas relacionadas, por un lado, al ámbito agropecuario (cuidado de huertos y crianza de animales), y por otro a aspectos del cuidado del hogar y de los hijos.

En primer lugar, un 28% de hombres responde participar de labores agrícolas, frente a un 38% de las mujeres; y al mismo tiempo, las mujeres participan más de actividades culinarias (95%), cuidado de hijos pequeños (55%) y tareas de apoyo en el hogar (19%) que los varones (69%, 45% y 13%, respectivamente). Esto, en el ámbito agrícola representa una sobrecarga de tareas en detrimento de la mujer. Asimismo, los datos indican que el 46% de la población en condición de viudo(a) representa el mayor porcentaje de participación en esta actividad, revelando un posible problema en caso de

⁴ Esta encuesta nos muestra cómo la población de 12 años a más participa y distribuye su tiempo en las diferentes actividades que cotidianamente realizan durante las 24 horas del día.

agricultores que pierden a sus parejas y se ven obligados a dedicar doble esfuerzo al cuidado de la parcela.

Por otro lado, las horas semanales dedicadas a estas actividades también muestran desproporciones. Aunque en el caso de la agricultura las horas semanales son similares (3 horas), en las otras actividades existen diferencias importantes. Por un lado, las mujeres pasan 14 horas semanales en actividades culinarias, 10 horas más que los varones (4 horas); 13 horas en el cuidado de hijos pequeños (frente a 6 del varón); y finalmente 5 horas en tareas de apoyo del hogar (el varón dedica 3). Un punto que resaltar es que, en el cuidado de algún miembro con dificultades físicas o mentales, las mujeres dedican alrededor de 17 horas semanales a dicha actividad, frente a 9 del varón. Todo esto se traduce en menor tiempo libre de la mujer (14 horas), frente a 19 de los varones.

Las brechas de género en el sector agropecuario también son grandes y han sido estudiadas por Del Pozo (2016). El autor encuentra que, si bien entre 1994 y 2012 la participación de las mujeres en la actividad agrícola ha incrementado, estas tienen menor posesión de tierras de cultivo y cabezas de ganado. Estas brechas son explicadas por un menor acceso a tierra, activos y crédito. Por otro lado, en un reporte oficial sobre brechas de género (INEI 2015), se detalla que las campesinas suelen producir para el autoconsumo en parcelas más pequeñas que las de los hombres, con limitaciones para la producción relacionadas con la tenencia y el acceso a la tierra y crédito.

Según el Plan de Acción en Género y Cambio Climático (PAGCC - MINAM) -realizado ante el creciente reconocimiento internacional sobre los impactos diferenciados del CC entre hombres y mujeres-, el CC tiene impactos que acentuarán la desigualdad social y la de género.

Según el mencionado PAGCC, las mujeres peruanas tienen acceso restringido a recursos como la propiedad de la tierra, crédito, información, espacios de decisión, tecnologías, etc., lo cual limita su capacidad adaptativa frente al CC. Según el IV CENAGRO de 2012: (i) el acceso a títulos de propiedad es de 67% para hombres y 32% para mujeres; (ii) el acceso a crédito 10% para hombres y 6% para mujeres; (iii) el acceso a capacitación técnica es de 16% en hombres y 9% en mujeres; e, (iv) la tasa de analfabetismo es de 8% en hombres y 27% en mujeres.

Por estas desigualdades de género en el Perú y en el sector agropecuario en general, y la posibilidad que el CC las incremente, es relevante un estudio con enfoque de género. En particular, nuestro estudio considerará los efectos diferenciados del CC en la adaptación y valor de producción entre hombres y mujeres. Adicionalmente, se explorará si algunas situaciones las hacen vulnerables como el estado civil, característica resaltada por la literatura. Nuestro estudio se encuentra en el Nivel 1 (Sensible al Género), dada la categorización de Rousseau (2018) sobre estudios con enfoque de género.

3. Metodología

El objetivo del estudio es determinar los efectos que tiene el uso de ciertas prácticas agrícolas en contexto de cambio climático. Para esto, seguimos a Di Falco y Veronesi

(2013) y Di Flaco et. al. (2011), quienes proponen un modelo de regresión endógenamente cambiante (switching-regression model), el cual toma en cuenta la endogeneidad existente entre la adaptación y el valor de producción.

A diferencia de otros estudios, no contamos con una encuesta especializada en las acciones y prácticas de agricultores ante el cambio climático; sin embargo, aprovechamos la exogeneidad de las variaciones climáticas y una base de datos inusualmente amplia en cobertura e información agropecuaria: Encuesta Provincial Rural (ENPROHRU) 2014⁵, la cual detallaremos posteriormente. En particular, la metodología propuesta consiste en 3 etapas: i) selección de áreas con Cambio Climático (CC), ii) estimación del efecto de uso de Prácticas Agrícolas (PA) en la producción, y iii) estimación de las ganancias y ganancias potenciales en producción por uso de PA.

Selección de Áreas Afectadas por el Cambio Climático

El estudio sobre los efectos del cambio climático plantea desafíos metodológicos, pues operan simultáneamente el efecto aislado del CC y a la vez el efecto de la adaptación, en caso se dé (Lemoine 2017).

Estudios sobre estrategias de adaptación al CC se concentran en lugares altamente afectados (Flato 2016, Abid et. al. 2016), realizando sus propias encuestas. Analizar únicamente los espacios altamente afectados se justifica por una sistemática diferencia entre espacios con y sin CC, para enfocarse únicamente en el 'efecto' de las estrategias de adaptación.

En nuestro caso, debemos tener mediciones de cambio climático, por eso ubicaremos aquellos espacios geográficos que tengan niveles de temperatura y precipitación diferentes de lo que es "normal", o sea con desviaciones respecto al promedio histórico. Existe diverso tipo de fuentes climatológicas para utilizar, principalmente estaciones meteorológicas, satélites y datos reanalizados. Cada fuente tiene diversas fortalezas y debilidades. Para este trabajo utilizamos fuentes que reanalizan información primaria: ERA - INTERIM (temperatura) y PISCO (precipitación), ambos de libre disponibilidad y explicados en la sección de datos.

Con las fuentes mencionadas, se procede a categorizar áreas geográficas, según la resolución de cada fuente. Antes, se debe brindar una definición operativa de cambio climático, la cual no existe como tal en la literatura; sin embargo, siguiendo a Molina y Saldarriaga (2015), quienes a su vez se basan sobre Scherrer et al (2005), brindamos un indicador de variabilidad climática en desviaciones estándar respecto a un promedio

⁵ Esta encuesta es un 'punto medio' entre el Censo Nacional Agropecuario y el módulo de productor agropecuario de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH): mientras el primero no tiene información sobre valor de producción, el segundo tiene un tamaño de muestra limitado y no enfocado en el sector agrícola-rural.

temporal (Dell et. al. 2012, 2014). En particular, tomaremos como espacio geográfico afectado por el CC si tiene +/- 1.5 desviaciones estándar en temperatura y precipitación⁶.

Una vez obtenida la información en desviaciones estándar (ver Figuras 1 y 2), cada productor agropecuario tendrá un valor diferente según el distrito de residencia. Con esta información podemos estimar el modelo (ver siguiente sección) para saber el efecto de la variabilidad climática en la producción agrícola. Idealmente, cada productor debería tener un valor diferente en variabilidad. La disponibilidad de datos nos permite únicamente diferenciar agricultores según distrito de residencia, por lo que tendremos cierto nivel de atenuación en nuestras mediciones al trabajar con promedios distritales. Sin embargo, como puede apreciarse en la Figura 2 se tiene variabilidad entre distritos (alrededor de 1850).

Estimación del Efecto del uso de PA en Contexto de CC: Modelo de Regresión Endógenamente Cambiante (Endogenous Switching Regression)

La especificación econométrica que utilizaremos debe considerar que el nivel de producción o productividad agrícola debido al uso de prácticas agrícolas que contribuyan a este nivel presenta endogeneidad. Los más 'productivos' pueden ser quienes más usen prácticas, así como quienes usan prácticas son los más 'productivos'. Por otro lado, distinguir el efecto del CC y el de las estrategias de adaptación (como el uso de PA) plantea un desafío metodológico (Lemoine 2017, Dell et al 2012, 2014). Seguimos la metodología econométrica utilizada por Di Falco et. al. 2014, Huang et. al. 2014 y Di Falco y Veronesi (2013), que consiste en un modelo de regresión endógena cambiante (endogenous switching regression - ESR), que corrige el sesgo de selección de uso de PA.

La ESR parte de considerar la endogeneidad de la decisión de adaptación estimando un modelo de ecuaciones simultáneas. Se tiene una ecuación que representa la selección de adopción de PA y otras sobre el efecto de la adopción de PA en la producción representado en dos regímenes según adaptación.

$$(1) A_i^* = Z_i\alpha + \eta_i, \text{ siendo } A_i = \{ 1 \text{ si } A_i^* = 1; 0 \text{ otro caso} \}$$

$$(2a) \text{ Régimen 1: } y_{1i} = X_{1i}\beta_{1i} + \epsilon_{1i} \text{ si } A_i = 1$$

$$(2b) \text{ Régimen 2: } y_{2i} = X_{2i}\beta_{2i} + \epsilon_{2i} \text{ si } A_i = 0$$

La ecuación (1) corresponde a la de selección de uso de PA, donde A^* es una variable latente sobre beneficios esperados del uso de PA; A una *dummy* que toma el valor de 1 si la unidad agropecuaria familiar 'i' usa alguna. Las prácticas agrícolas seleccionadas son: uso de semillas mejoradas, semillas certificadas, abono, fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas (Di Falco et al 2011, Tello 2015, 2016). Z es un vector de variables que alteran el beneficio esperado de uso de PA, entre ellas el género del

⁶ Este nivel de variación no es pequeño. Por ejemplo, en el caso de temperatura, estas desviaciones estándar corresponden a un promedio de +/- 1 grado centígrado de variación, el cual tiene una magnitud importante en contextos de producción agropecuaria (IPCC).

agricultor⁷ y la temperatura y precipitación en el Hogar Productor⁸. Dada la literatura revisada, debido al tejido social particular del medio rural, las jefes de hogar mujeres que se encargan de las unidades agropecuarias son más vulnerables y presentan mayores restricciones para implementar estrategias de adaptación. Esta hipótesis será comprobada en esta primera 'parte' de la estimación.

Para que el modelo se encuentre identificado, se utilizan instrumentos de selección, que siguiendo a Di Falco et. al. (2014) son variables relacionadas a la disponibilidad de información agropecuaria, cuya idoneidad son probadas con una prueba de falsificación: deben afectar conjuntamente la probabilidad de adaptación, más no la producción de agricultores no adaptados.

Las ecuaciones (2a) y (2b) muestran dos regímenes de producción según decisión de uso de PA, 'y' es el valor de producción y X un vector de factores e insumos de producción y características que influyen en la producción. Se asume que los errores de las ecuaciones (1), (2a) y (2b) tienen una distribución normal trivariada con media cero y matriz de covarianza Σ mostrada a continuación:

$$(\eta, \epsilon_1, \epsilon_2)' \sim N(0, \Sigma) \quad \text{donde} \quad \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_\eta^2 & \sigma_{\eta 1}^2 & \sigma_{\eta 2}^2 \\ \sigma_{1\eta}^2 & \sigma_1^2 & \cdot \\ \sigma_{2\eta}^2 & \cdot & \sigma_2^2 \end{bmatrix}$$

Siendo σ_η^2 la varianza del término de error de la ecuación de adaptación (1) y que podemos asumir igual a 1 (Di Falco et al 2011, Maddala 1983), σ_1^2 y σ_2^2 son las varianzas de los términos de error de (2a) y (2b), $\sigma_{1\eta}$ y $\sigma_{2\eta}$ son las covarianzas entre η_i , ϵ_{1i} y ϵ_{2i} , respectivamente. Dado que y_{1i} y y_{2i} no son observados simultáneamente, sus covarianzas no se encuentran definidas. La implicancia directa de cómo se estructuran los errores es que el esperado condicional de los errores de las ecuaciones de selección (ϵ_{1i} y ϵ_{2i}) sean diferentes de cero:

$$(3a) E[\epsilon_{1i}|A_i = 1] = \sigma_{1\eta} \frac{\phi(z_i \alpha)}{\Phi(z_i \alpha)} = \sigma_{1\eta} \lambda_{1i}$$

$$(3b) E[\epsilon_{2i}|A_i = 0] = -\sigma_{2\eta} \frac{\phi(z_i \alpha)}{1 - \Phi(z_i \alpha)} = \sigma_{2\eta} \lambda_{2i}$$

Donde $\phi(\cdot)$ es la función de densidad de la probabilidad de una distribución normal y $\Phi(\cdot)$ es la función de densidad acumulada normal. Si las covarianzas estimadas de $\sigma_{1\eta}$ y $\sigma_{2\eta}$ son estadísticamente significativas, la decisión de uso de BPA y el valor de producción se encuentran correlacionadas, de tal manera que existan variables no

⁷ Como se mencionó anteriormente, la literatura consultada sugiere que las mujeres agricultoras son especialmente vulnerables al CC, pues el conjunto de arreglos institucionales y sociales imperantes las rezaga en la adopción de PA que puedan amortiguar el CC. Uno de los objetivos del estudio es comprobar esta hipótesis comparando la adopción de diferenciada según el género del jefe de hogar- productor. Un aspecto que se comprobará también es si la composición del hogar afecta (i.e. familias monoparentales, biparentales, con hijos dependientes).

⁸ Siguiendo a Di Falco et al (2013, 2014) incorporamos la temperatura y precipitación de cada hogar en este grupo de variables. Sin embargo, siguiendo a Flato et al (2016), el indicador relevante a incluir no es el nivel de temperatura y/o precipitación, sino la desviación de estos respecto a su promedio de largo plazo.

observables correlacionadas con la decisión de adaptación y a su vez con la producción. Cuando esto ocurre, se tiene evidencia de cambio endógeno y se rechazaría la hipótesis nula de ausencia de sesgo de selección. Este es el ESR (Maddala y Nelson, 1975).

El modelo ESR puede estimarse en dos etapas o en una etapa. La estimación en dos etapas es menos eficiente, requiere un ajuste adicional para obtener errores estándar consistentes (Maddala 1983). El modelo ESR es estimado por una estimación de máxima verosimilitud con información completa (*full information maximum likelihood estimation - FIML*), la cual permite obtener resultados más eficientes que la estimación típica por máxima verosimilitud cuando la variable de selección es discreta y la de resultado continua⁹, sigue la forma de la ecuación (5):

$$(5) \ln L_i = \sum_{i=1}^N A_i \left[\ln \phi \left(\frac{\epsilon_{1i}}{\sigma_1} \right) - \ln \sigma_1 + \ln \Phi(\theta_{1i}) \right] + (1 - A_i) \left[\ln \phi \left(\frac{\epsilon_{2i}}{\sigma_2} \right) - \ln \sigma_2 + \ln(1 - \Phi(\theta_{2i})) \right]$$

Con $\theta_{ji} = \left(Z_i \alpha + \frac{\rho_j \epsilon_{ij}}{\sigma_j} \right) / \sqrt{1 - \rho_j^2}$ para $j = 1, 2$ y ρ_j denota el coeficiente de correlación entre el término de error de la ecuación (1) con el de las ecuaciones (2a) y (2b), respectivamente.

Esta metodología propuesta es preferida al uso de otras metodologías que consideran la característica endógena de la adaptación como el Heckit. Preferimos el ESR al Heckit porque nos permite tener dos regímenes diferenciados de producción, en el que los coeficientes de la función de producción sean diferentes en cada grupo. Por otro lado, las características no observables comunes en la ecuación de selección y ecuaciones de producción no tienen que ser las mismas o si son las mismas, darse en el mismo sentido (como asumiría el Heckit)¹⁰.

Por ejemplo, una característica no observable que podrían tener los “adaptados” es la habilidad, de tal manera que aquellos más hábiles sean quienes más se adapten, y también quienes puedan producir mejor o con mayor eficiencia. En cambio, los “no adaptados” podrían tener un nivel de habilidad que no tenga un efecto sobre la producción.

Por otro lado, si nuestro interés es el estudio del uso de estrategias de adaptación sobre la producción/productividad, se podría utilizar un modelo de emparejamiento como Abid et al (2016). Sin embargo, este método recae en el supuesto de la selección en observables (Angrist y Pichke 2009, Lee 2005, Gertler et al 2011), lo que implicaría que nosotros podemos estimar la probabilidad de adaptación según un conjunto de características que podemos observar. El problema es que la probabilidad de adaptación depende de muchas otras características no observables que también afectan la producción, como la habilidad de los agricultores.

Debe resaltarse también que el uso de la metodología ESR permite reducir un posible sesgo de atenuación vinculado al sesgo de selección (los agricultores más productivos son los que potencialmente pueden usar mejor las PA). La productividad agrícola es afectada por el uso de PA y también por algunas variables no observables relacionadas al uso de estas prácticas, además del cambio climático. El no considerar este factor

⁹ Agradecemos al lector anónimo del CIES por esta última acotación.

¹⁰ De igual modo, los resultados obtenidos son robustos a realizarlo con el Heckit.

implicaría que el análisis sobre cómo la variabilidad climática afecta la productividad se encuentre atenuado¹¹.

Esperanzas Condicionadas y Tratamiento: Efectos monetarios de 'adaptación'

Es de interés para la política pública tener estimaciones monetarias de la ganancia de uso de PA y las ganancias potenciales que tendrían aquellos no adaptados si es que usaran estas prácticas. Para ambos casos, es necesario tener un contrafactual que no puede ser observado simultáneamente: no es posible observar al agricultor que usa PA como si no las usara. Seguimos a D Falco et al (2011), quien a su vez sigue a Heckman et al (2001), para calcular estos efectos mediante la comparación usando esperanzas condicionadas.

En primer lugar, en la ecuación (6) se mide cuánto más en producción tienen los agricultores adaptados respecto a la situación en la que no lo hubieran hecho. Para esto, se halla la esperanza condicional del valor de producción del grupo adaptado utilizando los coeficientes hallados para su régimen de producción, valor al que se le resta la esperanza condicional del valor de producción del mismo grupo utilizando los coeficientes hallados para el régimen de producción del grupo no adaptado. Por otro lado, de manera análoga en la ecuación (7) se muestra el efecto potencial del uso de PA en el grupo de agricultores que no las utilizan. Se realiza mediante la resta entre el valor esperado del valor de producción de quienes no usan PA utilizando los coeficientes del régimen de producción adaptado, y el valor esperado del valor de producción del mismo grupo no adaptado utilizando los coeficientes de su régimen de producción.

$$(6)TT = E(y_{1i}|A_i = 1) - E(y_{2i}|A_i = 1) = (X_{1i}\beta_1 + \sigma_{1\eta}\lambda_{1i}) - (X_{1i}\beta_2 + \sigma_{2\eta}\lambda_{1i})$$

$$(7)TN = E(y_{1i}|A_i = 0) - E(y_{2i}|A_i = 0) = (X_{2i}\beta_1 + \sigma_{1\eta}\lambda_{2i}) - (X_{2i}\beta_2 + \sigma_{2\eta}\lambda_{2i})$$

Con las ecuaciones (6) y (7) se obtiene cuánto más ganan en valor de producción los que usan PA y cuánto ganarían los que no usan si lo hicieran, respectivamente. Es decir, se tendrá una aproximación a los beneficios monetarios del uso de PA en un contexto de CC. Estos resultados podrían servir para justificar intervenciones de políticas públicas relacionadas al uso de PA.

4. Fuentes de Información

Fuentes Climatológicas

Como se ha explicado en secciones previas, el CC tiene una dimensión temporal ampliamente importante, pues se considera CC a variaciones climatológicas de lo que es considerado 'normal' durante un período de tiempo. Esta dimensión es importante al momento de seleccionar las fuentes de datos climatológicas. Por otro lado, una dimensión importante es la precisión a la cual se obtiene la información, pues permite un mejor modelamiento y caracterización de la población bajo las condiciones climáticas descritas. La fuente por escoger tiene que balancear una disponibilidad temporal con

¹¹ Agradecemos al lector anónimo del CIES por esta última acotación.

una gran precisión (desagregación) espacial, la cual suele ser menor para períodos más antiguos.

Del conjunto de fuentes disponibles, descartamos la información provista directamente de satélites, pues tienen una disponibilidad relativamente reciente para resoluciones bastante precisas. De modo similar, se descarta la información provista directamente de estaciones meteorológicas, pues para Perú no tienen una cobertura espacial suficiente como para brindar información creíble en ciertos espacios (Aragón et. al. 2017). Existen fuentes que reanalizan la información provista por satélites, la combinan con estaciones meteorológicas y utilizan modelamientos meteorológicos; este tipo de información se provee a dimensiones bien desagregadas y con cobertura temporal a mediano plazo; además, al reanalizar la información, corrige potenciales problemas de medición e inexactitudes que las fuentes primarias proveen (Auffhammer et al 2013 y Schelker 2006), presentando resultados validados por meteorólogos.

En particular, para información sobre temperatura, utilizamos ERA - INTERIM, la fuente de información meteorológica mundial desarrollada por el European Centre of Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). De esta fuente obtenemos la temperatura mensual promedio a 2 metros de superficie terrestre con una resolución de 0.175 x 0.175 grados decimales (equivalentes a 14 km² por pixel) para el período 1980-2013. ERA Interim sigue la estrategia de 'asimilación de datos' que reanaliza información según ciclos de 3, 6 y 12 horas, utilizando observaciones en promedio 10⁷ observaciones diarias provistas por satélites, observaciones en suelo y radiosondas (Dee et al 2011). Esta base de datos ha sido utilizada y validada para estudios meteorológicos diversos como Boisvert et. al. (2015), Jones y Lister (2015), Simmons et. al. (2014).

Por otro lado, para la información sobre precipitación, utilizamos PISCO (Peruvian Interpolated Data of SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations) desarrollada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. De esta fuente obtenemos el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por las siglas en inglés) con una resolución de 0.05 grados decimales (equivalente a 5.2 km² por pixel). PISCO combina información provista por estaciones meteorológicas con la provista vía imágenes satelitales por Climate Hazard Group (CHG). La combinación se realiza utilizando el Kriging con Deriva Externa (KED), que es una técnica geoestadística sencilla y robusta (Lavado et. al. s/f). Debe señalarse que utilizamos SPI para considerar no el nivel actual sino el exceso o déficit de precipitación respecto a un período dado (WMO 2012). El SPI mide la variación estandarizada de la precipitación en un período de referencia respecto al promedio histórico. En nuestro caso tomamos el índice de 12 meses que, en sencillo, informa en cuánto durante los últimos 12 meses ha habido desviaciones respecto al promedio histórico.

Base de datos: Encuesta Provincial a Hogares Rurales

La encuesta que se emplea para la información de los productores agropecuarios es la Encuesta Provincial a Hogares Rurales 2014 (ENPROHRU 2014), la cual dispone de información estadística, demográfica, social 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 2015-2017) y encuestas de hogares que incorporan módulos de productor agropecuario (ENAHO y ENAPRES), la ENPROHRU tiene una amplia cobertura y número de observaciones, incluyendo información relevante del sector agropecuario. Por otro lado, a diferencia del CENAGRO, se tiene información del valor de producción y uso de factores de producción.

En la Tabla 1 se pueden apreciar las principales variables de interés para el estudio, el cual incorpora información de productor agropecuario (parcelas, cultivos, activos, uso de prácticas agrícolas), características de los hogares (educación, salud, ingresos), indicadores de acceso a crédito y capacitación técnica, e información referente a eventos climatológicos fortuitos ocurridos en la parcela (granizo, periodo prolongado de lluvias, huaicos, etc.).

Otras fuentes utilizadas

Adicional a las fuentes de información explicadas, utilizamos el *Harmonized World Soil Database* (FAO) y el Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO 2012). Con la primera base obtenemos mediciones desagregadas calidad de suelos, vinculadas a características de producción. Esta base cuenta con siete medidas: disponibilidad de nutrientes, capacidad de retención de nutrientes, condiciones de enraizamiento, disponibilidad de oxígeno en las raíces, salinidad, toxicidad y facilidad de manejo. De este grupo, nos concentramos en la disponibilidad de nutrientes, toxicidad, enraizamiento y facilidad de manejo, dada la poca varianza (y no significancia) de las otras tres mediciones.

Con el CENAGRO obtenemos a nivel de distrito el porcentaje de agricultores que utilizan diverso tipo de tecnologías de la información y comunicación (TIC) para tener información agropecuaria. Los instrumentos para identificar el modelo a estimar requieren ser exógenos y vinculados a la exposición a información (Di Falco et al 2011). En la ENPROHRU, tenemos información de uso de TICs pero no necesariamente para obtener información agropecuaria; además, a nivel individual el uso de estas tecnologías suele ser endógeno (Jensen 2007, Aker 2010, Zanello 2012). En cambio, el porcentaje de agricultores que utilizan estas tecnologías lo interpretamos como una medida indirecta de cobertura distrital de estos servicios para fines agrícolas (productivos), lo cual tiene un carácter exógeno y directamente asociado a la actividad agrícola.

5. Resultados

Estimación de variación de temperaturas y áreas afectadas

En esta sección presentamos dos conjuntos de mapas para mostrar la variabilidad climática del año 2013 respecto al promedio histórico 1980-2013. Estos mapas muestran la variabilidad, mas no los grados centígrados (temperatura) o milímetro por metro cuadrado (precipitación). Cada mapa contiene información sobre cuantas desviaciones estándar hubo el 2013 respecto al promedio histórico del período mencionado.

La Figura 1 muestra las desviaciones a nivel de celda o píxel (cuya resolución fue descrita en la sección de datos). El mapa de la izquierda muestra la variabilidad de precipitaciones concentrada en la sierra peruana. El mapa de la derecha muestra la

variabilidad de temperatura la cual se concentra en la costa y sierra central, y la costa norte del país. Los límites departamentales son incluidos para una mejor visualización.

En un escenario ideal, con la ubicación exacta de cada unidad agropecuaria, podríamos saber a qué nivel de variabilidad climática estuvo expuesta. Sin embargo, dada la disponibilidad de información pública de la encuesta utilizada¹² debemos promediar nuestros resultados a un nivel de desagregación menor: el distrito. Esta agregación de datos puede llevar a un sesgo de atenuación en nuestros resultados, pero es lo mejor que puede realizarse. Estudios como Molina y Saldarriaga (2015, 2018) y Galindo et al (2015) también utilizan promedios a nivel distrital.

A pesar de la agregación, la Figura 2 muestra los mismos patrones que los mapas respectivos a una resolución nivel celda. Aquellas áreas con mayor precipitación son las de la sierra del Perú, y la costa norte y centro, junto a la sierra central y sur las regiones con mayor variabilidad de temperaturas.

Estadísticos descriptivos de la base de datos

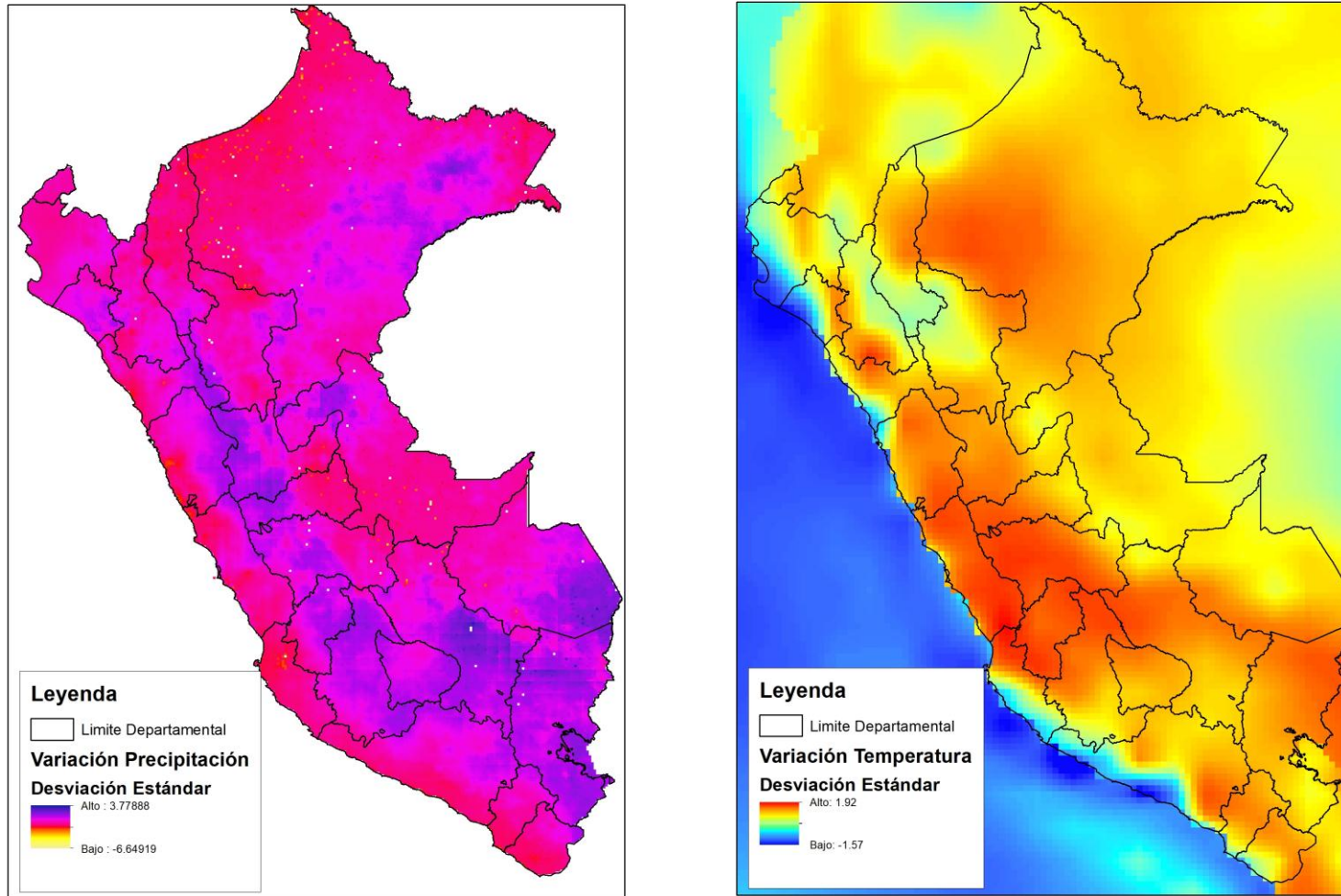
La Encuesta Provincial a Hogares Rurales (ENPROHRU) se llevó a cabo durante el año 2014, con el objetivo de disponer de información estadística, demográfica, social y económica representativa a nivel provincial de los hogares rurales de todo el Perú. La Encuesta Nacional de Hogares (ENAHU) tiene un nivel de representatividad más desagregado a nivel regional (no provincial), mientras que los censos de población y vivienda, y los agropecuarios no incluyen información relevante sobre ingresos, empleo, producción agrícola, insumos, etc. De esta manera, la ENPROHRU es un 'puente' entre encuestas de hogares previas y censos, al contar con un considerable tamaño de muestra en áreas rurales con la inclusión de información sobre producción agropecuaria.

La encuesta tiene información de utilidad como auto-reportes de shocks climáticos y desastres naturales, relevantes en los estudios sobre cambio climático (Di Falco y Varonesi, 2013). Se recabó información sobre prácticas agrícolas y producción, costos e ingresos, así como régimen de tenencia y acceso al crédito. En total la ENPROHRU 2014 contiene información para el año 2013 de 90,322 hogares rurales de la Costa y Sierra del país¹³.

¹² Si bien la encuesta cuenta con georreferenciación a nivel de Centro Poblado, no se pudo acceder a esta a pesar de solicitudes al INEI.

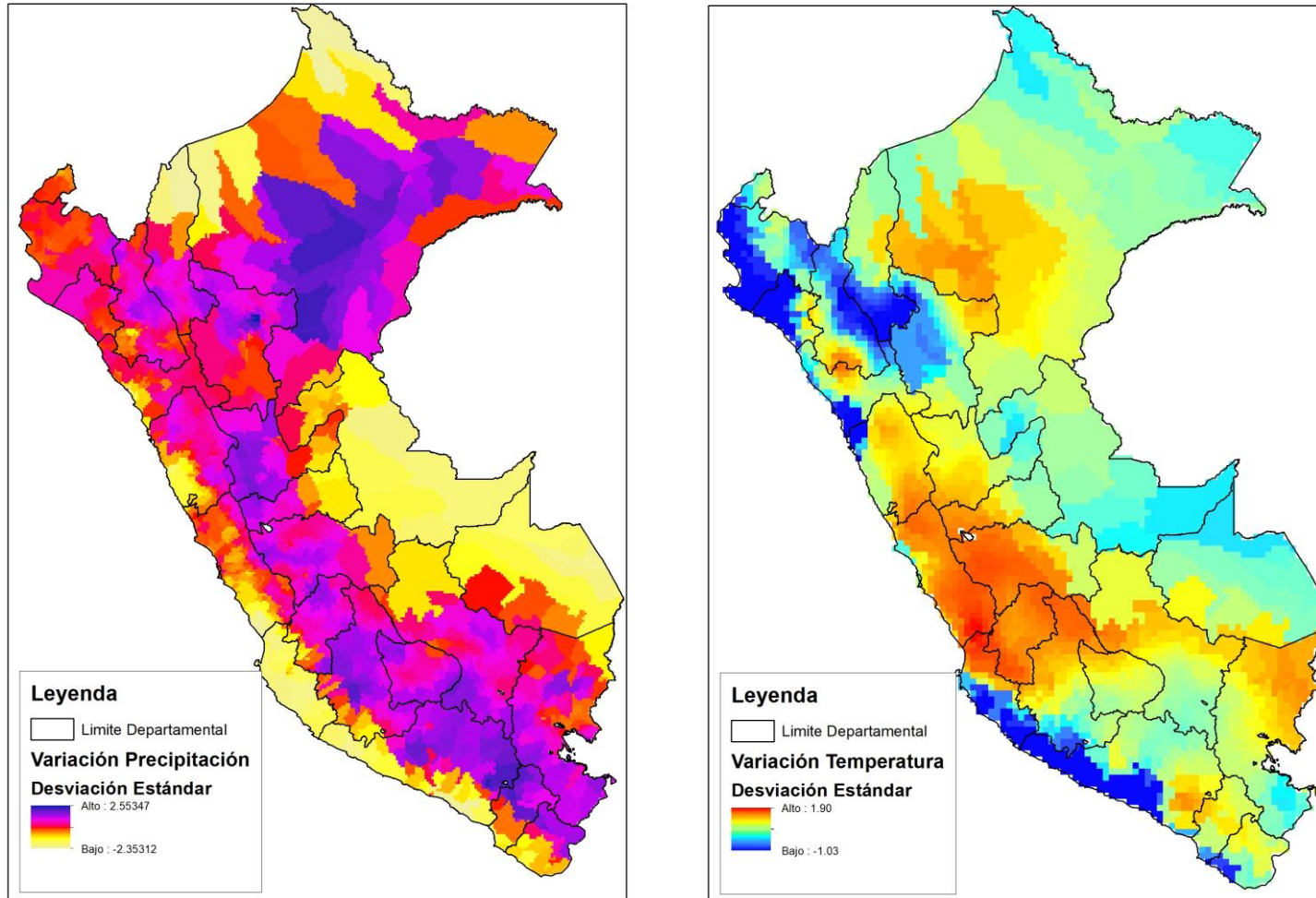
¹³ No consideramos la Selva del país, al tener distritos muy grandes y heterogéneos, lo cual podría maximizar el nivel de atenuación en nuestras variables climáticas. Aragón et al (2018) realiza el mismo filtro.

Figura 1. Variación climática en Precipitación (derecha) y Temperaturas (izquierda) a nivel celda (1980-2013)



Fuente: PISCO (2014) y ERA-Interim. Elaboración propia.

Figura 2. Variación climática en Precipitación (derecha) y Temperaturas (izquierda) a nivel distrito (1980-2013)



Fuente: PISCO (2014) y ERA-Interim. Elaboración propia.

Tras filtrar aquellos hogares productores sin información sobre variables de producción (*missing values*), se obtienen 47,184 hogares¹⁴ de los cuales 45,674 (97 %) son pequeños y medianos productores familiares con menos de 50 hectáreas de superficie agropecuaria. Las definiciones de valor de producción, consistencia de información y de productor agropecuario familiar son tomados de Escobal y Armas (2016).

En la Tabla 1 se muestra los estadísticos descriptivos de las principales variables que incluimos en las regresiones, así como las diferencias de media y de proporciones. Se observa un valor promedio superior de producción agrícola en los hogares que utilizan las PA, al igual que una mayor presencia de eventos climatológicos (granizo) fortuitos en los hogares que se adaptaron. Huaicos y deslizamientos parecen no tener mucha diferencia de ocurrencia en los predios de ambos tipos de agricultores. Adicionalmente, se observa un mayor gasto y tenencia de tierras de los hogares que usan las prácticas, además de niveles similares de ingresos y capacitación. Sin embargo, los hogares adaptados tienen mayores niveles de activos que los no adaptados.

Un hecho importante a tomar en consideración es el porcentaje de hombres que están a cargo de la UA. Aproximadamente 15% son mujeres en ambos grupos, aunque hay mayor concentración de mujeres en el segundo. Es notoria la diferencia en las características agrícolas. Por otro lado, las distribuciones suelen ser diferentes en la mayoría de las variables, por lo que sugiere que el grupo que usa PA y quienes no son estructuralmente diferentes, lo que justifica el uso del modelo ESR.

Resultados Principales

En esta sección presentamos los resultados principales tras aplicar el método econométrico escogido y detallado en la sección anterior. En particular, presentamos dos tablas: una que contiene resultados para el total de la muestra obtenida en la Encuesta Provincial Rural, y otra que contiene resultados para un subconjunto de distritos que han tenido alta variabilidad climática. Cada una de las tablas contiene la siguiente estructura: una primera columna que presenta los resultados utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), la cual presenta sesgo a inconsistencia debido al problema de endogeneidad que presenta el uso de prácticas agrícolas; una segunda columna sobre los determinantes de la adaptación, variable latente observada por nosotros como uso de prácticas agrícolas; una tercera columna que muestra los resultados de la función de producción para el régimen 1 (quienes se adaptan); y una cuarta columna para el régimen de producción 0 (quienes no se adaptan).

El modelo utilizado requiere un conjunto de instrumentos para que se encuentre identificado. En particular, requerimos un vector de variables que afecten directamente la ecuación de selección (adaptación), pero no la ecuación principal (producción). Seguimos a Di Falco et al (2011) al proponer como instrumentos variables relacionadas a fuentes de información, pues se supone que agricultores más expuestos a información conocerán los beneficios potenciales del uso de prácticas agrícolas que funcionan como adaptación al cambio climático.

¹⁴ La relativa gran reducción de muestra se debe principalmente a omisiones de variables relevantes para el estudio, como empleo de riego, tamaño de parcela, entre otros.

Tabla 1. Estadísticos Descriptivos

Variables	Usan PA (1)		No usan PA (0)		Test de Medias (1) – (0)	Test de Proporciones
	Prom.	Des. Est.	Prom.	Des. Est.		
<i>Producción</i>						
Valor de Producción Agrícola	4,842	53,461	1,403	9,140	3,438***	0.2505***
<i>Eventos Climatológicos</i>						
Granizo	0.438	0.496	0.310	0.462	0.133***	0.0715***
Lluvias	0.194	0.395	0.176	0.381	0.0184***	0.009
Huaicos	0.033	0.179	0.031	0.172	0.00240	0.000
Deslizamientos	0.018	0.134	0.018	0.133	0.000147	0.001
Inundaciones	0.025	0.156	0.013	0.112	0.0141***	0.010
<i>Prácticas Agrícola</i>						
Semillas certificadas	0.093	0.291	0.000	0.000	0.0931***	0.1196***
Abonos	0.807	0.394	0.000	0.000	0.807***	0.7734***
Fertilizantes	0.456	0.498	0.000	0.000	0.456***	0.4748***
Herbicidas	0.136	0.342	0.000	0.000	0.136***	0.1717***
Insecticidas	0.372	0.483	0.000	0.000	0.372***	0.3922***
Fungicida	0.162	0.369	0.000	0.000	0.162***	0.1690***
Otros	0.019	0.136	0.008	0.089	0.0127***	0.0148**
<i>Insumos Agrícolas</i>						
Gasto en tierras	107.810	1289.269	20.441	477.824	87.37***	0.0402***
Gasto en jornales	279.017	2258.780	59.421	396.761	219.6***	0.1640***
Gasto en Insumos	111.729	3253.760	20.910	309.964	90.82***	0.1352***
Trabajadores familiares	0.025	0.178	0.031	0.204	-0.00624***	0.0035***
Hectáreas (parcela)	1.023	2.464	0.971	2.586	0.0519**	0.0511***
<i>Jefe del Hogar</i>						
Porcentaje Mujeres	0.143	0.350	0.183	0.387	-0.0383***	0.0421***
Nivel Educativo	2.666	0.991	2.523	0.987	0.143***	0.0486***
Edad	49.937	14.680	50.420	15.614	-0.483***	0.0334***
Casados	0.497	0.500	0.421	0.494	0.0766***	0.0702***
Solteros	0.057	0.231	0.082	0.274	-0.0231***	0.0200***
Separados/divorciados	0.042	0.201	0.049	0.216	-0.00674***	0.008
Alfabetización	0.636	0.481	0.583	0.493	0.0522***	0.0617***
<i>Miembros del Hogar</i>						
Nro. Miembros	3.879	1.955	3.781	2.028	0.0984***	0.0425***
Ingreso act. Principal	294.647	574.472	250.280	525.654	44.37***	0.0563***
Ingreso Total	786.275	1017.675	569.403	729.316	216.9***	0.1489***
Gasto Total	547.719	395.203	461.672	339.005	86.05***	0.1210***
<i>Características Agrícolas</i>						
Acceso a crédito	0.126	0.332	0.068	0.251	0.0654***	0.0717***
Recibió capacitación (cultivos)	0.058	0.234	0.034	0.182	0.0265***	0.0309***
Recibió asistencia técnica	0.062	0.241	0.033	0.179	0.0323***	0.0365***
Posee tractor	0.004	0.060	0.001	0.026	0.00383***	0.004
Posee arado	0.223	0.416	0.210	0.408	0.0131***	0.002
Tamaño de Muestra	33,134		12,540			

Fuente: ENPROHRU (2014). Elaboración Propia. Nota: los promedios por categoría son ponderados según el factor de expansión de la muestra. Los test de media son realizados con estos ponderadores utilizando una

Las variables que utilizamos son: uso de radio, uso de internet y uso de periódico. Este tipo de información brinda al agricultor información sobre clima, eventos climatológicos, pronósticos, entre otros. Un potencial problema con el uso de variables que identifiquen si el agricultor usa estos medios de comunicación es que presenta endogeneidad, característica estudiada por la literatura de economía agrícola (Zanello 2012, Jensen 2007). Para lidiar con este problema, obtenemos el porcentaje de agricultores por distrito que utilizan estas tecnologías. La idea tras de estas variables es poder capturar la cobertura u “oferta” (medimos la demanda agregada por distrito que en equilibrio es igual a la oferta) que en conjunto es exógena a la decisión individual de uso.

La validez de estos instrumentos se realiza con una prueba de falsificación: las variables escogidas en conjunto deben afectar la decisión de uso de prácticas agrícolas, más no la producción en aquellas unidades agropecuarias que no usan estas prácticas. Por un lado, se estima por MCO la ecuación principal para las unidades agropecuarias que no utilizan las prácticas agropecuarias, y mediante una prueba F de significancia conjunta de estas variables validamos que no afectan la producción (el estadístico F toma el valor de 0.74 con un p-valor de 0.53); por otro lado, mediante una regresión probabilística - *probit*- se evalúa la decisión de adaptación, y mediante una prueba conjunta Chi², en este caso, validamos que sí afectan la decisión de adaptación (el estadístico Chi² toma el valor de 63,9 con un p-valor de 0.000)¹⁵. Los resultados se encuentran en la Tabla A1 del anexo.

Una vez validado el uso de los instrumentos seleccionados, procedemos a la presentación de resultados. En la Tabla 2 se muestran los resultados para toda la muestra. La columna (1) contiene los coeficientes de la estimación utilizando MCO, y es claro notar la relación positiva entre producción y uso de PA. Esta relación nos indica que aquellas unidades agropecuarias que utilizan estas prácticas son más productivas. El uso de PA puede deberse a un mecanismo de autoselección, en el que variables observables y no observables influyen en el uso de estas prácticas, por lo que el uso de una estimación por MCO ofrecería coeficientes sesgados e inconsistentes. Debe notarse también que los coeficientes de las variables relacionadas a variabilidad climática no son significativos al utilizar MCO, más sí con el ESR, lo que reflejaría el sesgo de atenuación en el primero.

Ante esta situación, en las siguientes tres columnas presentamos los resultados de la estimación utilizando la ESR. La idoneidad en el uso de esta metodología depende de la existencia de autoselección diferenciado entre el régimen de producción de los adaptados y los no adaptados. Recordemos de ρ_1 y ρ_2 las correlaciones entre el término de error de la ecuación de selección y la ecuación principal de producción para cada régimen. Si estas correlaciones no son significativas, no existirá sesgo de selección y bastaría el uso de MCO. Si ambas correlaciones son significativas en la

¹⁵ Este resultado puede apreciarse en la columna 2 de la Tabla 3, que muestra la probabilidad de uso de PA condicional a todas las demás características, dados el modelo ESR.

misma magnitud, significa que el sesgo de selección es “común” o en el mismo sentido para los dos regímenes de adaptación, por lo que sería preferible el uso de un *Heckit*. Sin embargo, si las correlaciones son de diferente magnitud, y una es significativa y la otra no, nos sugiere la existencia de un sesgo de selección diferenciado para uno de los grupos, validándose el uso de la ESR (Maddala y Nelson 1975).

La penúltima fila de la Tabla 2 muestra la estimación de estas correlaciones, que muestra que para el régimen sin adaptación es no significativo, pero para el régimen de adaptación sí, lo que significa que existe endogeneidad entre la decisión de adaptación del grupo que lo hace con la productividad agrícola. Esta correlación tiene signo negativo, la cual significa que existen factores no observables que motivan la adaptación, pero al mismo tiempo reducen la productividad del predio. Por ejemplo, puede ser que solo los agricultores más motivados o hábiles (características no observables) sean quienes decidan adaptarse, y esto podría afectar la producción: (i) por un lado, el uso de prácticas requiere un proceso de aprendizaje y compra de insumos, lo que implicaría que descuiden la parcela disminuyendo la producción; (ii) por otro lado, los más hábiles pueden tener otros empleos no agrícolas, lo cual implica también descuiden el proceso de producción agropecuaria¹⁶.

La segunda columna de la Tabla 2 contiene los coeficientes de la ecuación de adaptación (selección) y brinda interesantes resultados. Recordemos que la adaptación es una variable latente, ergo no observable, por lo que la estimación se realiza según la probabilidad de uso de PA. Dentro de los indicadores de variabilidad climática incluimos el nivel y cuadrado de las desviaciones de temperatura y precipitación, para evaluar la presencia de efectos no lineales. Para ambos casos, la relación es no monotónica, en forma de U, en la cual la medida de variabilidad afecta negativamente la probabilidad de adaptación, pero el cuadrado positivamente (aunque solamente es significativa para temperaturas). Es decir, las unidades agropecuarias que se adaptan son aquellas que son afectadas extremadamente por una variabilidad climática (estar expuestos a estas temperaturas incrementa la adaptación hasta en un 69%), mientras que aquellas afectadas de manera no extrema tienen una menor probabilidad de hacerlo. Las decisiones de adaptación, entendidas en nuestro caso como uso de PA requieren costos y cambios que sólo serían realizados ante situaciones extremas.

Por otro lado, la probabilidad de adaptación es mayor en unidades con mayores activos o maquinaria (tractores, arado animal y bomba de agua). Dentro de las características del jefe de hogar productor, el sexo del agricultor es significativo y negativo (ser mujer representa hasta 9% menos probabilidades de adaptación), resultado interesante y de acuerdo con el marco teórico del estudio. Debemos resaltar que el sexo no necesariamente representa el efecto del género y la condición social de mujer, pero es una primera aproximación a partir de este estudio cuantitativo. Los jefes de hogar casados, convivientes o viudos tienen mayor probabilidad de adaptación. En contraste,

¹⁶ Aunque la habilidad no puede medirse, una variable que podría aproximarse indirectamente a esta es el nivel educativo. El 7% de los agricultores sin ningún nivel educativo tienen un empleo principal no agropecuario, mientras que el 95% de los agricultores con el nivel educativo más alto tienen un empleo principal no agropecuario. Esto reflejaría que los agricultores más “hábiles” saldrían del trabajo en la agricultura, por lo que su habilidad no se utilizaría para el mejor uso de las prácticas agrícolas.

el nivel educativo, tener una actividad principal no agropecuaria y el número de miembros en el hogar no parece afectar dicha adaptación.

Tabla 2. Regresión para Adaptación al CC para toda la muestra.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Endogenous switching regression ^a			
<i>Modelo</i>	OLS		Adaptación=1 (UA usa PA)	Adaptación=0 (UA no usa PA)
<i>Variable Dependiente</i>	VBP Agrícola	Adaptación 1/0	VBP Agrícola	VBP Agrícola
Adaptación 1/0	0.557*** (0.027)			
Factores climáticos				
Variación temperatura	0.151 (0.107)	-1.067*** (0.225)	0.531*** (0.105)	-0.093 (0.348)
Variación temperatura sqr	-0.097 (0.063)	0.689*** (0.117)	-0.342*** (0.064)	0.091 (0.177)
Variación precipitación	-0.033 (0.028)	-0.066 (0.060)	0.035 (0.036)	-0.090* (0.049)
Variación precipitación sqr	0.026 (0.020)	0.030 (0.035)	0.039* (0.023)	-0.034 (0.032)
Temperatura 2013	0.038*** (0.008)	-0.003 (0.012)	0.035*** (0.009)	0.004 (0.014)
Precipitación 2013	-0.001 (0.001)	-0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.001* (0.001)
Insumos				
Tierra	1.386*** (0.054)		1.321*** (0.059)	1.524*** (0.082)
Tierra sqr	-0.319*** (0.020)		-0.277*** (0.024)	-0.382*** (0.031)
Trabajo	-0.105*** (0.015)		-0.110*** (0.016)	-0.051* (0.030)
Trabajo sqr	0.040*** (0.003)		0.039*** (0.003)	0.031*** (0.006)
Insumos	-0.029 (0.018)		-0.048** (0.020)	0.043 (0.043)
Insumos sqr	0.031*** (0.004)		0.035*** (0.004)	0.019* (0.010)
Activos				
Tractor	0.808*** (0.109)	0.527*** (0.160)	0.627*** (0.117)	0.556 (0.414)
Arado	0.182*** (0.025)	0.140*** (0.033)	0.127*** (0.028)	0.232*** (0.044)
Bomba de Agua	0.195*** (0.061)	0.701*** (0.092)	-0.026 (0.060)	0.422 (0.314)
Características del jefe de hogar y del hogar				
Ser mujer	-0.216*** (0.024)	-0.091*** (0.026)	-0.190*** (0.030)	-0.207*** (0.043)
Edad	-0.002*** (0.001)	-0.003*** (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.002* (0.001)
Conviviente	0.068** (0.030)	0.076** (0.032)	0.012 (0.037)	0.068 (0.052)
Casado	0.089*** (0.030)	0.176*** (0.033)	-0.011 (0.038)	0.118** (0.052)
Viudo	0.010 (0.032)	0.125*** (0.037)	-0.068* (0.040)	0.050 (0.056)
Divorciado	0.154* (0.092)	-0.125 (0.106)	0.102 (0.120)	0.300** (0.147)
Separado	0.050 (0.040)	0.081* (0.042)	0.007 (0.049)	0.022 (0.074)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Endogenous switching regression ^a			
<i>Modelo</i>	OLS		Adaptación=1 (UA usa PA)	Adaptación=0 (UA no usa PA)
<i>Variable Dependiente</i>	VBP Agrícola	Adaptación 1/0	VBP Agrícola	VBP Agrícola
Nivel educativo	0.049*** (0.009)	-0.001 (0.011)	0.050*** (0.011)	0.039** (0.016)
No Agrícola	-0.247*** (0.023)	0.002 (0.029)	-0.253*** (0.028)	-0.175*** (0.041)
Miembros del hogar	0.040*** (0.004)	-0.001 (0.005)	0.041*** (0.005)	0.038*** (0.007)
Capacitación e Información de Parcela				
Acceso a crédito	0.129*** (0.023)	0.268*** (0.028)	0.030 (0.026)	0.098* (0.055)
Riego	0.377*** (0.068)	0.422*** (0.084)	0.144* (0.077)	0.603*** (0.125)
Proporción regada	-0.001 (0.000)	-0.002*** (0.001)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)
Mantenimiento del riego	-0.034 (0.030)	-0.071* (0.037)	-0.011 (0.033)	-0.025 (0.054)
Riego seco	0.208*** (0.060)	-0.099 (0.076)	0.200*** (0.072)	0.461*** (0.101)
Capacitación en cultivos	0.152*** (0.036)	0.167*** (0.044)	0.062 (0.041)	0.225*** (0.076)
Asistencia técnica	0.131*** (0.036)	0.172*** (0.046)	0.083** (0.040)	0.022 (0.074)
Evento climatológico	-0.149*** (0.026)	0.221*** (0.033)	-0.250*** (0.031)	-0.116** (0.052)
Características del Suelo				
Nutrientes	0.094** (0.040)	0.057 (0.051)	0.098** (0.044)	0.062 (0.056)
Trabajable	0.349** (0.172)	0.571*** (0.216)	0.088 (0.191)	0.341 (0.311)
Toxicidad	-0.094** (0.046)	0.119 (0.076)	-0.186*** (0.053)	0.013 (0.065)
Enraizamiento	-0.347** (0.171)	-0.627*** (0.214)	-0.043 (0.190)	-0.351 (0.309)
Fuentes de Información				
Radio		0.005*** (0.001)		
Internet		0.080*** (0.015)		
Periódico		0.010*** (0.003)		
Constante	4.328*** (0.227)	-0.025 (0.326)	5.499*** (0.267)	4.737*** (0.403)
σ_i			1.326	1.237
ρ_i			-0.717***	0.086
Observaciones	45,674	45,674	45,674	45,674

Nota: a estimada por método de máxima verosimilitud.

σ_i denota la raíz cuadrada de la varianza de los términos de error ε_{ji} en las regresiones de resultados (2a) y (2b), respectivamente. ρ_j denota el coeficiente de correlación entre el término de error η_i de la ecuación de selección (1) y los términos de error ε_{ji} de las ecuaciones de resultados (2a) y (2b), respectivamente. *Significancia al 10%.

** Significancia al 5%. *** Significancia al 1%.

Analizando variables relacionadas al predio agrícola y al tipo de suelo, el crédito y el riego representan variables importantes para la adaptación (correlacionado también con la capacidad económica del agricultor, determinante también de la adaptación). Asimismo, capacitaciones en cultivos, asistencia técnica y la ocurrencia de eventos

climatológicos fortuitos alientan la adaptación del productor, algo consistente con el objetivo de las dos primeras (incrementar productividad del predio), y la tercera que está altamente correlacionada con el CC. Por otro lado, con relación a las variables de la calidad de suelo empleadas, resultan significativas aquellas relacionadas con la “trabajabilidad” o facilidad de trabajar la parcela (precisamente el indicador de trabajabilidad y negativamente el nivel de enraizamiento o presencia de raíces en la tierra). Asimismo, las variables de información afectan positivamente la adaptación.

Con relación al impacto de la variabilidad climática en la productividad, para el régimen adaptado, encontramos nuevamente una relación no monotónica (para el caso de las temperaturas), en forma de U invertida, donde la medida de variabilidad afecta positivamente la productividad de la parcela mientras que el cuadrado lo hace negativamente. Esta relación nos indica que los agricultores que utilizan PA tienen ganancias en productividad, las cuales suelen ser decrecientes. Es decir, debido al uso de PA, incluso ante la presencia de variabilidad climática, los agricultores pueden tener desempeños positivos en sus procesos productivos. Recordemos los trabajos de Deschenes y Greenstone (2007) y Lemoine (2017) que resaltaban que el uso de prácticas agrícolas podría más que rebatir el efecto del cambio climático debido a que estas prácticas permiten alcanzar altos niveles de productividad.

En contraste, el régimen no adaptado resulta perjudicado con la variabilidad climática (precipitaciones), aunque no afectado en el caso de las temperaturas. Estos resultados son interesantes en la medida que exploran potenciales beneficios del CC en los agricultores adaptados, aunque estos pueden volverse negativos como se vio, al ser más “vulnerables” a las temperaturas al aprovechar sus efectos (por ejemplo, agricultores que implementan abonos aprovechan de incrementos de temperaturas, pero cuando estos incrementos son desmesurados, el abono o insecticida hace más vulnerable al cultivo a estos cambios y se genera un efecto contraproducente en el cultivo o demás cultivos).

Por otro lado, el sexo (ser mujer) se mantiene como una variable que representa una menor productividad agrícola (las mujeres tienen alrededor de 20% menos productividad que los varones), para ambos regímenes, resultado que ya mencionamos no se refiere al género, pero reafirma la vulnerabilidad de las agricultoras en relación con los hombres en el agro. De otro lado, el riego, la asistencia técnica incrementan la productividad del régimen adaptado, mientras que el crédito y la capacitación hacen lo mismo en el régimen no adaptado, resultados intuitivos en primera instancia. Un resultado interesante es el rol de las características del suelo en cuanto a la productividad agrícola: tierra con mayores nutrientes y menor toxicidad favorecen la productividad en el régimen adaptado, mientras que no afectan la productividad del régimen no adaptado. Esto sugiere que el uso de PA (abonos, fertilizantes) puede explotar la buena calidad del suelo y traducirlo en mejoras de productividad.

Hasta el momento tenemos resultados interesantes y que dialogan con la literatura previa (Deschenes y Greenstone 2007, Di Falco, 2013, Dell 2014). Sin embargo, la dinámica de la variabilidad climática, la adaptación y sus efectos en la productividad agrícola puede ser distinta en aquellas zonas donde ha existido una mayor variabilidad climática. Aquellos lugares altamente afectados por el cambio climático pueden ser

sistemáticamente diferentes a aquellos que no son afectados. A pesar de considerar la endogeneidad al momento de usar PA, siempre es un desafío metodológico el distinguir entre el efecto de cambio climático y el de ‘adaptación’ (Lemoine 2017, Dell et al 2012, 2014).

Efecto del uso de PA en contextos de alta variabilidad climática

Una manera de poder “aislar” mejor el efecto del cambio climático y enfocarnos en cómo el uso de PA sirven como estrategias de adaptación es enfocarnos únicamente en aquellos lugares donde la variabilidad climática ha sido muy elevada. Escogemos un subgrupo de distritos debido a que la unidad de observación de los indicadores de variabilidad climática se encuentra a este nivel, y una agregación podría generar alguna (mayor) atenuación en los resultados. Particularmente seleccionamos distritos que tengan niveles de variabilidad mayores a 1.5 desviaciones estándar respecto al promedio (en temperaturas o en precipitaciones). Estos resultados son mostrados en la Tabla A2 del anexo.

Con relación a la adaptación (columna 2), al sólo enfocarnos en lugares altamente afectados por el cambio climático, los determinantes de la adaptación ya no tendrían que relacionarse a la variabilidad climática (común a todos). Al analizar la ecuación de producción se aprecia que en el grupo de adaptados la variabilidad climática no tiene efecto en la producción, más si negativamente en el grupo de no adaptados. Es decir, en contexto de alta variabilidad climática el uso de prácticas compensa el efecto negativo del cambio climático y los no adaptados son afectados negativamente por alta variabilidad de precipitaciones.

Otros resultados interesantes es la pérdida de significancia del sexo (ser mujer) en la ecuación de adaptación. Variables como acceso a crédito, capacitación y presencia de eventos climatológicos siguen siendo los determinantes más importantes para la adaptación. Sin embargo, cabe mencionar que estas variables como el crédito y las capacitaciones también se encuentran potencialmente impactados por las diferencias de género. Por otro lado, encontramos que las variables de características del suelo mantienen relativa importancia para la adaptación, cobrando la toxicidad del suelo importancia en relación con la adaptación, al igual que las fuentes de información vistas anteriormente. Se puede decir que las características de la tierra y la información sobre cambio climático que reciben los agricultores son los mayores conductores a la adaptación para estas zonas más afectadas por la variabilidad climática. Las demás variables mantienen el mismo patrón de significancia en las ecuaciones de productividad agrícola. Particular importancia vuelven a recibir las variables de calidad de suelo, la presencia de eventos climatológicos fortuitos y los activos que posee el predio.

Además de analizar los determinantes de la adaptación y los regímenes de producción diferenciados, es importante conocer cuáles son las ganancias del uso de las PA, interpretadas como adaptación al cambio climático. Estas ganancias pueden analizarse desde dos puntos de vista: (i) dentro del grupo que se adaptó, cuánto más ganan en comparación a una situación en la que no se hubieran adaptado; y (ii) dentro del grupo que no se adaptó, cuánto hubieran ganado si es que lo hubieran hecho. Es imposible observar a las unidades agropecuarias de cada régimen en el contrafactual, como si

estuvieran en el otro. Siguiendo a Di Falco et al (2011) que a su vez sigue a Heckman et al (2011), nos acercamos a la construcción de estos contrafactuales según esperanzas condicionadas a los coeficientes hallados, lo cual es posible debido a que la ESR estima coeficientes por cada régimen.

Tabla 3. Efecto del Tratamiento en la Producción Agrícola para muestra afectada por CC (Temperaturas y Precipitaciones).

Submuestras	Decision stage		Treatment effects
	Adaptarse	No Adaptarse	
<i>Panel A: Toda la muestra</i>			
Hogares que se adaptaron	(a) $E(y_{1i} A_i = 1)$ 7.257 (0.005)	(c) $(y_{2i} A_i = 1)$ 6.858 (0.007)	TT 0.399*** (0.001)
Hogares que no se adaptaron	(d) $E(y_{1i} A_i = 0)$ 8.409 (0.006)	(b) $E(y_{2i} A_i = 0)$ 6.304 (0.006)	TU 2.104*** (0.003)
<i>Panel B: Afectados por CC</i>			
Hogares que se adaptaron	(a) $E(y_{1i} A_i = 1)$ 7.238 (0.008)	(c) $(y_{2i} A_i = 1)$ 6.651 (0.007)	TT 0.587*** (0.003)
Hogares que no se adaptaron	(d) $E(y_{1i} A_i = 0)$ 8.621 (0.011)	(b) $E(y_{2i} A_i = 0)$ 6.301 (0.012)	TU 2.319*** (0.006)

Nota: (a) y (b) representan las esperanzas observadas de la producción agrícola; (c) y (d) representan los contrafactuales de la producción agrícola cada uno. $A_i=1$ si el hogar se adaptó al cambio climático. $A_i=0$ si no se adaptó.

y_{1i} =producción agrícola (logaritmo) si el hogar se adaptó.

y_{0i} =producción agrícola (logaritmo) si el hogar no se adaptó.

TT: efecto del tratamiento (adaptación) en los tratados-treated (hogares que se adaptaron).

TU: efecto del tratamiento (adaptación) en los no tratados-untreated (hogares que no se adaptaron)

Ganancias monetarias del uso de PA

En la Tabla 3 mostramos las ganancias y ganancias potenciales del uso de PA para ambos casos analizados. En ambos casos, el efecto del uso y efecto potencial es positivo. Recordemos que nuestra variable dependiente se encuentra en una escala logarítmica, por lo que la diferencia de medias corresponderá al logaritmo de la ratio entre los dos valores de producción.

Para tener en cuenta las ganancias monetarias debemos de realizar la resta después de haber aplicado exponencial. Con esta transformación tenemos que para toda la muestra: (i) para el grupo adaptado, el uso de PA significaría un aumento de valor de producción de hasta 38.8 soles al mes¹⁷; y (ii) para el grupo no adaptado, el uso tendría un efecto potencial de hasta 328 soles al mes. Por otro lado, cuando consideramos únicamente los distritos afectados por CC tenemos: (i) el uso de PA genera ganancias de hasta 51 soles al mes; y (ii) para los que no usan PA, si lo hubieran hecho podrían haber ganado hasta 420 soles al mes.

¹⁷ La cifra se calcula luego de transformar los datos a periodicidad mensual, con el fin de brindar una mayor facilidad de interpretación.

Efectos Heterogéneos (dominio, género y variabilidad climática)

En esta sección exploramos los efectos heterogéneos de la variabilidad climática según regional natural (Tabla 4), algunos indicadores sensibles al género (Tabla 5) y una aproximación más flexible de la variabilidad climática (Figura 3).

La exploración de efectos heterogéneos según región natural permite encontrar patrones que no se observan a simple vista en las tablas anteriores. Por un lado, si bien la adaptación es mayormente dirigida por la extrema variabilidad climática en precipitaciones para ambas regiones naturales, el sexo del agricultor representa un impedimento para la adaptación solo en el caso de la sierra. Escobal y Armas (2015) encuentran estas diferencias en el sexo del conductor en su análisis de las regiones costa y sierra, basados en CENAGRO (2012). Esto sugiere una peor situación de las mujeres en la sierra con respecto a la costa. Por otro lado, la radio parece no tener mucho impacto en la adaptación en la costa, mientras en la sierra sí lo tiene, al mismo tiempo que el internet emerge como la principal fuente de información en ambos dominios geográficos.

Los resultados en los regímenes de producción también brindan información interesante que no se observaba en anteriores tablas. En la sierra se mantiene el beneficio de los adaptados ante variaciones climáticas no extremas. El resultado más interesante es el de la costa, donde los no adaptados serían inmunes a la variabilidad climática, mientras que los no adaptados son especialmente vulnerables a todo tipo de variabilidad de precipitaciones. Escenarios como el Niño costero o los huaicos generados por la extrema precipitación nos recuerdan la extrema vulnerabilidad de la agricultura costera ante estos eventos. Estos resultados confirman esta hipótesis. Por otro lado, el sexo sigue representando una menor productividad agrícola, aunque solo para el régimen adaptado, siendo no significativo en el régimen no adaptado.

Por otro lado, en las tablas de resultados principales se muestra cómo el que una unidad agropecuaria familiar sea manejada por una mujer tiene una relación negativa en la probabilidad de adaptación y de gozar de los beneficios de esta -en caso corresponda. El análisis de género va más allá de la diferenciación entre hombres y mujeres (Rousseau 2018), por lo que exploraremos más a fondo esta diferenciación encontrada. Para esto realizaremos dos ejercicios exploratorios: (i) siguiendo a Flato et al (2016), veremos los efectos de ser mujer según el estado civil; (ii) considerando que son las mujeres quienes se suelen encargar del trabajo doméstico (INEI 2015), cómo interviene la presencia de niños menores de 5 años.

Los hogares cuyos jefes son mujeres suelen ser monoparentales, por lo que la única fuente de ingreso es el trabajo de la mujer jefa de hogar. Esta situación refuerza las restricciones a activos, crédito y vinculación al mercado de estos hogares, por lo que es esperable que sean hogares con mayor vulnerabilidad a shocks extremos (como el cambio climático) y que presenten mayores dificultades para la adaptación (Flato et al 2016). Exploramos estas relaciones en el Panel A de la Tabla 5, incluyendo a nuestra especificación principal la interacción entre el sexo del jefe de hogar y la agrupación de los estados civiles (soltero, divorciado, separado y viudo en un solo grupo, y conviviente y casado en un solo grupo), siendo la categoría base el estar conviviendo o casado.

Los resultados sobre las variables climáticas siguen siendo los mismos: adaptación ante shocks extremos de temperatura, adaptados logran sortear positivamente variaciones climáticas no extremas y los no adaptados son vulnerables a shocks no extremos en precipitación. Las mujeres son más vulnerables en los tres casos analizados, al igual que los hogares con jefes solteros. De manera interesante, los hogares con jefes de hogar mujer soltera son diferencialmente más afectados en el régimen de adaptados, por lo que no podrían gozar los beneficios de la adaptación como los pares varones.

Tabla 4. Regresión para Adaptación por dominio geográfico.

	(1)	(2)	(3)
	Endogenous switching regression		
<i>Modelo</i>		Adaptación=1 (UA usa PA)	Adaptación=0 (UA no usa PA)
<i>Variable Dependiente</i>	Adaptación 1/0	VBP Agrícola	VBP Agrícola
<i>Panel A: Sierra</i>			
Factores climáticos			
Variación temperatura	-1.127*** (0.426)	1.026** (0.509)	-0.467 (0.682)
Variación temperatura sqr	0.821*** (0.201)	-0.602** (0.243)	0.203 (0.333)
Variación precipitación	0.025 (0.060)	0.013 (0.041)	-0.077 (0.061)
Variación precipitación sqr	0.014 (0.037)	0.046* (0.026)	-0.006 (0.035)
Características del jefe de hogar y del hogar			
Ser mujer	-0.080*** (0.028)	-0.159*** (0.028)	-0.177*** (0.042)
Fuentes de Información			
Radio	0.006*** (0.001)		
Internet	0.043** (0.020)		
Periódico	0.003 (0.004)		
Observaciones	39,502	39,502	39,502
<i>Panel B: Costa</i>			
Variación temperatura	-0.706*** (0.249)	0.186 (0.138)	0.071 (0.448)
Variación temperatura sqr	0.490*** (0.142)	-0.043 (0.107)	-0.137 (0.303)
Variación precipitación	-0.097 (0.097)	0.106 (0.103)	-0.458** (0.222)
Variación precipitación sqr	-0.061 (0.055)	-0.036 (0.056)	-0.180* (0.097)
Características del jefe de hogar y del hogar			
Ser mujer	-0.050 (0.093)	-0.260*** (0.091)	-0.186 (0.160)
Fuentes de Información			
Radio	0.000 (0.004)		

Internet	0.050**		
	(0.021)		
Periódico	0.002		
	(0.006)		
Observaciones	6,172	6,172	6,172

Nota: a estimada por método de máxima verosimilitud.

*Significancia al 10%. ** Significancia al 5%. *** Significancia al 1%.

Tabla 5. Regresión para Adaptación según estado civil y número de hijos

	(1)	(2)	(3)
	Endogenous switching regression		
<i>Modelo</i>		Adaptación=1 (UA usa PA)	Adaptación=0 (UA no usa PA)
<i>Variable Dependiente</i>	Adaptación 1/0	VBP Agrícola	VBP Agrícola

Panel A: Heterogeneidades por sexo y estado civil

Factores climáticos

Variación temperatura	-1.087***	0.535***	-0.102
	(0.226)	(0.105)	(0.349)
Variación temperatura sqr	0.700***	-0.344***	0.096
	(0.117)	(0.064)	(0.177)
Variación precipitación	-0.065	0.035	-0.089*
	(0.060)	(0.036)	(0.049)
Variación precipitación sqr	0.031	0.039*	-0.034
	(0.035)	(0.024)	(0.032)

Características del jefe de hogar y del hogar

Ser mujer	-0.119***	-0.138***	-0.273***
	(0.045)	(0.046)	(0.074)
J Hogar: Soltero	-0.132***	0.049	-0.143**
	(0.040)	(0.049)	(0.062)
J hogar: Divorciado, separado o viudo	-0.054*	-0.037	-0.057
	(0.033)	(0.037)	(0.057)
Mujer y divorciada, separada o viuda	0.048	-0.047	0.065
	(0.056)	(0.063)	(0.096)
Mujer soltera	0.030	-0.145*	0.149
	(0.067)	(0.077)	(0.106)
Observaciones	45,674	45,674	45,674

Panel B: Heterogeneidades por sexo y presencia de niños

Variación temperatura	-1.089***	0.538***	-0.096
	(0.227)	(0.105)	(0.348)
Variación temperatura sqr	0.701***	-0.345***	0.093
	(0.117)	(0.064)	(0.177)
Variación precipitación	-0.066	0.035	-0.088*
	(0.060)	(0.036)	(0.049)
Variación precipitación sqr	0.031	0.039*	-0.035
	(0.035)	(0.024)	(0.032)

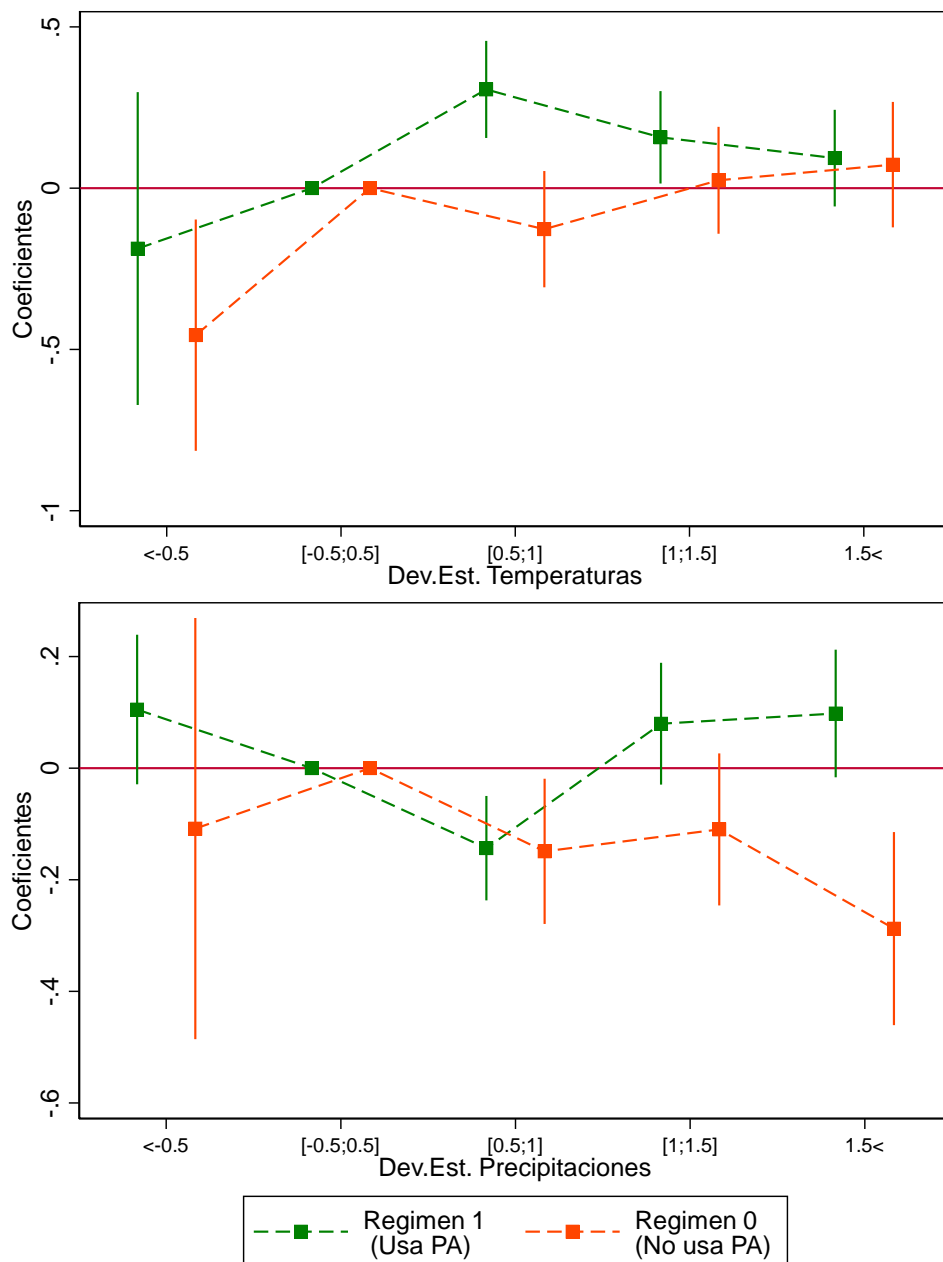
Características del jefe de hogar y del hogar

Ser mujer	-0.103**	-0.267***	-0.162***
	(0.045)	(0.079)	(0.048)
Tener un niño menor de 5 años	-0.013	-0.145***	-0.102***
	(0.019)	(0.033)	(0.020)
Ser mujer y tener niño menor de 5 años	-0.068	-0.036	0.086
	(0.049)	(0.078)	(0.058)

Observaciones	45,674	45,674	45,674
Nota: a estimada por método de máxima verosimilitud.			
*Significancia al 10%. ** Significancia al 5%. *** Significancia al 1%.			

Por otro lado, en el Panel B de la Tabla 5 exploramos la relación entre el sexo del jefe de hogar y la presencia de niños menores de cinco años. Los resultados sobre variabilidad climática y sexo solo siguen siendo los mismos. Se encuentra adicionalmente que tener niños menores de cinco años bajo los dos regímenes de producción significa menor productividad, pero no se encuentran un efecto diferencial entre varones y mujeres.

Figura 3. Efectos de Variación climática de temperaturas y precipitación en productividad agrícola.

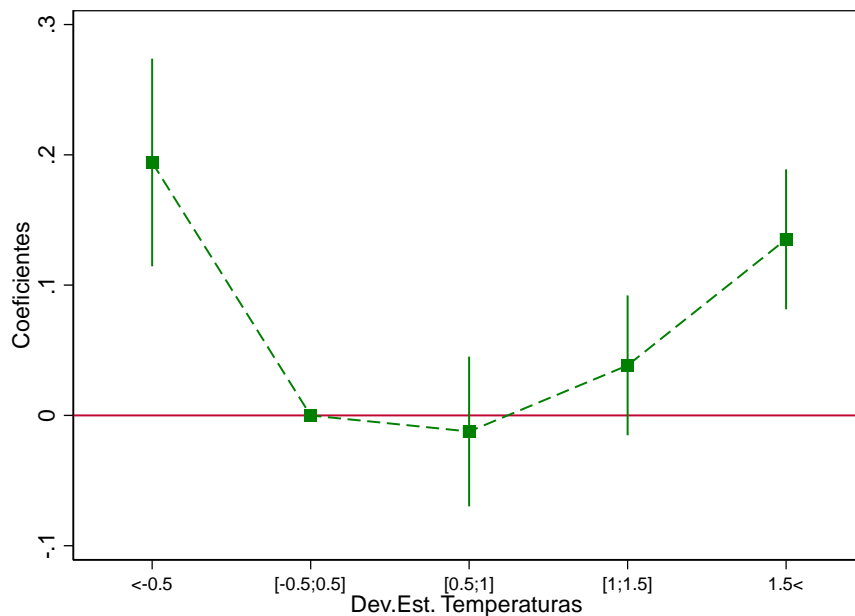


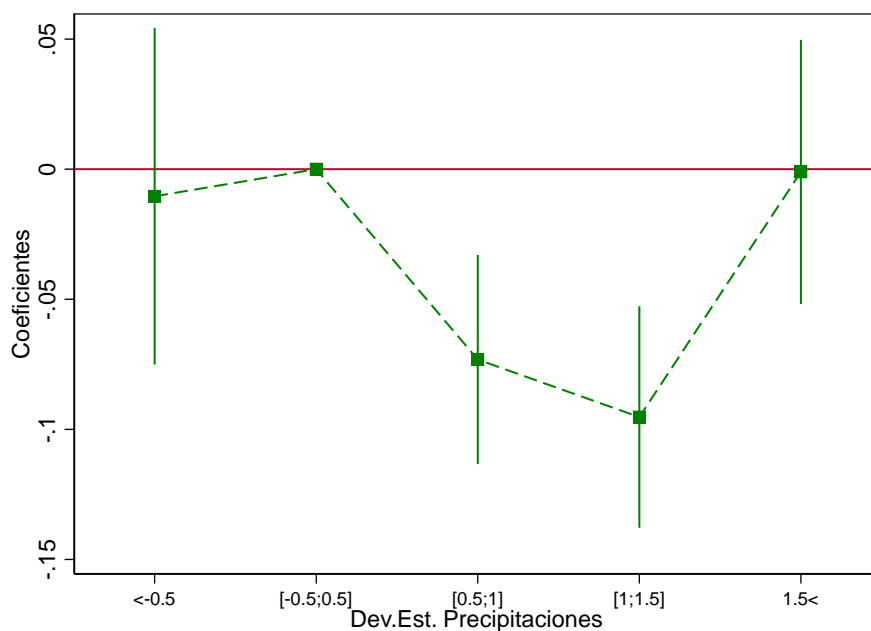
Notas: La figura muestra el efecto de diferentes niveles de variabilidad de la temperatura (arriba) y precipitación (abajo), junto con sus respectivos intervalos de confianza al 95%, en la productividad agrícola. Los datos utilizados:

Fuente: Elaboración propia en base a la ENPROHRU (2013), ERA-Interim 1980-2013 y PISCO 2013.

Finalmente, es importante conocer la magnitud o la relación no lineal entre la variabilidad de temperatura y precipitación en la productividad agrícola y en la probabilidad de adaptación. Nuestros resultados estuvieron guiados por los indicadores de variabilidad y sus cuadrados. Sin embargo, estos esconden que los efectos de la variabilidad climática pueden ser diferentes entre temperaturas muy bajas y muy altas, por un lado, y altas precipitaciones y altos niveles de sequía, por el otro. Siguiendo a Molina y Saldarriaga (2017), separamos y estimamos por rangos los coeficientes de variabilidad climática según categorías excluyentes, siendo la categoría base el intervalo entre -0.5 y 0.5 desviaciones estándar, que la asociamos con condiciones climáticas “normales”. Los resultados, para una mejor interpretación, son mostrados en una figura que presenta los coeficientes y sus intervalos de confianza en la Figura 3 (productividad agrícola) y en la Figura 4 (probabilidad de adaptación).

Figura 4. Efectos de Variación climática de temperaturas y precipitación en Adaptación.





Notas: La figura muestra el efecto de diferentes niveles de variabilidad de la temperatura (arriba) y precipitación (abajo), junto con sus respectivos intervalos de confianza al 95%, en la probabilidad de adaptación. Los datos utilizados:
Fuente: Elaboración propia en base a la ENPROHRU (2013), ERA-Interim 1980-2013 y PISCO 2013.

En esta Figura 3, apreciamos claramente la relación no-lineal de la variabilidad de temperaturas en la productividad agrícola. El eje X representa los niveles de variabilidad y en el eje Y se muestra la magnitud del impacto. Para el caso de temperatura, se encuentra que, para el grupo de adaptados, la variabilidad climática positiva no extrema (de 0.5 a 1 y de 1 a 1.5 desviaciones estándar) es aprovechada positivamente, mientras que para el grupo de no adaptados las temperaturas muy bajas (menores a 0.5 desviaciones estándar) los afectan negativamente. Por otro lado, respecto a la variabilidad de precipitaciones encontramos que los no adaptados son afectados por variaciones positivas de estas, en especial las extremas (mayores a 1.5 desviaciones estándar).

De igual manera, la Figura 4 muestra los resultados de la relación no-lineal de la variabilidad climática en la probabilidad de adaptación. Observamos que son las temperaturas extremas (mayormente las bajas temperaturas) las que promueven la adaptación, aunque también es significativa las temperaturas altas (consistente, nuevamente, con la Tabla 3). Por otro lado, la relación no lineal de precipitaciones sugiere, por el contrario, que la variabilidad extrema no motiva la adaptación (resultado también consiste con los anteriores). Cabe resaltar que inclusive incrementos leves y moderados de precipitación podría no motivar la adaptación.

Pruebas de Robustez

Con la finalidad de asegurar la robustez de nuestros resultados, probamos si estos son sensibles a cambios en la definición de uso de PA, forma de la función de producción y uso de método econométrico alternativo.

La primera prueba es realizada sin considerar dentro de las PA el uso de abonos (la más utilizada). La segunda prueba consiste en utilizar una función Cobb-Douglas en vez de una translogarítmica. La Tabla A3 del anexo muestra los resultados para ambas variaciones. En ambos casos la selección mantiene la misma relación no monotónica de U, siendo las temperaturas extremas las que fomentan la adaptación. De igual manera, se tiene la relación no monotónica de U invertida para el caso de la variación de temperaturas en el régimen adaptado. Las demás variables como el sexo y las fuentes de información siguen manteniendo su valor y significancia.

La tercera prueba de robustez realizada es la comparación del modelo empleado (ESR) con otros modelos que asumen la misma endogeneidad del tratamiento, aunque de manera distinta. Por un lado, Powers (2007) explica que el modelo ESR es una generalización del modelo de selección de Heckman (1976), y por ende puede ser aproximado mediante dos modelos Heckit para corroborar la robustez de los valores de los coeficientes de correlación ρ , aunque tendrá un sesgo al no maximizar la verosimilitud de manera conjunta. En el caso de las estimaciones para el régimen no adaptado, se emplea el modelo Heckit sobre la base de una ecuación de selección que modela la decisión de “no adaptarse”, en lugar de adaptarse. Por ende, todos los coeficientes de dicha ecuación (columna 3), tendrán el sentido contrario, incluido el ρ .

Las columnas (1) y (3) de la Tabla A4 muestran casi los mismos coeficientes (signo, magnitud y significancia), y son muy cercanos a los de la Tabla 2 (columna 2), aunque los signos de la columna (3) son opuestos. Asimismo, los coeficientes ρ muestran valores cercanos a los de la Tabla 2, manteniendo la misma significancia para el régimen 1 (de signo negativo también), y siendo no significativo (y, por ende, el λ también), en el caso del Heckit para la no-adaptación (columna 3). De esta manera se corrobora el uso del método de ESR. Los efectos en las ecuaciones de resultado (productividad agrícola) son los mismos a los de la Tabla 2.

Otro método, variante del Heckit y de la ESR, es el llamado Endogenous Treatment Effect (ETE). Este modelo, al igual que el Heckit tradicional, modela la selección y la ecuación de resultado, pero incluye el efecto del tratamiento (en este caso, adaptación o uso de PA) en la ecuación de resultado (productividad agrícola). Los resultados se muestran en las columnas (5) y (6), en donde los mismos coeficientes para la adaptación y la productividad agrícola son hallados, además de obtener un coeficiente que representa el tratamiento (adaptación) en la productividad agrícola (columna 6), el cual tiene una magnitud de 1.12 o el equivalente a 3.06 soles, el valor del ATT estimado medio de la Tabla 4.

De esta manera, el análisis propuesto por el estudio presenta evidencia robusta del impacto de la variabilidad de temperaturas y precipitaciones en la productividad agrícola y adaptación al cambio climático bajo un enfoque econométrico que permite modelar dicha adaptación. Asimismo, los resultados encontrados permiten entender estas dinámicas y cómo los diferentes factores afectan esta decisión. Resumiendo, los resultados, se puede concluir que la variabilidad climática puede fomentar la adaptación y mejorar la productividad de los agricultores adaptados, que en caso de no adaptarse se verían afectados negativamente por dicha variabilidad.

6. Conclusiones.

Los resultados nos permiten esbozar conclusiones respecto a las estrategias de adaptación de aquellos hogares que enfrentan de una u otra manera el cambio climático. La revisión de literatura realizada en el informe nos brinda un marco teórico que gira en torno a un conjunto de prácticas agrícolas que pueden servir como estrategia de adaptación ante los potenciales efectos perniciosos del cambio climático, así como también el cómo la condición de ser mujer puede influir negativamente en la decisión de adaptación (debido a un conjunto de factores consecuencia de la estructura social de los hogares de la sierra peruana).

Para explorar estas hipótesis, el presente trabajo caracteriza primero aquellas áreas geográficas afectadas por cambio climático mediante el uso de bases de datos para temperaturas y para precipitaciones, identificando las provincias afectadas por el CC a aquellas con valores de desviaciones estándar por encima del promedio histórico.

Una vez que se identifica a los distritos afectados por el CC, el método econométrico usado permite superar el sesgo de selección entre la adopción prácticas agrícolas al separar en dos ecuaciones (una que modela la decisión de adaptación y otra que modela el impacto de esta adaptación) mediante el método conocido como Endogenous Switching Regression (ESR). Los resultados para toda la muestra de unidades agropecuarias (UA) muestran que las UA que se adaptan son aquellas que son afectadas por una variabilidad climática extrema, mientras que aquellas afectadas de manera no extrema tienen una menor probabilidad de hacerlo. Entre las variables que también influyen la adaptación están los activos y el nivel educativo del conductor. El sexo también juega un rol en la adaptación, pues las mujeres tienen menor probabilidad de adaptarse (ser mujer representa un 9% de probabilidad menor en la adaptación).

Por otro lado, se observa que, para aquellos hogares que se adaptan, mayores temperaturas impactan positivamente en la producción, pero cuando la variabilidad es extrema, este beneficio decrece. Lejos de verse afectados por mayores temperaturas, los resultados revelan que los hogares no adaptados son afectados por mayores precipitaciones. En ambos casos, las unidades agropecuarias manejadas por mujeres tienen menor producción (aproximadamente 20% menos productividad que los varones), mientras aquellas con acceso a crédito y riego tienen mayor producción.

Analizando solo en aquellos distritos más afectados por el cambio climático (tanto por temperaturas como por precipitación), se tienen resultados distintos (como se esperaba) a toda la muestra. Particularmente, encontramos que la variabilidad climática no incentiva la adaptación: en un contexto de extrema variabilidad, poco puede incentivar a un agricultor una mayor o menor variabilidad. Apreciamos que activos, crédito y la calidad de la tierra son los que promueven la adaptación. Asimismo, tampoco encontramos beneficios (ni perjuicios) en la producción agrícola; mientras que las precipitaciones perjudican aún más a los hogares no adaptados. Encontramos entonces que, en un contexto de extrema variabilidad climática, el logro de los agricultores adaptados es 'no perjudicarse' de dicha variabilidad.

Los resultados discutidos son corroborados mediante un análisis contrafactual que permite estimar las ganancias monetarias de uso de PA en los que usaron y las ganancias potenciales sobre el grupo que no las usa. Quienes usan PA experimentan un incremento del valor de producción de hasta 38.8 soles al mes, mientras que los que no usan las PA podrían experimentar una ganancia de hasta 328 soles si las usaran.

Por otro lado, también analizamos efectos heterogéneos en nuestra muestra, tanto por dominio geográfico, estado civil y número de hijos pequeños, y variabilidad climática positiva y negativa. Nuestros resultados muestran una dinámica distinta entre las regiones costa y sierra: agricultores en la sierra son capaces de mantener la ganancia ante incremento de temperaturas en su producción, mientras que los de la costa, de no adaptarse, se ven afectados por mayores precipitaciones. Asimismo, encontramos que las mujeres son más propensas a no adaptarse al encontrarse solas (soltera, divorciada, separada o viuda), situación que refuerza las restricciones a activos, crédito y vinculación al mercado de estos hogares. En cuanto a la producción agrícola, hallamos que tener niños menores de cinco años bajo los dos regímenes de producción significa menor productividad (sean hombres o varones los jefes del hogar).

Finalmente, nuestro análisis desagregado de variabilidad climática muestra que disminuciones de temperaturas afectan negativamente a los hogares no adaptados (no afectando a los adaptados), mientras que ante incrementos de temperaturas los hogares adaptados incrementan su producción, aunque decrece con la mayor variabilidad (consistente con los resultados hallados). En contraste, variabilidad de precipitaciones parece no afectar a los hogares adaptados, pero variabilidades positivas no extremas y sobre todo, extremas, afectan negativamente la producción de los hogares no adaptados. Cabe resaltar que nuestros resultados son robustos a otras formas funcionales, especificaciones de la función de producción y otros modelos alternativos al ESR.

A manera de conclusión, este aparente impacto positivo, pero decreciente, de la variabilidad climática (temperaturas) en la producción agropecuaria se condice con lo propuesto por Deschenes y Greenstone (2007, 2013): el 'cambio climático' tiene efectos positivos en producción agrícola para quienes se adaptan, pues al hacerlo, las prácticas que usen pueden revertir el efecto inicialmente negativo (precipitaciones).

7. Recomendaciones de Política y Plan de Incidencia

Los hallazgos de esta investigación permiten esbozar algunas recomendaciones de política, en la medida de que encuentra que el cambio climático – variabilidad extrema de temperaturas o precipitaciones - puede aprovecharse en la medida de que una unidad agropecuaria ponga en práctica una estrategia de adaptación por medio del uso de prácticas agropecuarias.

Encontramos que la adaptación al cambio climático se ve incrementada con el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (en particular, radio, internet y periódico) para obtener información agrícola. Este tipo de información brindaría al agricultor información sobre clima, eventos climatológicos, pronósticos, entre otros, y el estado puede incrementar la cobertura de estos servicios para fomentar la adaptación.

Actualmente, el MINAGRI tiene el servicio de consulta “El Datero Agrario” el cual brinda información de los precios de los productos agrícolas vía celular si el agricultor lo marca. Este servicio podría complementarse con información climática y sobre todo cambiando la forma de transmisión de comunicación: que los mensajes lleguen automáticamente no que el agricultor deba marcar. Existe evidencia experimental para el caso peruano que este tipo de información funciona, como para los casos de salud (Dammert et al 2014) y mercado laboral (Dammert et al 2015).

En segundo lugar, la capacitación, asistencia técnica y crédito son importantes para dicha adaptación: el Ministerio de Agricultura cuenta con programas de capacitación que, al incrementar su oferta, pueden incrementar los beneficios positivos en adaptación y producción agrícola. Por ejemplo, entre estos programas se destaca el Programa Sierra y Selva Exportadora – SSE (fortalecimiento de capacidades para exportación y comercialización de productos), el Programa Sierra Azul (manejo adecuado de recursos hídricos en áreas agrícolas), Programa Sierra Sur (asistencia técnica y servicios conexos), entre otros, pueden ser un canalizador de buenas prácticas y fortalecimiento de capacidades para el desarrollo agrícola. El fortalecimiento del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria para la capacitación en el uso de semillas mejoradas sería otra recomendación.

Un punto muy importante es la necesidad de una política que tenga el enfoque de género, que debe ser transversal. Nuestros hallazgos muestran un detrimento tanto en la probabilidad de adaptación y productividad agrícola en las mujeres en el Perú, más aún cuando estas son las conductoras del predio agrícola (separadas, viudas o divorciadas), lo cual las coloca como una población vulnerable ante la política pública. La política pública debería estar relacionada al empoderamiento de las mujeres, para que, en nuestro caso, puedan utilizar las prácticas agrícolas que les permitirían encontrarse en menor situación de vulnerabilidad ante el cambio climático (IEP 2015). Sin embargo, no basta con “empoderar” a las mujeres, sino también mejorar las condiciones que ubican a ellas en condiciones de vulnerabilidad como el acceso a créditos, mercados, tierras, entre otros. Además, es importante la articulación con federaciones y organizaciones de la sociedad civil relacionadas al tema. Por ejemplo, la Organización de Mujeres Indígenas, Andinas y Amazónicas del Perú, FEMUCARINAP - Federación Nacional de Mujeres Campesinas, Artesanas, Indígenas y Nativas del Perú (ONAMIAP).

Finalmente, y no menos importante, existe una serie de recomendaciones al INEI para fortalecer las políticas públicas basadas en la evidencia. Nuestro trabajo se une a un grupo incipiente de investigación sobre cambio climático en el Perú, los cuales todos coinciden acerca de las consecuencias negativas de este fenómeno. En este sentido, recomendamos la inclusión de preguntas sobre (i) cuáles son los shocks climáticos que han sufrido los agricultores y cuáles han sido las acciones que tomaron ante estos shocks; (ii) la inclusión de preguntas, sino un módulo, sobre género en un sentido global. Es decir, que permita explorar de medida tangible la existencia de desigualdades.

A manera de plan de incidencia, contemplamos promover el diálogo de políticas públicas sobre (i) el potencial impacto positivo del cambio climático en la presencia de adaptación al cambio climático, (ii) la información y capacitación a los agricultores sobre temas de

cambio climático y uso de prácticas agrícolas, (iii) el rol de la mujer en la agricultura andina y su desventaja en relación a la posición del hombre.

Los actores líderes que deben formar parte de este diálogo son los ministerios ligados al desarrollo agrícola (MINAGRI), al cambio climático (MINAM) y comprometidos con el desarrollo de poblaciones vulnerables, sobre todo mujeres (MIDIS, MIMP), además de la comunidad académica (CIES, UARM, PUCP, IEP). Entre ellas, estas actividades pueden ser:

- (i) Realizar talleres cerrados en MINAGRI o MINAM exponiendo los resultados de la investigación, con presencia de la academia, que genere discusión de políticas para validar y recibir comentarios sobre las recomendaciones de política propuestas. Fecha tentativa: segunda quincena de Marzo 2019. Lugar: CIES o UARM.
- (ii) Exposición ante organizaciones de la sociedad civil vinculadas al cambio climático y la desigualdad de género en el medio rural (por ejemplo, la ONAMIAP).
- (iii) Elaboración de artículos de opinión para medios en Lima y provincias. Fecha tentativa: Marzo 2019.
- (iv) Realizar un evento público de amplia convocatoria en Lima para presentar los hallazgos de la investigación y promover el debate sobre las políticas de adaptación al cambio climático y la igualdad de género. Fecha tentativa: Marzo 2019. Lugar: UARM o CIES.

8. Referencias

- Abid, M. Schneider, U. y Scheffran, J. (2016). Adaptation to climate change and its impact on food productivity and crop income: perspectives of farmers in rural Pakistan. *Journal of Rural Studies*. Vol 47, 254-266.
- Adger, W. N., Agrawala, S., Mirza, M. M. Q., Conde, C., o'Brien, K., Pulhin, & Takahashi, K. (2007). Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. *Climate change*, 717-743.
- Agarwal, B. (1994). *The fields of one's own: Gender and land rights in South Asia*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Agarwal, B. (2001). Participatory exclusions, community forestry, and gender: An analysis for South Asia and a conceptual framework. *World Development*, 29.
- Ahmed, S., & E. Fajber. 2009. Engendering adaptation to climate variability in Gujarat, India. *Gender and Development* 17(1): 33–50.
- Amiraslany, A. (2010). *The impact of climate change on Canadian agriculture: a Ricardian approach* (Doctoral dissertation).
- Amthor, J. S. 2001. Effects of Atmospheric CO₂ Concentration on Wheat Yield. *Field Crops Res.* 73: 1–34.
- Anselin, L. (2010). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Antonopoulos, R. & M.S. Floro. 2005. Asset ownership along gender lines: Evidence from Thailand. *Gender, Equality, and the Economy Working Paper No. 418*. Annandale-on-Hudson, NY: Levy Economics Institute
- Aragón, F. M., Oteiza, F., & Rud, J. P. (2017) *Weather Shocks and Subsistence Agriculture: Effects and Responses in Rural Peru*. Mimeo.
- Asfaw, S., Shiferaw, B., Simtowe, F., & Lipper, L. (2012). Impact of modern agricultural technologies on smallholder welfare: Evidence from Tanzania and Ethiopia. *Food policy*, 37(3), 283-295.
- Bhattarai, B., Beilin, R. & Ford, R. (2015). Gender, Agrobiodiversity, and Climate Change: A Study of Adaptation Practices in the Nepal Himalayas. *World Development* Vol. 70, pp. 122–132.
- BID, Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL (2014), "La economía del cambio climático en el Perú" (LC/W.640).
- Bowyer, P., Brasseur, G. P., & Jacob, D. (2015). The Role of Climate Services Climate services in Adapting Adaptation to Climate Variability and Change. *Handbook of Climate Change Adaptation*, 533-550.

Bryan, E., Ringler, C., Okoba, B., Roncoli, C., Silvestri, S., & Herrero, M. (2013). Adapting agriculture to climate change in Kenya: Household strategies and determinants. *Journal of environmental management*, 114, 26-35.

Buchy, M., & Subba, S. (2003). Why is community forestry a social-and gender-blind technology? The case of Nepal. *Gender, Technology and Development*, 7, 313.

Buhaug, H., N. Gleditsch y O. Theisen (2008). Implications of climate change for armed conflict. Documento presentado al "World Bank workshop on Social Dimensions of Climate Change". Banco Mundial: Washington DC.

Butler, J. (2007)

CEPAL (2014), La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible, CEPAL, Santiago de Chile.

Chen, S. E., Bhagowalia, P., & Shively, G. (2011). Input choices in agriculture: Is there a gender bias? *World Development*, 39, 561–568.

Cohen, M., & P. Young. 2007. Using microinsurance and financial education to protect and accumulate assets. In: Moser, C. (Ed.) *Reducing global poverty: The case for asset accumulation*. Washington, D.C.: Brookings Institution Press.

Conley, T. (1999). GMM estimation with cross sectional dependence. *Journal of Econometrics*. 92 (1), pp. 1-45.

Cornwall, A. (2005). *Readings in gender in Africa*. Bloomington: Indiana University Press.

Cunha, D., Braganca, A. y Feres, J. (2014) Irrigation as an adaptative strategy to climate change: an economic perspective on Brazilian agriculture. *Environmental and Development Economics*, 19(2), 1-23.

Dammert, A., Galdo, J. y Galdo, V. (2014) Preventing Dengue through Mobile Phones: Evidence from a Field Experiment in Peru, *Journal of Health Economics*, 35:147-161.

Dammert, A., Galdo, J. y Galdo, V. (2015) Mobile Phones for Labor Market Intermediation: A Multitreatment Experimental Design, *IZA Journal of Labor & Development*, 4(11) December: 1-26

Dankelman, I. (2010). *Gender and climate change: An introduction*. Earthscan Ltd.

Dankelman, I. et al. 2008. *Gender, climate change and human security: Lessons from Bangladesh, Ghana and Senegal*. WEDO/ABANTU/ENDA.

Deere, C.D., & C.R. Doss. 2006. *Gender and the distribution of wealth in developing countries*. Research Paper No. 2006/115. UNU World Institute for Development Economics Research (UNU-WIDER).

Deere, C.D., & M. León. 2003. The gender asset gap: Land in Latin America. *World Development* 31 (6): 925–947.

- Dee, D. y otros (2011) The ERA-Interim reanalysis : configuration and performance of the data assimilation system. 137 (656) 553-597.
- Del Pozo, C. (2015) Brechas de género en el valor económico de las unidades agropecuarias en el Perú. CIES Informe final.
- Dell, M. (2010) The persistent effects of Peru's Mining Mita. *Econometrica*, 78 (6), pp. 1863-1903.
- Dell, M. Jones, B., y Olken, B. (2014) What do we learn from weather? The New Climate-Economy Literature. *Journal of Economic Literature*. Vol 52 (3) 740-798.
- Dell, M., Jones, B. y Olken, B. (2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century". *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol 4 (3), pp. 66-95.
- Deressa, T.D., R.M. Hassan, C. Ringler, T. Alemu, y Yesuf, M. (2009). Analyzing the determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change* 19 (2): 248–255.
- Deressa, T. T., and R. H. Hassan. 2010. Economic Impact of Climate Change on Crop Production in Ethiopia: Evidence from Cross-Section Measures. *Journal of African Economies* 18(4): 529–554.
- Deschenes, O. y Greenstone, M. (2007). The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather. *The American Economic Review*, Vol 97 (1) pp. 353-385.
- Deschenes, O. y Greenstone, M. (2012). The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather: Reply. *The American Economic Review*, Vol 102 (7) pp. 3761-3773.
- Di Falco, S. y Veronesi, M. (2013) Managing Environmental Risk in Presence of Climate Change: the role of adaptation in the Nile Basin of Ethiopia. *Environmental and Resource Economics*.
- Di Falco, S., Veronesi, M., & Yesuf, M. (2011). Does adaptation to climate change provide food security? A micro-perspective from Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(3), 829-846.
- Elhorst, J. (2014) *Spatial econometrics: from cross-sectional data to spatial panels*. Springer Briefs in Regional Science. Springer: Berlín.
- Eriyagama, N., V. Smakhtin, L. Chandrapala y K. Fernando. (2010). Impacts of climate change on water resources and agriculture in Sri Lanka: a review and preliminary vulnerability mapping. *International Water Management Institute*: Colombo.
- Escobal, J., Revesz, B., & Trivelli, C. (2006). *Pequeña Agricultura Comercial: dinámica y retos en el Perú*. Instituto de Estudios Peruanos.

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. MISC.

Fan, Q. y Salas, V. (2018) Information Access and Smallholder Farmer's Market Participation in Peru. *Journal of Agricultural Economics*, 69 (2), pp. 476-494.

FAO. 2011. The state of food and agriculture 2010–2011-Women in agriculture: Closing the gender gap for development. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Flato, M. Muttarak, R., y Pelsler, 2016. A. Women, Weather, and Woes: the triangular dynamics of female-headed households, economic vulnerability and climate variability in south Africa. *World Development* . In Press.

Flores Moreno, A.; Kancha, K.; Miñán, F.; Romero, G.; Damonte, G. (2012). Impactos de la variabilidad y cambio climático en los sistemas productivos rurales y en las condiciones de vida y desarrollo campesinos: una visión desde la población rural de la región Cusco. Serie de investigación regional N°9. Programa de Adaptación al Cambio Climático

Fonalleras, M. L. (2006). Las buenas prácticas agrícolas dentro del marco de los Acuerdos Internacionales. Neuquen, Argentina. Ciclo de Jornadas de capacitación. SENASA.

Fonalleras, M. (2012). Situación y perspectivas de las buenas prácticas agrícolas de la Región Sur (No. IICA Q03-16). IICA.

Fuhrer, J. 2003. Agroecosystem Responses to Combinations of Elevated CO₂, Ozone and Global Climate Change. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 97: 1–20.

Galarza, F. & Díaz, G. (2015). Productividad total de factores en la agricultura peruana: estimación y determinantes. *Economía* Vol. XXXVIII, N° 76, semestre julio-diciembre 2015, pp. 77-116.

Galindo, L. M., Alatorre, J. E., & Reyes, O. (2015). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El trimestre económico*, 82(327), 489-519.

Goh, A. H. (2012). A literature review of the gender-differentiated impacts of climate change on women's and men's assets and well-being in developing countries. International Food Policy Research Institute, CAPRI Work.

Gregory, P. J., J. S. I. Ingram, B. Campbell, J. Goudriaan, L. A. Hunt, J. J. Landsberg, S. Linder, S. M. Stafford, R. W. Sutherst, and C. Valentin. (1999). Managed Production Systems. In *The Terrestrial Biosphere and Global Change: Implications for Natural and Managed Systems*, ed. B.Walker, W. Steffen, J. Canadell, J. Ingram, 229–270. Cambridge, UK: University Press.

Guerrero, J. (2012). Caracterización agroclimática de cultivos priorizados y evaluación de impactos de la variabilidad y cambio climático sobre el desarrollo fenológico de los cultivos y su productividad: medidas actuales de adaptación en las regiones Apurímac

y Cusco. Serie de investigación regional # 14. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú.

Gururani, S. (2002). Forests of pleasure and pain: Gendered practices of labour and livelihoods in the forest of Kumaon Himalayas. *India Gender, Peace and Culture*, 9, 229–243.

Guzmán, E. (2013). Impacto económico del cambio climático en la agricultura en la Región Cusco, Perú: una aproximación a través del modelo Ricardiano. CIES.

Heckman, J., Tobias, J. y Vytlačil, E. (2005). Four Parameters of Interest in the Evaluation of Social Programs. *Southern Economic Journal*. Vol 68 (2), pp 210 233.

Howard, P. L., & Nabanoga, G. (2007). Are there customary rights to plants? An inquiry among the Baganda (Uganda), with special attention to gender. *World Development*, 35, 1542–1563.

Hsiang, S. (2016) Climate Econometrics. *NBER Working Paper*.

Huang, J. Wang, Y. y Wang, J. (2014) Farmers Adaptation to Extreme Weather Events through Farm Management and Its Impacts on the Mean and Risk of Rice in China. *Agricultural & Applied Economics Association 2014, Annual Meeting*.

INEI (2014). Características Socioeconómicas del Productor Agropecuario en el Perú. Centro de Investigación y Desarrollo (CIDE).

IPCC (2007). Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change. Rescatado de: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html.

IPCC. (2014). Climate change 2014: Impact, adaptation and vulnerability. In V. Braun (Ed.), *Technical summary report*.

Jensen, R. (2007) “The digital divide: Information (technology), market performance and welfare in the South Indian fisheries sector”. En *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 82, pp. 245-259.

Jones, P. y Lister, D. 2015. Antarctic near-surface air temperatures compared with ERA-INTERIM values since 1979. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society* 140, pp. 1354-1366

Keane, J., S. Page, A. Kergna, & J. Kennan. (2009). Climate change and developing country agriculture: An overview of expected impacts, adaptation and mitigation challenges, and funding requirements. ICTSD–IPC Platform on Climate Change, Agriculture and Trade, Issue Brief No.2. Geneva, Switzerland: International Centre for Trade and Sustainable Development, and Washington, D.C.: International Food and Agricultural Trade Policy Council.

Khonje, M., Manda, J., Alene, A. D., & Kassie, M. (2015). Analysis of adoption and impacts of improved maize varieties in eastern Zambia. *World Development*, 66, 695-706.

Kurukulasuriya, P., and S. Rosenthal. 2003. *Climate Change and Agriculture: A Review of Impacts and Adaptations*, Climate Change Series 91. Environment Department Papers, The World Bank, Washington, DC.

Lavado, W. y otros. S.f. PISCO: Peruvian Interpolated data of SENAMHI's Climatological and hydrological Observations. Precipitación v1.0. SENAMHI.

Lemoine, D. (2017). Expect above average temperatures: identifying the economic impacts of climate change. NBER Working Paper 23549.

Maddala, G. (1983) *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. UK: Cambridge University Press.

Maddala, G. y Nelson, F. (1975) *Switching Regression Models with Exogenous and Endogenous Switching*. Proceeding of the American Statistical Association.

Maletta, H. (2009) El pan del futuro: cambio climático, agricultura y alimentación en América Latina. *Debates en Sociología* 34, 117-176.

Mark, B. G., Bury, J., McKenzie, J. M., French, A., & Baraer, M. (2010). Climate change and tropical Andean glacier recession: Evaluating hydrologic changes and livelihood vulnerability in the Cordillera Blanca, Peru. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(4), 794-805.

Marshall, E., Aillery, M., Malcolm, S., & Williams, R. (2015). Agricultural production under climate change: The potential impacts of shifting regional water balances in the United States. *American Journal of Agricultural Economics*, 97(2), 568-588.

Mattsura, K. & C. Wilmott. (2012a). "Terrestrial Air Temperature: 1900-2010 Gridded Monthly Time Series (1900-2010). Departamento de Geografía de la Universidad de Delaware.

Mattsura, K. & C. Wilmott. (2012b). "Terrestrial Precipitation: 1900-2010 Gridded Monthly Time Series (1900-2010). Departamento de Geografía de la Universidad de Delaware.

McLaughlin, P., & Dietz, T. (2008). Structure, agency and environment: Toward an integrated perspective on vulnerability. *Global Environmental Change*, 18, 99–111.

Mendelsohn, R., W. Nordhaus, and D. Shaw. (1994). The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. *American Economic Review* 84(4): 753–771.

Mendelsohn, R. (2000). Efficient Adaptation to Climate Change. *Climatic Change* 45: 583–600.

Mendoza, Y. (2009). Cambio climático... ¿amenaza u oportunidad para la agricultura peruana? Revista Tecnología y Sociedad. Lima: Soluciones Prácticas. Año 16, No 8. pp. 101-121.

Ministerio del ambiente y recursos naturales (2010). National climate change adaptation strategy for Sri Lanka 2011–2016. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales: Battaramulla.

Molina, O. y Saldarriaga, V. (2015). Cambio Climático y Desigualdad Desde la Cuna: El Impacto de la Variabilidad de la Temperatura en el Peso al Nacer. CIES.

Morales R, Moreno E, Cruzado, V, Montes R, Dueñas Ó, Gutiérrez M. (2012). Economía del cambio climático en las regiones Cusco y Apurímac. Serie de investigación regional # 21. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú.

Moser S. y M. Boykoff. (2013). Successful adaptation to climate change linking science and policy in a rapidly changing world. Routledge: Abingdon.

Nelson, G.C., et al. (2009). Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Nelson, G.C., et al. (2010). Food security, farming, and climate change to 2050: Scenarios, results, policy options. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Orihuela, Carlos (2014). “Efecto Económico del Cambio Climático sobre los Cultivos Permanentes de la Agricultura Peruana: Periodo 2011-2050”

Orihuela, J. C. (2017). La investigación económica y social en el Perú: Balance 2011-2016 y agenda 2017 – 2021, Ambiente y Recursos Naturales.

Otzelberger, A. (2011). Gender-responsive strategies on climate change: recent progress and ways forward for donors. Institute of Development Studies (IDS), BRIDGE Development-gender.

Parry, M., Canziani, O. (2007). Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribución al “Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. Cambridge University Press: Cambridge.

Peterman, A., J. Behrman, and A.R. Quisumbing. 2010. A review of empirical evidence on gender differences in non-land agricultural inputs, technology, and services in developing countries. IFPRI DP 00975. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.

Phillips, J. (2016) Climate Change and surface mining: A review of environment-human interactions & their spatial dynamics. Applied Geography 74, 95-108.

PNUD (2009). Resource Guide on Gender and Climate Change, New York: UNDP.

Postigo, J. (2013). Desencuentros y (potenciales) sinergias entre las respuestas de campesinos y autoridades regionales frente al cambio climático en el sur andino peruano. Postigo, op. cit, 181-216.

Powers, D. (2007). Censored regression, sample selection, endogenous switching, and treatment-effect regression models. Working paper. URL: <http://www.oir.pku.edu.cn/umich/teaching/download/20092/CDAcoursematerials/handouts/SelectRegQ.pdf>.

Ramos, A., & Vergara, K. (2017). Cambios en la actividad agropecuaria en un contexto de cambio climático y estrés hídrico. El caso de las cuencas de Ica y Pampas.

Rocheleau, D. E. (1995). Gender and biodiversity – A feminist political ecology perspective. *IDS Bulletin-Institute of Development Studies*, 26, 9–16.

Rocheleau, D., & Edmunds, D. (1997). Women, men and trees: Gender, power and property in forest and agrarian landscapes. *World Development*, 25, 1351–1371.

Rocheleau, D., Thomas-Slayter, B., & Wangari, E. (1996). Feminist political ecology: A feminist political ecology perspective. In D. Rocheleau, E. Wangari, & B. Thomas-Slayter (Eds.), *Feminist political ecology: Global issues and local experience* (pp. 3–23). New York: Routledge.

Rousseau, S. (2018) Guía para la inclusión del análisis de género en los proyectos de investigación. CIES: Lima.

Sabarwal, S., N. Sinha, and M. Buvinic. 2010. How do women weather economic shocks? A review of the evidence. World Bank Policy Research Working Paper 5496, Washington, D.C.

Schlenker, W., Hanemann, W. M., & Fisher, A. C. (2006). The impact of global warming on US agriculture: an econometric analysis of optimal growing conditions. *The Review of Economics and Statistics*, 88(1), 113-125.

Scherrer, S. y otros . 2005. European temperatura distribution changes in observations climate change scenarios. *Geophysical Research Letters*, 32, L, 19705.

Shiferaw, B., Kassie, M., Jaleta, M., & Yirga, C. (2014). Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia. *Food Policy*, 44, 272-284.

Simmons, A. y otros. 2014. Estimating low-frequency variability and trends in atmospheric temperature using ERA Interim. *Quarterly Journal of Royal Meteorological Society* 140, pp. 329-353

Tello, M. (2016). Productividad, capacidad tecnológica y de innovación, y difusión tecnológica en la agricultura comercial moderna en el Perú: un análisis exploratorio regional. *Economía* Vol. XXXIX, N° 77, semestre enero-junio 2016, pp. 103-144.

UNFPA and WEDO (2009) Climate Change Connections. Gender, Population and Climate Change. Policy, Finance, Adaptation Plans. Resource Kit.

Vargas, P. (2009). El cambio climático y sus efectos en el Perú. Lima: Banco Central de Reserva del Perú.

Verner, D. (2011). Social implications of climate change in Latin America and the Caribbean. Economic Premise Note 61. Washington, D.C. The World Bank.

Wooten, S. (2003). Losing ground: Gender relations, commercial horticulture, and threats to local plant diversity in rural Mali. In P. L. Howard (Ed.), Women and plants, gender relations in biodiversity management and conservation. London: ZED Books.

World Meteorological Organization (WMO) 2012. Índice normalizado de precipitación. Guía del usuario.

Zanello, G. (2012) "Mobile Phones and Radios: Effects on Transactions Costs and Market Participation for Households in Northern Ghana". EN Journal of Agricultural Economics, Vol. 63, No 3, pp. 694-714.

Zárate, P., Durand, A., & Hernández, R. (2015). Enfoque territorial para el empoderamiento de la mujer rural-Perú.

Zegarra, E., & Minaya, V. (2007). Gasto público, productividad e ingresos agrarios en el Perú: avances de investigación y resultados empíricos propios. Investigación, políticas y desarrollo en el Perú, 27.

9. Anexos

Tabla A1. Prueba de validez de instrumentos.

	(1)	(2)
<i>Variable Dependiente</i>	Adaptación 1/0	VBP Agrícola
Información Radio	0.005*** (0.001)	-0.001 (0.001)
Información Internet	0.082*** (0.015)	-0.019 (0.018)
Información Periódicos	0.007* (0.004)	0.003 (0.005)
Constante	-0.118 (0.344)	4.693*** (0.388)
Observaciones	45,674	12,540
R-2		0.250
Test	63.9	0.74
P-value	0.000	0.53

Fuente: ENPROHRU (2014), (CENAGRO, 2012)

Tabla A2. Regresión para Adaptación al CC para muestra afectada por CC.

<i>Modelo</i>	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS	Endogenous switching regression		
<i>Variable Dependiente</i>	VBP Agrícola	Adaptación 1/0	Adaptación=1 (UA usa PA) VBP Agrícola	Adaptación=0 (UA no usa PA) VBP Agrícola
Adaptación 1/0	0.619*** (0.043)			
Factores climáticos				
Variación temperatura	1.057 (1.497)	0.540 (0.800)	0.222 (1.595)	0.275 (2.199)
Variación temperatura sqr	-0.360 (0.593)	0.154 (0.315)	-0.347 (0.637)	0.183 (0.869)
Variación precipitación	-0.082** (0.035)	-0.019 (0.059)	-0.054 (0.044)	-0.123* (0.073)
Variación precipitación sqr	-0.012 (0.032)	0.041 (0.040)	-0.017 (0.036)	-0.042 (0.053)
Temperatura 2013	0.045*** (0.015)	0.005 (0.015)	0.057*** (0.016)	-0.011 (0.024)
Precipitación 2013	-0.001 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.001 (0.002)
Insumos				
Tierra	1.525*** (0.095)		1.425*** (0.100)	1.769*** (0.154)
Tierra sqr	-0.355*** (0.039)		-0.294*** (0.047)	-0.461*** (0.057)
Trabajo	-0.126*** (0.024)		-0.132*** (0.024)	-0.096* (0.053)
Trabajo sqr	0.047*** (0.004)		0.047*** (0.004)	0.043*** (0.010)
Insumos	-0.065** (0.029)		-0.077*** (0.029)	-0.040 (0.073)
Insumos sqr	0.040*** (0.006)		0.041*** (0.006)	0.035** (0.017)
Activos				
Tractor	0.726*** (0.145)	0.327 (0.224)	0.567*** (0.152)	0.740 (0.465)
Arado	0.167*** (0.039)	0.193*** (0.062)	0.048 (0.048)	0.333*** (0.103)
Bomba de Agua	0.227 (0.145)	0.384*** (0.144)	0.062 (0.163)	0.901 (0.638)
Características del jefe de hogar y del hogar				
Ser mujer	-0.253*** (0.039)	-0.058 (0.039)	-0.221*** (0.045)	-0.268*** (0.075)
Edad	-0.004*** (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.004** (0.002)
Conviviente	0.079* (0.046)	0.065 (0.051)	0.040 (0.057)	0.031 (0.089)
Casado	0.112** (0.046)	0.133*** (0.049)	0.045 (0.057)	0.110 (0.099)
Viudo	0.025 (0.046)	0.056 (0.056)	-0.023 (0.058)	0.071 (0.094)
Divorciado	0.002 (0.144)	-0.001 (0.159)	-0.087 (0.189)	0.299 (0.205)
Separado	0.087 (0.063)	0.120* (0.063)	0.040 (0.076)	0.001 (0.136)
Nivel educativo	0.019 (0.014)	0.013 (0.018)	0.022 (0.016)	-0.005 (0.027)
No Agrícola	-0.201***	0.042	-0.260***	-0.023

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Endogenous switching regression			
<i>Modelo</i>	OLS		Adaptación=1 (UA usa PA)	Adaptación=0 (UA no usa PA)
<i>Variable Dependiente</i>	VBP Agrícola	Adaptación 1/0	VBP Agrícola	VBP Agrícola
	(0.035)	(0.043)	(0.043)	(0.067)
Miembros del hogar	0.045*** (0.006)	0.032*** (0.007)	0.035*** (0.006)	0.025 (0.018)
Capacitación y Información de Parcela				
Acceso a crédito	0.088** (0.035)	0.161*** (0.045)	0.032 (0.040)	0.040 (0.113)
Riego	0.226** (0.105)	0.207 (0.144)	0.051 (0.123)	0.537** (0.211)
Proporción regada	-0.001 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)
Mantenimiento del riego	-0.018 (0.048)	-0.041 (0.062)	0.030 (0.056)	-0.116 (0.089)
Riego seco	0.129 (0.099)	0.067 (0.118)	0.073 (0.119)	0.299* (0.171)
Capacitación en cultivos	0.134*** (0.050)	0.121* (0.072)	0.046 (0.063)	0.239* (0.127)
Asistencia técnica	0.092 (0.064)	0.045 (0.073)	0.094 (0.074)	-0.074 (0.118)
Evento climatológico	-0.178*** (0.039)	0.199*** (0.049)	-0.264*** (0.043)	-0.194* (0.108)
Características del Suelo				
Nutrientes	0.013 (0.054)	-0.046 (0.071)	0.074 (0.059)	-0.053 (0.093)
Trabajable	-0.059 (0.381)	-1.511*** (0.496)	0.641 (0.405)	0.105 (0.931)
Toxicidad	-0.013 (0.072)	0.323*** (0.082)	-0.220*** (0.078)	0.100 (0.151)
Enraizamiento	0.023 (0.377)	1.322*** (0.492)	-0.567 (0.400)	-0.165 (0.877)
Fuentes de Información				
Radio		0.003** (0.002)		
Internet		0.054*** (0.020)		
Periódico		0.009** (0.004)		
Constante	3.614*** (0.801)	-1.032* (0.627)	5.173*** (0.886)	4.206*** (1.480)
σ_i			1.319***	1.301***
ρ_i			-0.762***	0.027
Observaciones	18,366	18,366	18,366	18,366

Nota: a estimada por método de máxima verosimilitud.

σ_i denota la raíz cuadrada de la varianza de los términos de error ε_{ji} en las regresiones de resultados (2a) y (2b), respectivamente. ρ_j denota el coeficiente de correlación entre el término de error η_i de la ecuación de selección (1) y los términos de error ε_{ji} de las ecuaciones de resultados (2a) y (2b), respectivamente. *Significancia al 10%. ** Significancia al 5%. *** Significancia al 1%.

Tabla A3. Regresión con otras especificaciones.

	(1)	(2)	(3)
	Endogenous switching regression		
<i>Modelo</i>		Adaptación=1 (UA usa PA)	Adaptación=0 (UA no usa PA)
<i>Variable Dependiente</i>	Adaptación 1/0	VBP Agrícola	VBP Agrícola
<i>Panel A: Otra definición de PA</i>			
Factores climáticos			
Variación temperatura	-0.824*** (0.220)	0.463*** (0.108)	-0.009 (0.293)
Variación temperatura sqr	0.592*** (0.107)	-0.335*** (0.072)	0.050 (0.145)
Variación precipitación	-0.039 (0.043)	0.019 (0.040)	-0.031 (0.030)
Variación precipitación sqr	0.002 (0.027)	0.041 (0.026)	0.016 (0.023)
Características del jefe de hogar y del hogar			
Ser mujer	-0.119*** (0.026)	-0.132*** (0.037)	-0.197*** (0.031)
Fuentes de Información			
Radio	0.004*** (0.001)		
Internet	0.066*** (0.013)		
Periódico	0.010*** (0.003)		
Observaciones	45,674	45,674	45,674
<i>Panel B: Función Cobb-Douglas</i>			
Variación temperatura	-1.057*** (0.220)	0.592*** (0.115)	-0.087 (0.359)
Variación temperatura sqr	0.688*** (0.115)	-0.394*** (0.070)	0.096 (0.183)
Variación precipitación	-0.061 (0.060)	0.022 (0.038)	-0.072 (0.050)
Variación precipitación sqr	0.031 (0.036)	0.048* (0.025)	-0.032 (0.033)
Características del jefe de hogar y del hogar			
Ser mujer	-0.091*** (0.026)	-0.212*** (0.031)	-0.226*** (0.044)
Fuentes de Información			
Radio	0.005*** (0.001)		
Internet	0.083*** (0.015)		
Periódico	0.011*** (0.003)		
Observaciones	45,674	45,674	45,674

Nota: a estimada por método de máxima verosimilitud.

*Significancia al 10%. ** Significancia al 5%. *** Significancia al 1%.

Tabla A4. Regresión con otros métodos.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Heckman Selection Model				Treatment Effect Model	
<i>Modelo</i>	Adaptación=1 (UA usa PA)		Adaptación=0 (UA no usa PA)		Adaptación=1 (UA usa PA)	
<i>Variable Dependiente</i>	Adaptación 1/0	VBP Agrícola	Adaptación 0/1	VBP Agrícola	Adaptación 1/0	VBP Agrícola
Factores climáticos						
Variación temperatura	-1.067*** (0.225)	0.531*** (0.105)	1.240*** (0.246)	-0.124 (0.360)	-1.194*** (0.237)	0.300*** (0.111)
Variación temperatura sqr	0.689*** (0.117)	-0.342*** (0.064)	-0.771*** (0.126)	0.108 (0.184)	0.753*** (0.122)	-0.188*** (0.067)
Variación precipitación	-0.066 (0.060)	0.035 (0.036)	0.038 (0.060)	-0.089* (0.049)	-0.046 (0.060)	-0.014 (0.031)
Variación precipitación sqr	0.030 (0.035)	0.039* (0.023)	-0.025 (0.036)	-0.034 (0.032)	0.024 (0.036)	0.021 (0.021)
Características del jefe de hogar y del hogar						
Ser mujer	-0.091*** (0.026)	-0.190*** (0.030)	0.081*** (0.027)	-0.207*** (0.043)	-0.083*** (0.027)	-0.201*** (0.025)
Fuentes de Información						
Radio	0.005*** (0.001)		-0.005*** (0.001)		0.005*** (0.001)	
Internet	0.080*** (0.015)		-0.083*** (0.015)		0.080*** (0.015)	
Periódico	0.010*** (0.003)		-0.007* (0.004)		0.008** (0.004)	
Práctica Agrícola						
Práctica Agrícola						1.119*** (0.217)
σ	1.326***		1.238***		1.224***	
ρ	-0.717***		-0.101		-0.276***	
λ	-0.952***		-0.125		-0.338***	
Observaciones	45,674	45,674	45,674	45,674	45,674	45,674

Nota: a estimada por método de máxima verosimilitud.

*Significancia al 10%. ** Significancia al 5%. *** Significancia al 1%.