

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES



PUCP

**Análisis de los efectos de los cambios en la temperatura sobre la
seguridad alimentaria de los hogares peruanos**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADA EN ECONOMÍA

AUTORA

Diana Carolina La Riva Andrade

ASESORA

Roxana María Irma Barrantes Cáceres

Lima, agosto de 2020

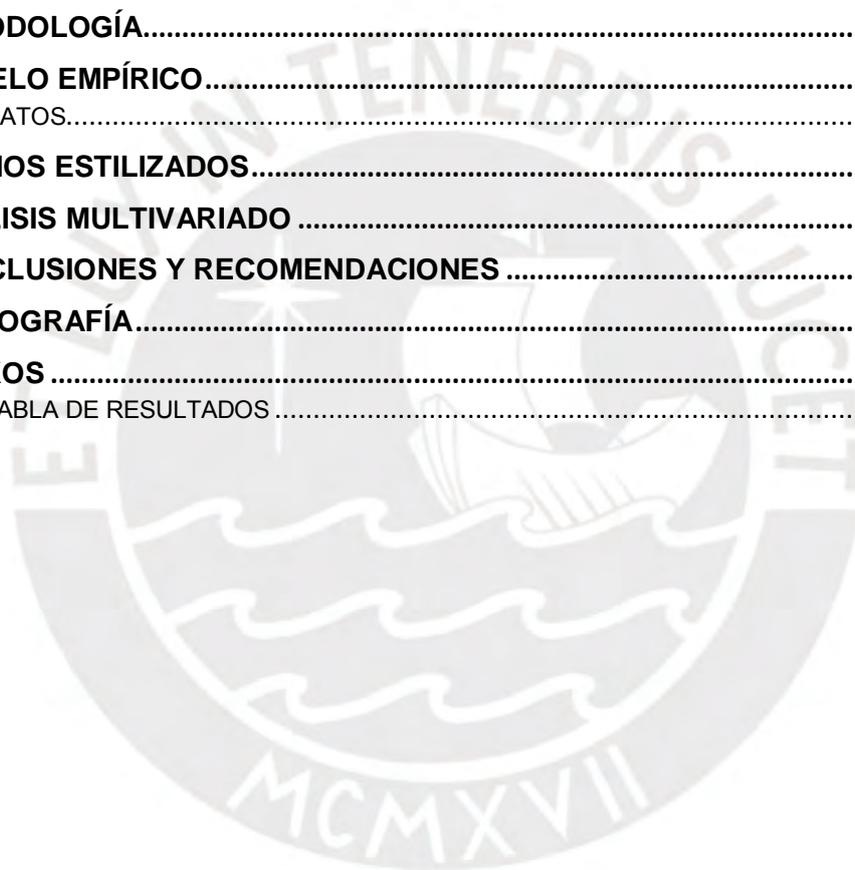
Resumen

La importancia del cambio climático o alguna variación fuerte en el clima recae en su efecto sobre alguna dimensión de la seguridad alimentaria, ya que la falta de esta afecta a las personas. En este estudio se ha optado por seguir la línea de investigación de Saldarriaga (2016), que se centra en explorar los efectos de la variabilidad en la temperatura. El principal objetivo de este estudio es mostrar cómo afecta la variabilidad climática al sector agrario. Sobre todo, en aquellos productores que dependen de este sector para su subsistencia y desarrollo económico. La pregunta que busca responder este trabajo es la siguiente ¿Cómo afectan las variaciones en la temperatura la seguridad alimentaria de los hogares productores? Adicionalmente, se utilizará también la variable de precipitación y otras variables explicativas como variables demográficas y características de la parcela y el productor. En los resultados se encontró que existe un efecto mixto respecto a las variaciones en la temperatura, pero sobre todo que mientras más alejado se esté del promedio histórico; es decir, temperaturas muy altas o muy bajas, el efecto en el rendimiento será negativo. Este tipo de resultados se obtuvieron tanto para el cultivo de papa como para el de maíz. Asimismo, los resultados mostraron que algunas brechas siguen manteniendo diferencias importantes, como el sexo, lengua materna, educación y acceso a riego.

Palabras clave: *cultivos, papa, maíz amiláceo, temperatura, promedio histórico, rendimiento, autoconsumo, cambio climático, variabilidad climática, precipitación.*

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 ESTADO DEL ARTE	4
2.2 CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA.....	1
2.3 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AGRICULTURA.....	2
2.4 CAMBIO CLIMÁTICO Y SEGURIDAD ALIMENTARIA.....	3
2.5 AGRICULTURA FAMILIAR.....	6
2.6 MODELO TEÓRICO.....	8
2.7 LITERATURA EMPÍRICA.....	12
3. METODOLOGÍA.....	16
4. MODELO EMPÍRICO.....	17
4.1 DATOS.....	19
5. HECHOS ESTILIZADOS.....	22
6. ANÁLISIS MULTIVARIADO	30
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
8. BIBLIOGRAFÍA.....	44
9. ANEXOS	48
9.5 TABLA DE RESULTADOS	56



1. Introducción

El fenómeno conocido como cambio climático o calentamiento global tiene diversos efectos económicos, sociales y ambientales. Saldarriaga (2016) menciona que el aumento de la temperatura global trae consigo mayor variabilidad climática y esto genera cambios en el ciclo hídrico que tienen repercusiones en las precipitaciones. Por ello, dado que la agricultura depende directamente del clima, se considera como uno de los sectores más vulnerables a los cambios en las condiciones climáticas.

El calentamiento global incrementaría los impactos de las plagas en los sembríos, afectando aún más la producción agrícola (Saldarriaga, 2016). Asimismo, altera la productividad agrícola, el rendimiento de los cultivos, y enfermedades. El hecho de que el cambio climático afecte a la agricultura y que la alimentación de la población esté ligada a este sector, da indicios de posibles perjuicios sobre la seguridad alimentaria. Esto se debe a que las variaciones climáticas afectan la geografía física del planeta y con ello repercuten en las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional (estabilidad, disponibilidad, acceso y utilización) (PNUD 2013; Morales, 2012). Adicionalmente, también existen consecuencias directas sobre la oferta y el acceso a los alimentos, lo cual se observa en la variación de los precios de los mismos y los ingresos agrícolas, así como en la tasa de empleo rural.

La importancia del cambio climático o alguna variación fuerte en el clima recae en su efecto sobre alguna dimensión de la seguridad alimentaria, ya que la falta de esta afecta a las personas, ya sea por un bajo o excesivo consumo de alimentos, lo cual ocasiona que empeore su desempeño físico y mental, y aumenta el riesgo de padecer enfermedades (Brown et al. 2015).

Según un informe del Centro de Investigación Tyndall Center de Inglaterra realizado en 2004, el Perú es el tercer país más vulnerable al cambio climático después de Bangladesh y Honduras, por lo que se considera relevante analizar la relación entre el cambio climático y la seguridad alimentaria en el país, y sus posibles consecuencias. Por tales razones es importante seguir profundizando en el estudio acerca de cómo afectan las condiciones climáticas a la seguridad alimentaria en las regiones que más dependen de la agricultura. Si bien Perú es vulnerable al cambio climático, al ser un país heterogéneo, se puede esperar que

las consecuencias sobre la seguridad alimentaria no sean homogéneas en todo el país o para todas las familias. Esto significaría que poblaciones vulnerables, con preexistencia de pobreza o escaso acceso a recursos productivos, sean más propensas a verse perjudicadas con tales efectos (FAO, 2016).

El Perú es un país que depende en gran medida de la agricultura para satisfacer la demanda de alimentos por parte de sus habitantes, y este sector depende fuertemente del clima y sus posibles variaciones. En este sentido, el cambio climático puede tener un efecto grave si la población depende principalmente de la producción agraria, ya sea como actividad productiva o para el autoconsumo, pues afecta los cultivos y tierras agrícolas con las que se trabaja (Mano y Nhemachena, 2006; Brown y Funk, 2008; Mora et al. 2010; PNUD, 2013).

En este escenario, Perú es un país vulnerable, ya que gran parte de la población que se dedica a la agricultura depende de esta como principal fuente de alimentos. Según el informe del grupo Libélula publicado en 2011: la agricultura es la principal fuente de ingresos de 2.3 millones de familias que representan el 34% de los hogares peruanos y genera aproximadamente el 7.6% del Producto Bruto Interno (PBI). Para el año 2017, el Banco Mundial estima que si se usa la medida tradicional (centrándose en la producción primaria) el aporte de la agricultura es de 7.3%; mientras que al usar la medida extendida el aporte llega a ser 11.3% y que el sector agrario sigue empleando a aproximadamente a un cuarto de la población. Adicionalmente, según datos del IV Censo Nacional Agropecuario, más del 70% de los productores de la sierra destinan su producción al autoconsumo, y más del 50% de los productores a nivel nacional destinan su producción al autoconsumo y a la venta en igual medida (INEI, 2014).

Si bien la literatura menciona la importancia de seguir estudiando los efectos del cambio climático en la población y en la economía, esta tarea resulta difícil ya que dicho fenómeno solo puede medirse utilizando datos de un período de tiempo amplio. Esto ocasiona que el análisis del cambio climático sea complicado, ya que no existe información disponible que lo mida como tal ni base de datos que recoja información de un período de tiempo tan extenso.

Diversos expertos en el tema señalan que el calentamiento global ocasionará mayor variabilidad en fenómenos climatológicos y que una mayor temperatura global afectará el ciclo hídrico, por lo que en este estudio se ha

optado por seguir la línea de investigación de Saldarriaga (2016), que se centra en explorar los efectos de la variabilidad en la temperatura. Lo que se quiere estimar es el efecto las variaciones en la temperatura sobre la seguridad alimentaria de los hogares peruanos, a través de los cambios que produzcan directamente en la producción y en el rendimiento agrícola. La pregunta que busca responder este trabajo es la siguiente ¿Cómo afectan las variaciones en la temperatura la seguridad alimentaria de los hogares productores? Adicionalmente, se utilizará también la variable de precipitación y otras variables explicativas como variables demográficas y características de la parcela y el productor.

El texto está organizado de la siguiente manera: la primera sección comenzará con la revisión de literatura: qué se ha avanzado hasta el momento, qué se entenderá por cambio climático y seguridad alimentaria, su vínculo con la agricultura y se mencionará una breve revisión sobre hogares productores. En la segunda sección, se mostrará el modelo teórico que guiará la investigación. En cuanto a la tercera sección, se presentará el modelo empírico a estimar. En la cuarta sección, se presentarán descriptivos y datos sobre la muestra. La quinta sección abordará el análisis y explicación de los resultados. El texto finaliza con la sección de conclusiones y recomendaciones.

2. Revisión de literatura

En esta sección se revisará el estado del arte acerca del cambio climático y la seguridad alimentaria, así como su vínculo con la agricultura. Adicionalmente, se mencionará literatura acerca de la agricultura familiar y la agricultura de autoconsumo. Finalmente se describirá el modelo teórico que guiará este trabajo.

2.1 Estado del arte

Para empezar con esta sección es importante definir los conceptos clave: cambio climático y seguridad alimentaria. Para el primer término, se está empleando la definición con mayor aceptación que es la presentada por las Naciones Unidas en la Convención Marco sobre el Cambio Climático: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (Naciones Unidas, 1992). Un aspecto importante del cambio climático incorporado en definiciones posteriores es la necesidad de que el cambio en el promedio o la variabilidad se de en periodos extendidos de tiempo (Brown et al. 2015).

En cuanto a la inseguridad alimentaria, la definición presentada por la FAO es la siguiente:

“poder acceder a cantidades suficientes de comida sana y nutritiva, y es considerada una necesidad humana fundamental y ésta existe cuando todas las personas todo el tiempo tienen físicamente, socialmente y económicamente acceso a suficiente alimento que les permitan tener una vida sana. Esto requiere cuatro condiciones: que la comida esté disponible, se pueda acceder a ella, se pueda utilizar y sea estable durante el tiempo” (Brown et al. 2015; Comisión Multisectorial De Seguridad Alimentaria Y Nutricional, 2013; Schmidhuber y Tubiello, 2007).

Existe abundante evidencia respecto a los impactos que tiene el cambio climático sobre la agricultura. Estos efectos suelen ser graduales, hasta llegar a un límite o umbral en el cual los efectos aumentan (IPCC 2013). Considerando lo anterior y la fuerte vinculación de la agricultura con la alimentación, la literatura menciona que este fenómeno tiene como una de sus consecuencias a la

inseguridad alimentaria, en las diversas regiones naturales (Walthall et al. 2012). A lo largo de los años los estudios que abordan los efectos del cambio climático han escogido diversos modelos para poder estimar sus impactos sobre la agricultura y economía en general. A continuación, se presentará un breve resumen de los principales métodos para estudiar aquella relación.

Adicional a lo mostrado en la tabla, en los últimos años han surgido algunos estudios que utilizan el enfoque de distribuciones mixtas, que permite modelar el comportamiento de los productores. Este enfoque es similar al de la función de producción adaptada por Kaiser y otros en 1993 en dos etapas. Sin embargo, en Gorst et al (2015) explican que este método permite incluir variables no observables.



Tabla 1: Resumen de las metodologías utilizadas para estudiar el cambio climático

Modelos utilizados para el análisis del cambio climático				
Modelos de predicción climática		Modelos globales de clima (GCM)	Este tipo de modelos se basan en leyes físicas para describir el dinamismo de la atmósfera y el océano en ecuaciones matemáticas. Esto hace posible predecir qué pasara con el cambio climático alrededor del mundo. Existen dos estrategias para utilizar este modelo: el de equilibrio y el método de transitorio. No obstante, existen importantes limitaciones para este modelo, sobre todo las relacionadas a la medición adecuada del clima, la circulación de océanos, formación de nubes, la habilidad para predecir las emisiones de gases de efecto invernadero futuras, entre otras.	
Modelo de evaluación de impacto económico	Modelos de estimación de economía general	Modelos de equilibrio general (CGE)	Este modelo resulta adecuado porque es capaz de capturar los efectos de cambios exógenos en la economía en su conjunto y dar ideas de impactos a niveles micro. Además, al incorporar interacciones entre distintos sectores es importante en las áreas en las que se estudia los impactos del cambio climático. Sin embargo, algunos inconvenientes relacionados a este método son las dificultades para la elección del modelo, los parámetros, consistencia de los datos, la ausencia de pruebas estadísticas, y la complejidad asociada a la modelación del modelo	
	Modelos de estimación de equilibrio parcial	Modelos de simulaciones de siembras y cultivos	Modelos agroecológicos (AEZ)	Este modelo incluye características de los cultivos, tecnología disponible, suelo y factores climáticos como determinantes de la producción de los cultivos. Al incluir estas variables, el modelo permite la identificación de tierras potenciales para la siembra de cultivos. Además, puede ser usado para predecir el impacto del cambio climático en los potenciales resultados agrícolas. Estos modelos fueron desarrollados para evaluar la capacidad de producción potencial, simulando los rendimientos de los cultivos; en vez de medir los rendimientos. La desventaja de este modelo radica en que para predecir el resultado final es necesario modelar todos los componentes relevantes y que la omisión de algún factor importante afecta de manera significativa la predicción.

Modelos utilizados para el análisis del cambio climático				
			Modelos de función de producción	Este modelo analiza el impacto del cambio climático en la agricultura a través de la función de producción que mide la relación entre el cambio climático y la producción agrícola. Una ventaja de este método es que predice de manera más confiable el impacto en el rendimiento de los cultivos a través de experimentos controlados; sin embargo, no permite incluir adaptaciones adquiridas por los productores o cambios en los cultivos, como respuestas al cambio climático. Con el fin de utilizar este modelo, en 1993 Kaiser y otros incorporan las respuestas adaptativas al modelo de producción, a través de una estimación en dos etapas. No obstante, los resultados están restringidos al sitio de evaluación y no permite generalizar las consecuencias.
		Modelos econométricos	Modelo Ricardiano	Este modelo realiza un análisis de corte transversal granjas/chacras bajo diferentes condiciones climáticas y examina la relación entre el valor de la tierra o el retorno y los factores climáticos. Una ventaja importante es que el modelo Ricardiano permite incluir las respuestas adaptativas de los productores con el fin de maximizar su beneficio. Otra ventaja es que, al ser un modelo de corte transversal, los datos que utiliza son fáciles de recolectar. Por otro lado, algunas de sus desventajas radican en que este modelo no está basado en experimentos controlados, por lo que las repuestas de los productores al cambio climático podrían variar no solo debido a factores climáticos, sino socioeconómicos. Otra debilidad que resalta de este modelo está relacionada a que no incluye el efecto de los precios y esto puede ocasionar una sobre estimación o sub estimación de los efectos. Finalmente, una tercera debilidad está en no tomar en cuenta los efectos de la concentración del dióxido de carbono.

Elaboración propia. En baso a de Deressa (2007)

2.2 Cambio climático y agricultura

El sector agrario depende en gran medida del clima para su desarrollo y producción, ya que es altamente estacional (Saldarriaga, 2016). En las últimas décadas, el aumento de gases está subiendo la temperatura del planeta y esto ha ocasionado el derretimiento de glaciares, el aumento de precipitaciones y la ocurrencia de eventos extremos (Gutiérrez, 2008). El cambio climático es un fenómeno que implica variación en el clima que persiste durante periodos largos de tiempo, usualmente décadas. Por tal motivo, para analizar los efectos que esto pueda tener se requiere información de por lo menos 30 años. No obstante, si bien existe información climática que cubre esta necesidad, otras fuentes de información no abarcan largos periodos de tiempo. Dadas estas limitaciones, una forma eficiente de aproximarse al efecto del cambio climático sobre la agricultura es mediante el análisis de la variabilidad climática y aprovechar, tanto la variabilidad espacial y temporal. Esto es importante ya que la variabilidad climática también es afectada por el cambio climático (Saldarriaga, 2016).

La agricultura es extremadamente vulnerable a estos cambios, ya que el aumento de la temperatura puede reducir la producción de los cultivos deseados y provoca la proliferación de malas hierbas y plagas; además, los cambios en la precipitación aumentan la posibilidad de perder el cultivo en el corto plazo y la reducción de la producción en el largo plazo (Nelson, Rosegrant, Koo, Robertson, Sulser, Zhu, y otros, 2009). Asimismo, como menciona Saldarriaga (2016), el aumento de la temperatura global trae consigo una mayor variabilidad climática, al mismo tiempo que se espera una mayor severidad de los eventos meteorológicos en el mundo. Esto debido a que una mayor temperatura global genera cambios en el ciclo hídrico y esto se traduce en cambios en la frecuencia e intensidad de lluvias.

No obstante, algunos estudios muestran que cambios en la temperatura podrían hacer viables ciertos cultivos en zonas que antes no lo permitían, este es el caso de zonas andinas frías (Ponce, Arnillas y Escobal, 2015). Sin embargo, estas zonas enfrentan otros problemas climáticos: las heladas y el granizo. De acuerdo al informe de Gutiérrez (2008), las primeras provocan serios daños en la cobertura foliar de la planta al congelarla y las rompe al momento

del deshielo; existen dos tipos: las heladas de origen estático que representan el 80% de las observadas y que no provocan un daño demasiado grave, y las de origen dinámico que representa el 20% de las observadas y ocasionan un daño significativo que puede terminar con la pérdida del cultivo. En cuanto al granizo, este ocasiona un daño directo a los cultivos al impactar con ellos; no obstante, el daño depende del tamaño, intensidad y duración del granizo.

Los efectos del cambio climático son diversos y dependen altamente del contexto en el que se produce, ya que algunos cambios son desfavorables en ciertas zonas, pero en otras podrían incentivar otras prácticas agrarias. Sin embargo, se puede deducir que los efectos serían negativos en su mayoría para los pobladores de zonas pobres, sobre todo para quienes dependen directamente del sector agrario para su seguridad alimentaria.

Como bien se ha mencionado, el cambio climático es un cambio en el clima (cambio en el promedio histórico) y para poder ser medido requiere un seguimiento en periodos largos, usualmente décadas. Por ello, para poder analizar este fenómeno y realizar pruebas de hipótesis se requiere de datos históricos. En este sentido, dada la restricción de disponibilidad de estos una buena aproximación a los posibles efectos del cambio climático en la agricultura es mediante el análisis de variabilidad climática aprovechando tanto la variabilidad espacial (entre áreas) y temporal (diaria, mensual, estacional o anual). Por ello, en el presente trabajo se ha optado por analizar la variabilidad climática, a través de las variaciones en la temperatura, sobre el rendimiento de los cultivos agrarios.

2.3 Seguridad alimentaria y agricultura

La agricultura es un sector fundamental para el desarrollo humano ya que proporciona alimento, y en muchos casos es la principal fuente de consumo de alimentos y de sustento de varios hogares (Brown y Funk, 2008). Gran parte de la población en zonas rurales depende de este sector para abastecer sus necesidades básicas, ya sea para autoconsumo o para llevar su producción al mercado y así cubrir sus necesidades. Como se mencionó en el apartado anterior, el cambio climático afecta el rendimiento y producción agraria de distintas formas y estos efectos pueden alterar los medios de vida de las

personas que dependen de la agricultura y con ello su seguridad alimentaria y nutricional (FAO, 2018).

La importancia de satisfacer los requerimientos calóricos y alimenticios radica en que la inseguridad alimentaria (o la falta de seguridad alimentaria) puede afectar a las personas que presenten un bajo o excesivo consumo de alimentos, lo cual ocasiona que empeore su desempeño físico y mental, y aumenta el riesgo de padecer enfermedades (Brown et al. 2015). Como ya se mencionó previamente la importancia de la agricultura, sobre todo la agricultura familiar, está en el abastecimiento de los alimentos. Por ello, la oferta de alimentos está fuertemente ligada con la agricultura, pues este sector se encarga de producirlos y comercializarlos. Asimismo, en muchos países, sobre todo en los más pobres, este sector sigue siendo la principal fuente de alimentos de gran parte de la población, en especial de la población rural.

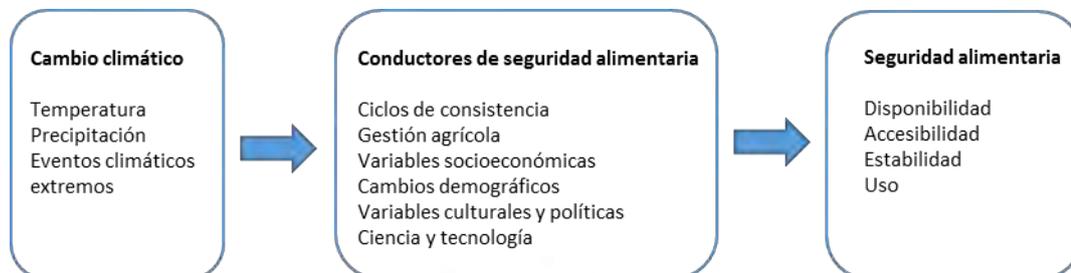
2.4 Cambio climático y seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria y el cambio climático están relacionados en la medida en que este último afecta las dimensiones de la seguridad alimentaria. Cuando se habla de seguridad alimentaria, se habla de las cuatro condiciones necesarias (estabilidad, disponibilidad, acceso y utilización), pues estas son necesarias para que exista. Por ello, se desprende que, si la seguridad alimentaria depende de la agricultura para abastecer a la población, también depende en gran medida del medio ambiente, pues cambios en el clima, y desastres naturales pueden afectar y comprometer la disponibilidad y el acceso de los alimentos (Schmidhuber y Tubiello, 2007). El quinto informe del IPCC (2014) destaca el impacto de los eventos climáticos sobre los ecosistemas que proveen la base de recursos naturales necesarios para la producción agrícola; además, mencionan un agravio de la desertificación y pérdida de suelo y cobertura vegetal.

Para visualizar de mejor manera la relación entre el cambio climático y seguridad alimentaria, se empleará la ilustración presentada por Ziervogel y Ericksen (2010). En la imagen se observa que cambios en la temperatura, precipitación o la ocurrencia de eventos climáticos impactan en distintos componentes de la seguridad alimentaria, como es la gestión agrícola. Estos

efectos pueden alterar las distintas dimensiones de la seguridad alimentaria, pues modifican los precios de los alimentos y el acceso a los mismos.

Figura 1: Vínculos entre el cambio climático y la seguridad alimentaria



Elaboración propia. En base a Ziervogel & Ericksen (2010): página 528

Los mismos autores explican que los precios también se ven afectados debido a la estacionalidad de la producción agrícola, y que durante ciertos periodos la oferta de alimentos puede variar, afectando en mayor medida a los hogares más pobres.¹ Díaz (2014) también encuentra que los precios tienen un papel importante en la elección final de los alimentos que serán consumidos. En esta misma línea, el estudio de Schmidhuber y Tubiello (2007), encuentra que el cambio climático afectará las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria, realizando una revisión de todos los estudios que emplean los escenarios de trayectorias representativas de concentración de gases de efecto invernadero (RCP, por sus siglas en inglés) para el cambio climático. No obstante, una conclusión importante a la que llegan es que la magnitud de los efectos dependerá de las condiciones socioeconómicas en las que se encuentre el país.

Otro estudio que muestra el efecto del cambio climático sobre la seguridad alimentaria es el de Karbasi y Sayyadi (2016), en el cual analizan el efecto del cambio climático sobre el gasto en alimentos en hogares iraníes. Para ello utilizan una encuesta panel de 26 provincias del país recogida del 2001 al 2010 y emplean el método generalizado de momentos para estimar la relación entre cambio climático, precios de alimentos y seguridad alimentaria. Los autores utilizan las variables de precipitación, temperatura promedio y humedad como indicadores sobre el clima. Ellos encuentran que el ingreso de los hogares

¹ Los cambios en la estructura de precios provocan transformaciones en los patrones alimentarios hacia el consumo de alimentos de menor valor nutricional en sectores que ven disminuida su capacidad de compra (Morales, 2012).

rurales tiene un efecto positivo sobre el gasto de alimentos; mientras que encuentran un efecto negativo de la temperatura, pues esta ocasiona una pérdida de productividad. Efecto contrario encuentran en la precipitación, que contrarresta la falta de acceso al recurso hídrico. Finalmente, una variable importante es el precio de los alimentos: se obtiene que la cantidad gastada en comida aumenta, aunque los autores mencionan que esto no necesariamente significa un aumento en la cantidad consumida.

Dentro de los estudios que analizan los efectos en cambios en las dimensiones de la seguridad alimentaria está el de Zegarra y Tuesta (2009) quienes cuantifican los efectos económicos en los cambios en los precios de los alimentos sobre la seguridad alimentaria de los hogares peruanos entre el periodo 2007-2008. Para ello estiman funciones de demanda para 14 alimentos que representan el 76% del consumo calórico de las familias peruanas con un modelo Tobit. El estudio encontró que el consumo calórico de alimentos cae en promedio 4.3% y que en las zonas rurales el efecto de un cambio en los precios es mayor. Asimismo, encontró que el deterioro calórico en hogares vulnerables es de 5.8%. Estos autores también resaltan la importancia de los precios de los alimentos al momento de escoger qué consumir. Ellos mencionan un deterioro en el consumo calórico de las familias peruanas ocasionado por el aumento de los precios de alimentos básicos y resaltan el efecto negativo que tienen estos cambios en los precios de los alimentos en familias con ingresos menores, en particular para los hogares rurales.

En contraste con lo mencionado anteriormente, en un trabajo previo, Trejos (2008) menciona que el efecto de los precios afecta en mayor medida a las poblaciones urbanas que al resto. Esto debido a que la población urbana accede a los alimentos a través de la compra (no consumen alimentos en estado primario, sino ya procesados) en comparación de los hogares rurales, ya que estos suelen consumir los alimentos en su estado primario y algunos de los hogares rurales producen su propio alimento.

Por otro lado, Díaz (2014) busca establecer la relación entre los precios y el consumo de cada grupo alimenticio, para lo cual estima un sistema completo de demanda. Este trabajo busca aproximarse a los factores que determinan la demanda por calorías y de nutrientes en el Perú a partir de los datos de las encuestas de hogares del período 2004-2009. Entre los resultados destaca la

importancia del nivel socioeconómico de los hogares, la composición y el tamaño del hogar. Se encontró que mayores proporciones de niños menores de 5 años y hasta los 14 años favorecen la demanda de proteínas, calcio, hierro, fósforo y zinc. Asimismo, los resultados indican que el tamaño del hogar siempre aparece negativamente relacionado con la demanda por este tipo de nutrientes. Una aclaración importante de este estudio es que los hogares eligen una canasta de bienes alimenticios y el autor explica que esta elección está determinada por el ingreso destinado al consumo (restricción presupuestaria) y por la función de utilidad (hábitos y preferencias).

2.5 Agricultura familiar

Dentro de la producción agraria se pueden diferenciar dos tipos de agricultura: la agricultura familiar y la agricultura no familiar. Esta última tiene como objetivo principal la maximización de beneficios (entre ellos, salarios, renta e ingresos); mientras que la otra tiene como objetivo principal el abastecimiento del hogar y, en caso exista algún tipo de excedente, destinarlo este al mercado (Schejtman, 2008). En este trabajo nos centraremos en la primera: la agricultura familiar.

La literatura ha abordado la agricultura familiar como aquella principalmente conformada por los miembros de un mismo hogar, en su mayoría emparentados, y que poseen pequeñas superficies de tierra y escasos recursos productivos. Sin embargo, la mayoría de estudios señala que dentro de este tipo de agricultura existe una gran heterogeneidad, por lo que optaron por generar tipologías para poder identificarlas de mejor manera (Schejtman, 2008). Si bien existe una amplia variedad en estas tipologías, la mayoría coincide en que existen dos extremos: la de subsistencia y la orientada al mercado (FAO, 2014). En algunos estudios definen una clasificación intermedia entre estas dos categorías.

Siguiendo distintos estudios como el de Soto Baquero, Rodríguez, Falconi (2007); Schejtman (2008); Perry (2013); FAO, (2014) se define a los distintos tipos de agricultura familiar como sigue:

- De subsistencia: este tipo de agricultura familiar está orientada al autoconsumo. Además, no posee suficiente tierra o ingresos propios para garantizar la reproducción familiar, lo que ocasiona que muchas veces se recurra a un trabajo asalariado adicional. Además, no poseen riego y en la mayoría de los casos emplean la mano de obra familiar.
- De transición: este tipo accede a tierra de mejores recursos y logra satisfacer los requerimientos de reproducción familiar, pero tiene dificultades para generar excedentes que le permitan la preproducción y desarrollo de la unidad productiva.
- Consolidada: se distingue porque tiene sustento suficiente en la producción propia y explota recursos de la tierra con mayor potencial. Además, tiene acceso a mercados (tecnología, capital y productos) y genera excedentes para la capitalización de la unidad productiva.

La importancia de este tipo de agricultura ha sido mencionada en diversos informes. En 2013, la FAO celebró el año internacional de la Agricultura familiar, con lo que reivindica la importancia de esta dentro de la seguridad alimentaria.²

En Perry (2013) se menciona que la agricultura familiar abarca casi la totalidad de los productores agropecuarios y que su contribución a la PEA del sector agropecuario es cerca del 80%. Asimismo, los autores mencionan que cerca del 65% de los productores que forman este tipo de agricultura se ubican en la sierra. Adicionalmente, Soto y otros (2007) realizan un estudio en 6 países de América Latina para verificar qué tan importante resulta la agricultura familiar como abastecedora de alimentos y encuentran que su rol es fundamental para ello, así como determinante en la generación de ingresos de un segmento considerable de hogares rurales.

En 2015, Escobal y Armas realizan un estudio para desarrollar una tipología de la pequeña y mediana agricultura en Perú, a través del uso de encuestas y censos. Ellos utilizan una tipología similar a la descrita

² El Comité Directivo Internacional para el Año Internacional de la Agricultura Familiar, celebrado en 2014, elaboró la siguiente definición conceptual: La agricultura familiar (que abarca todas las actividades agrícolas de base familiar) es una forma de organizar la producción agrícola, forestal, pesquera, ganadera y acuícola que es gestionada y administrada por una familia y depende principalmente de la mano de obra familiar, comprendidos tanto mujeres como hombres. La familia y la granja están relacionadas entre sí, evolucionan conjuntamente y combinan funciones económicas, ambientales, sociales y culturales. (FAO 2013, citado en FAO 2014).

anteriormente, pero dividen a la agricultura de transición en dos grupos. Los autores primero calculan el ingreso neto agropecuario y luego el ratio entre este valor y el valor de la canasta básica de alimentos de cada región (definida por la línea de pobreza extrema). Las categorías que utilizan son las siguientes:

- Agricultura de subsistencia: agricultor que no posee una producción suficiente para cubrir la canasta básica de alimentos.
- Agricultura de transición I: agricultor que puede cubrir la canasta básica de alimentos, entendido como línea de pobreza extrema, pero su producción no alcanza para superar la línea de pobreza total.
- Agricultura de transición II: agricultor que posee producción suficiente para pasar la línea de pobreza total, pero que sus ingresos no alcanzan para superar 2.4 veces esta línea.³
- Agricultura consolidada: agricultura que posee ingresos suficientemente altos como para no caer en la pobreza, según los autores esto sería 2.4 veces la línea de pobreza total.

2.6 Modelo teórico

En esta sección se detallará el modelo teórico o teoría que guía esta investigación. Existe abundante literatura sobre cómo abordar el problema de la economía agraria o campesina. En general, la mayoría de estudios que abordan desde un punto de vista cuantitativo la producción agraria de pequeños agricultores, asumen una función de producción en la que el productor busca maximizar ganancias. Por ejemplo, el modelo Ricardiano responde a esta lógica. Estudios como los de Mendelsohn (1994), Seo y Mendelsohn (2008) o Kurukulasuriya y Mendelsohn (2008) utilizan este enfoque para estimar el valor de la tierra.

No obstante, autores pioneros en el tema como Schejtman (1980) y Figueroa (1989 y 1996) indican que los pequeños productores son adversos al

³ En Escobal y Armas (2012), para definir el límite a partir del cual una agricultura familiar es consolidada se calculó el límite a partir de la capacidad de acumulación y de sostenibilidad de la unidad agropecuaria: tener ingresos suficientemente altos como para tener una probabilidad baja (menor del 10%) de caer en la pobreza en cualquier momento y este punto de corte equivale a 2.4 veces la línea de pobreza total.

riego y evitan situaciones inciertas, debido a sus escasos recursos e ingresos. Por ello, mencionan que su principal objetivo es maximizar la fuerza de trabajo y minimizar los riesgos.

En Figueroa (1996), se realiza el supuesto de que la pequeña agricultura opera bajo la forma de producción campesina, y esto significa que se toman decisiones en un contexto de incertidumbre. Para ello, el autor menciona que es necesario que se cumplan 3 condiciones: (i) la unidad campesina produce bienes agrícolas utilizando principalmente mano de obra de los propietarios de la tierra, (ii) el ingreso que se obtiene de la producción agrícola es parte importante del ingreso total de la unidad, y (iii) el nivel de productividad de la unidad es tan bajo que no le permite generar excedentes económicos; esto significa que no se puede autofinanciar y es una agricultura de subsistencia.

Ahora bien, el hecho de que este tipo de agricultura opere bajo un contexto de incertidumbre ocasiona que la racionalidad económica de los productores se exprese en dos objetivos: el primero es generar más ingresos y el segundo es que exista seguridad en estos ingresos. Por ello es que la unidad productora busca maximizar ambos objetivos sujetos a varias restricciones, entre las cuales está la limitada capacidad de absorber riesgos, a lo que Figueroa lo denomina R. Existen riesgos menores que pueden ser absorbidos por el productor, por lo que se opera bajo un umbral de riesgos; sin embargo, debido a que este tipo de productores posee un bajo nivel de activos este umbral es muy pequeño. En cuanto a las demás restricciones se incluyen recursos de dotación productivos y su conocimiento tecnológico. Cualquier modificación que sufran estas restricciones ocasionará cambios en las cantidades de bienes e ingresos que percibe la unidad agropecuaria.

Para derivar relaciones de causalidad se necesita especificar el modelo teórico. En Figueroa (1996) se especifica la siguiente estructura: el mercado de bienes agrícolas opera como un mercado walrasiano; mientras que los mercados de trabajo, de crédito y de seguro operan como un mercado no walrasiano.⁴ La

⁴ El mercado walrasiano es definido de la siguiente manera: "Un mercado es walrasiano cuando el precio de equilibrio clarifica el mercado, eliminando cualquier exceso de demanda o de oferta (como en el mercado de la papa). De aquí que el racionamiento de bienes de mercado opera a través de los precios. En contraste, un mercado no es walrasiano cuando el precio de equilibrio no clarifica el mercado. Este mercado opera con un racionamiento cuantitativo. Por eso, en este mercado la gente no puede realizar el intercambio de bienes en las cantidades que están

consecuencia de estos supuestos es que los campesinos pueden vender a las empresas de la agroindustria toda la cantidad de bienes agrícolas que puedan y deseen a los precios del mercado.

En el modelo propuesto las variables endógenas son las cantidades que intercambian entre esos dos sistemas de producción.⁵ Mientras, las variables exógenas son la tecnología, la cantidad y calidad de los recursos que poseen las unidades, la estructura del mercado y los precios del mercado y políticas estatales. Figueroa a partir de esto deriva relaciones de causalidad o predicciones lógicas: primero, la unidad campesina buscará la diversificación en su producción y en sus fuentes de ingreso, pues la diversificación es el principal factor para minimizar el riesgo. Por ello, también menciona que la modernización campesina dependerá del tipo de cambio tecnológico, pues si este es de alto riesgo los campesinos optarán por no usarlo. No obstante, si ahorra más factores relativamente escasos como es la tierra, agua o capital y reduce el riesgo, la economía campesina se adaptará a estos cambios.

En un trabajo previo Figueroa (1980) define que existen 4 actividades que realiza la familia: agricultura (A), ganadería (P), actividades Z y venta de parte de su fuerza laboral (L) en los mercados de trabajo. Además, menciona que en general todas las actividades realizadas en la sierra están sujetas al riesgo, por lo que los productores lidian con esto a través de la combinación de actividades; es decir: un portafolio diversificado de actividades. Esto no solo significa diversificar en actividades, el autor menciona que también incluye diversificar dentro de una misma actividad (por ejemplo, en la agricultura suelen cultivar más de un producto a la vez).

Otra hipótesis realizada por el mismo autor es que la familia productora dedica primero una parte de su fuerza de trabajo a la agricultura y luego se auto-empieza en bienes adicionales (Z) o va al mercado de trabajo, muchas veces, debido a que la agricultura es un sector estacional, buscan complementar esta actividad con trabajos fuera del predio que coincidan con la época en la que no se cosecha. Esto significa que existe una prioridad en las actividades realizadas:

dispuestos a intercambiar a los precios del mercado prevalecientes. Esto no ocurre en un mercado walrasiano" (Gacitúa, Sojo, Davis & Banque mondiale, 2001).

⁵ Con el modelo teórico, Figueroa (1996) intenta explicar las relaciones entre la economía campesina y la economía capitalista.

primero se realizan la agricultura y ganadería (A – P) y luego, una vez concluidas estas actividades se realizan los bienes adicionales y se incursiona en el mercado de trabajo (Z – L).

En cuanto a los trabajos más recientes, el modelo utilizado con mayor frecuencia es el modelo hedónico, conocido como el modelo Ricardiano. Ordaz, Mora, Acosta, Serna Hidalgo & Ramírez (2010) explican que un supuesto es que los productores agrícolas maximizan la diferencia entre sus ingresos y sus costos, esto es su ingreso neto (π). Los ingresos son función de la producción (Q_i) y de su precio (P_i). Los costos son función de los insumos (W) y de sus precios (P_i). La función que utiliza el estudio de Ordaz y otros (2010) es la siguiente:

$$\pi = \sum P_i Q_i(W, Z, X) - \sum P_i W$$

Son los productores los que eligen qué cantidad de W permite maximizar los ingresos dadas las demás variables (climáticas, demográficas y precios). Lo que resulta en una función óptima de la siguiente manera:

$$\pi^* = f(P_i, W, Z, P_w)$$

A partir de esta función se determina cómo las características del productor (X) y las variables climáticas (Z) afectan la productividad neta de la tierra. Con ello, agregan que el valor de la tierra (VT) es el valor presente del flujo de ingresos netos:

$$VT = \int_0^{\infty} \pi_i^* \cdot e^{rt} dt$$

En una estimación de este modelo, la variable a usar como dependiente puede ser el valor neto de la tierra. Siguiendo a Seo y Mendelsohn 2008, citado en Ordaz y otros (2010), la ecuación a estimar tendría la siguiente forma:

$$VT = \beta_0 + \beta_1 \cdot T + \beta_2 \cdot T^2 + \beta_3 \cdot P + \beta_4 \cdot P^2 + \beta_2 T \cdot P + \sum_j \lambda_j \cdot Z_j + e$$

En esta ecuación, la variable dependiente es el valor de la tierra, T representa a la variable temperatura y P a la precipitación. Por otro lado, Z representa características relevantes del productor y su parcela, λ y β son parámetros a estimar y e es el término de error. En la ecuación se muestra que las variables climáticas también son agregadas elevadas al cuadrado, esto

responde a la posibilidad de que exista un efecto no lineal, estas características se pueden apreciar en los demás estudios que abordan el tema de cambio climático.

De la ecuación anterior se desprende que, ante el cambio marginal de alguna variable climática, el valor de la tierra se modificará de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial VT_1}{\partial T} = \beta_1 + 2\beta_2 \cdot T + \beta_5 \cdot P$$

Ahora, si se busca analizar el cambio en el valor de la tierra ante un escenario climático distinto, sea de un tiempo $t=0$ a un tiempo $t=1$, se procedería de la siguiente manera:

$$\Delta VT = VT(C_1) - VT(C_0)^6$$

Si bien varios de los supuestos propuestos por Figueroa son importantes al momento de trabajar con productores agrarios pequeños, para fines de este trabajo, el modelo Ricardiano parece más ideal, pues permite incorporar las variables climáticas. Una de las principales diferencias entre este modelo y el propuesto por Figueroa es la relación entre el productor agropecuario y el riesgo o incertidumbre. Mientras que el modelo hedónico propone que los productores son neutrales al riesgo, Figueroa pone énfasis que para el caso peruano los productores son adversos al riesgo por lo que alternan actividades o se dedican a sembrar más de un cultivo.

2.7 Literatura empírica

Gran parte de la literatura existente pionera en relacionar al cambio climático y la agricultura, explora y analiza los efectos de esta interacción a través de los efectos sobre la rentabilidad de la tierra y rendimiento de los cultivos. Entre los más representativos está el de Mendelsohn et al (1994), que usa el enfoque Ricardiano para medir el impacto del cambio climático en el precio y retorno de las tierras agrícolas en Estados Unidos. Adicional a este estudio está el de Seo y otros (2005) que analiza, con el mismo enfoque, el retorno por hectárea para los cultivos más importantes de Sri Lanka. Asimismo, Kurukulasuriya y otros

⁶ En Ordaz y otros (2010) hacen hincapié en que para realizar este tipo de análisis hay que tener como supuesto que las demás variables explicativas no cambian en el tiempo.

(2006) busca estimar los retornos netos ante cambios en la temperatura y la precipitación en África utilizando el mismo enfoque. Estos estudios, entre otros, encuentran que los efectos de las variables climáticas afectan el valor de las tierras y retornos esperados, además también encontraron que el efecto de la temperatura y de la precipitación es no lineal.

Otro enfoque usado frecuentemente en este tipo de estudios es el de la función de producción, un ejemplo de ello son los estudios elaborados por Mora y otros (2010) y por Ordaz y otros (2010), que utilizan este enfoque y el enfoque Ricardiano para estimar los rendimientos de varios cultivos y encuentran diversos efectos para cada cultivo a lo largo del tiempo, así como efectos no lineales. Adicionalmente, encuentran un efecto sobre la renta de la tierra y que las condiciones iniciales y el clima actual influyen de manera importante en el impacto marginal de cambios en el clima.

En cuanto al enfoque de distribuciones mixtas resaltan 3 estudios que proponen que los hogares pueden cambiar su comportamiento ante ciertas circunstancias. El primero, Di Falco y otros (2011) utiliza este método para analizar los determinantes de la adaptación de los hogares ante el cambio climático sobre su producción de alimentos. Las variables utilizadas para medir el impacto del clima son la temperatura promedio, precipitación, temperatura promedio al cuadrado y precipitación al cuadrado, Este estudio encuentra que el adaptarse ante cambios en el clima ayuda a incrementar la producción de comida, que tener acceso a crédito aumenta la posibilidad de adaptarse y que la adaptación responde principalmente a cambios importantes en el clima durante un largo período de tiempo.

Un segundo estudio es el de Da Cunha y otros (2014), que analiza los efectos del cambio climático en la agricultura brasilera considerando la irrigación como una estrategia adaptativa para estimar el valor de la tierra frente al cambio climático. Este estudio encuentra que la irrigación es una medida adaptativa y que es usada más ante cambios en precipitaciones que ante variaciones en la temperatura; además es posible concluir que el valor de la tierra de aquellos productores que usan irrigación se mantiene más estable que la de aquellos que no irrigan. Finalmente, está el estudio de Gorst y otros (2015), que busca analizar el impacto de implementar estrategias frente al cambio climático en los principales cultivos de Pakistán: trigo, arroz y algodón. El estudio encuentra que

existen efectos positivos de tomar medidas adaptativas ante el cambio climático, además los hallazgos obtenidos dan evidencia de que el uso de estrategias para adaptarse a este tiene efectos positivos en la seguridad alimentaria. Asimismo, el autor menciona que los hogares con mayor presencia femenina tienen mayores probabilidades de incluir prácticas adaptativas ante cambios en el clima, y que estas tienen efectos positivos en el corto plazo.

En Perú son pocos los estudios que abordan este tema. Ponce, Arnillas y Escobal (2012) estudian los efectos del cambio climático sobre las estrategias productivas de los agricultores, en particular el uso de riego y la diversificación de cultivos. Dado que buscan estimar la influencia de las condiciones climáticas, utilizan una aproximación lineal. Los resultados que obtienen sugieren que una reducción en la precipitación tiende a incrementar el número de agricultores que utilizan riego y reduce el grado de diversificación. Por otro lado, un incremento en la temperatura ocasiona un aumento en el uso de tecnologías de riego y en la concentración de cultivos.

Un estudio posterior de Ponce (2018) sigue esta línea de estudio y busca estimar el efecto de la variabilidad climática durante el período de siembra de los cultivos. La autora utiliza los Censos agropecuarios de 1994 y 2012 para los efectos climáticos, adicionalmente utiliza otras variables climáticas e información sociodemográfica como controles. Los resultados que Ponce encuentra son que aumentos en la temperatura afectan a la región andina de manera distinta, debido a su heterogeneidad. En zonas más frías este aumento permite a los agricultores incluir cultivos más tolerantes en su cartera de cultivos y reduce el área de cultivos intercalados. Además, menciona que encuentra un efecto positivo, pero no significativo en la concentración de cultivos. Finalmente, la autora replica el análisis para la región andina a tres subregiones: norte, centro y sur. Los resultados que encuentra para la zona central son que los hogares responden incrementando las actividades no agrícolas como fuente de ingreso, situación que se replica para la zona norte; mientras que para la zona central los hogares tienden a concentrar su cartera de cultivos con cultivos más tolerantes.

Otro estudio realizado para Perú es el de Saldarriaga (2016). Este autor analiza los efectos de la variabilidad de la temperatura, como consecuencia del cambio climático, sobre la productividad agrícola y los precios de los principales cultivos en cada región. Para este análisis él emplea datos climáticos a nivel de

municipalidades y crea una serie de indicadores basándose en la desviación estándar de la temperatura del año que analiza respecto a un promedio histórico que él define de 1950 a 2010. Sus resultados sugieren que un aumento de una desviación estándar por encima de la temperatura promedio histórica de la municipalidad reduce la producción por hectárea cultivada entre US\$ 170 y US\$ 190 y la rentabilidad por hectárea cultivada entre US\$ 150 y US\$ 200. Estos impactos varían de acuerdo a distintas zonas geográficas del país, siendo la actividad agrícola en la región amazónica la más afectada por una mayor variabilidad de la temperatura.

El cambio climático, al ser un fenómeno capaz de transformar o cambiar la geografía física y humana del planeta, llega incluso a generar o intensificar desastres naturales (Gorst et al. 2015; PNUD, 2013). En esta línea, Trivelli y Yancari (2006) analizan los shocks negativos que afectan de manera individual a los hogares (idiosincrásicos) y aquellos que afectan a los hogares de una misma localidad (covariados). Ellas encuentran que los pequeños productores utilizan redes sociales que ayudan a mitigar los efectos de los shocks inesperados y, en algunos casos, reducen su consumo en el hogar para enfrentarlos.

Otro estudio similar es el de Figallo y Espinoza (2012) quienes estiman los shocks negativos sobre la seguridad alimentaria en el Perú. Ellos toman en cuenta dos tipos de shock, los idiosincrásicos y los covariados sobre la variación de la seguridad alimentaria durante dos periodos de tiempo. Para ello utilizan un modelo dinámico y un modelo probit para estimar la probabilidad de caer en un déficit calórico. Ellos encuentran que los efectos de los shocks idiosincrásicos no son significativos en el ámbito rural, pero sí en el urbano. Adicionalmente, encuentran que los shocks covariados no tienen efecto en ninguna zona.

Finalmente, estudios como los de Aldana (2014), resaltan la importancia de la acumulación de activos (educación, experiencia, activos físicos, etc.) y de la evolución de la rentabilidad de estos activos, así como de la presencia de eventos como cambio climático, robos o problemas de salud para la trayectoria económica de un hogar. Al ser los shocks eventos no predecibles, el efecto y dimensión que puedan tener depende en gran medida de la manera en que son enfrentados.

3. Metodología

En esta línea, lo que el trabajo propone es analizar en qué medida los cambios en la temperatura llevan a un hogar a un estado de inseguridad alimentaria, a través del efecto de la variabilidad climática sobre el rendimiento de los cultivos. Con la metodología propuesta se buscará analizar la hipótesis planteada: Las variaciones en la temperatura afectan el rendimiento agrícola de los hogares y esto puede llevar a la inseguridad alimentaria. Ahora bien, en la sierra peruana existen gran cantidad de cultivos y cuyos rendimientos varían ampliamente, por lo que el análisis se centrará en los cultivos con mayor cantidad producida y sembrada destinada al consumo. Es importante recalcar que el análisis se lleva a cabo a nivel de parcela y no de productor.

Lo que se busca establecer es la relación entre las variaciones climáticas y la seguridad alimentaria. Para ello, se ha revisado literatura que establece vínculos entre el clima y la agricultura, y entre esta última y la alimentación de los hogares. Para el fin de este estudio, se cuentan con variables climáticas a ser analizadas a través de un modelo econométrico: la temperatura y la precipitación. Asimismo, se incluirán variables identificadas como relevantes por la literatura: composición y tamaño del hogar, cantidad de cultivos, experiencia y superficie de la parcela. De manera adicional, también se controlará el modelo por características individuales como el sexo, edad y educación del productor.

Si bien existen diversas fuentes de datos que brindan la información requerida se ha optado utilizar la ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria), ya que contiene información sobre producción agraria. Esta base de datos es representativa a nivel nacional y departamental. Sin embargo, no brinda información acerca del nivel socioeconómico del hogar productor, ni de la cantidad de calorías consumidas en el hogar.

De manera adicional, se usará información climatológica proveniente del *Terrestrial Air Temperature and Precipitation: 1900-2017 Gridded Monthly Time Series (Matsuura y Willmott 2018)*. Esta base contiene información sobre la temperatura y precipitación promedio mensual a nivel mundial a un detalle de 0.5 x 0.5 grados. Esta información se utiliza con el objetivo de estimar el efecto de las variables climáticas sobre el rendimiento de los cultivos seleccionados.

4. Modelo empírico

A lo largo de la revisión de literatura se encontraron diversos enfoques por los cuales estimar el impacto del cambio climático sobre la agricultura, pero la mayoría menciona que utiliza variables climáticas tales como la precipitación y temperatura para aproximarse a los efectos climáticos. Asimismo, varios estudios cuentan con bases de datos de periodos largos en el tiempo lo que les permite medir de manera más exacta el cambio climático, o bases de datos sobre características del suelo.

En Perú existen pocas fuentes de información de periodos largos y pocas con información agrícola.⁷ Dentro de este contexto, entra la Encuesta Nacional Agropecuaria que recoge información sobre pequeños y medianos productores, pero esta encuesta recién se empezó a aplicar en el año 2014. Por ello, este trabajo se optó por seguir la metodología de Saldarriaga (2016), ya que se centra en la variabilidad climática, lo que permite enfocarnos en periodos de tiempo más cortos. Este autor utiliza información recogida durante 6 años, lo que le permite mayor precisión en los estimadores. En el presente trabajo solamente se emplea información recogida durante 3 años, lo que afecta, en comparación al trabajo citado, la precisión en los estimadores. Si bien existe diferencias en la cantidad de años utilizados, la ventaja de utilizar la ENA es que esta encuesta tiene como objetivo recoger información sobre productores pequeños y medianos; mientras que la base que utiliza Saldarriaga (ENAHO), recoge información sobre la población en general y solo el 40% de los encuestados dependen de actividades agrícolas. Esta diferencia permite que este trabajo de investigación tenga una mayor muestra transversal y detalle sobre la población objetivo.

Saldarriaga (2016) estima dos ecuaciones para analizar el efecto de la variabilidad en la temperatura sobre la productividad agrícola. Él estima el efecto de la variabilidad en la temperatura, como efecto del calentamiento global, sobre la productividad agrícola y los precios de los productos agrícolas. Para ello, genera dos tipos de indicadores: el primero es continuo e identifica la cantidad de desviaciones estándar respecto del promedio histórico; mientras que el segundo indicador es del tipo discreto y junta en grupos que indican la cantidad

⁷ El Censo agropecuario, la Encuesta Nacional de Hogares y la Encuesta Nacional Agropecuaria.

de desviaciones estándar respecto al promedio. Para este trabajo utilizaremos ambas ecuaciones, tanto para el cultivo de papa como para el cultivo de maíz amiláceo. Primero se estimarán los modelos para toda la muestra utilizando una variable *dummy* que indique si destina el 50% de la producción o más al autoconsumo o no, así como variables control a nivel de distrito y año. Luego se estimará el mismo modelo, pero solo para aquellos productores que destinen el 50% de la producción o más al autoconsumo para analizar cómo cambian los efectos.⁸ Siguiendo a Saldarriaga (2016), el modelo a estimar será de la siguiente forma:

$$rendi_{ha_{ci}} = \beta_0 + \beta_1 D_{ci} + \beta_2 M_i + \beta_3 X_i + \varepsilon_{ci} \dots (1)$$

$$rendi_{ha_{ci}} = \alpha_0 + \alpha_1 I_{ci} + \alpha_2 M_i + \alpha_3 X_i + \mu_{ci} \dots (2)$$

Donde:

β/α : son los coeficientes a estimar

D/I : son las variables que indican la variabilidad climática. La primera es la forma continua; mientras que la segunda es la forma discreta.

M : Es un vector de características de la unidad agropecuaria

X : Es un vector de características del productor y la familia del productor de la unidad agropecuaria

ε/μ : son los errores que capturan los efectos no observables u omitidos

c/i : son subíndices, el primero indica el cultivo (papa o maíz amiláceo); mientras que el segundo indica la unidad agropecuaria.

La forma discreta que agrupa la variabilidad de la temperatura respecto a la desviación estándar permite explorar efectos no lineales de la variable sobre el rendimiento. Esto es congruente con lo expuesto por otros autores. Durante la revisión de literatura se encontró que en varios estudios se incorporaba la variable climática (en este caso temperatura y precipitación) y su cuadrática para capturar el efecto no lineal de ésta (Kurukulasuriya et al. 2006; Fleischer et al,

⁸ Es importante mencionar que el corte de 50% de la producción destinada al autoconsumo se ha establecido de manera arbitraria para poder explorar el efecto en aquellos productores con características más orientadas a la subsistencia y/o hogar. Si bien diversos autores han creado tipologías que permitan identificar correctamente a los tipos de agricultores dentro de la agricultura familiar (subsistencia y de transición), para fines de este trabajo se optó por una identificación más amplia.

2008). En Mendelsohn et al. (1994) y Mora et al (2010) se menciona que la no linealidad de las variables climáticas significa que un aumento en ellas puede tener efectos tanto positivos como negativos y que existe un punto óptimo de mejora a partir del cual el cultivo deja de rendir eficientemente.

Si bien utilizar una muestra de 3 años permite aproximarse a efectos climáticos en el corto plazo, esto significa una limitación al momento de expandir los resultados y hablar de cambio climático, ya que solamente se está tomando información de un corte transversal y no permite ver los cambios que puedan estar introduciendo los mismos productores al notar cambios en su producción (adaptarse). Asimismo, a diferencia de Saldarriaga (2016) que utiliza un pool de datos de 2004 a 2017, la muestra utilizada en este trabajo es bastante menor

4.1 Datos

Para esta investigación se utilizará la Encuesta Nacional Agraria de los años 2015, 2016 y 2017: un pool de los 3 años. Esta encuesta recoge información de pequeños y medianos agricultores en los 24 departamentos del Perú; además tiene representatividad a nivel nacional y departamental. El marco muestral que guía esta encuesta es el proporcionado por el marco maestro de unidades agropecuarias con información del IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO).

Si bien la literatura menciona una gran cantidad de variables que influyen en la decisión y producción agraria, no todas están presentes en la ENA, como es el caso del nivel socioeconómico, y el tipo y calidad de la tierra. Es importante mencionar, que las observaciones se harán a nivel de parcela y no de Unidad Agropecuaria (UA), para así poder analizar los efectos a nivel de cultivo. Asimismo, al trabajar a este nivel permite capturar mayor variabilidad de la variable endógena que viene a ser el rendimiento del cultivo. Esto es debido a que las parcelas se pueden distribuir en distintas altitudes, distinto nivel de acceso a riego o tecnología. Adicionalmente, se incluyen variables obtenidas del Observatorio de la universidad de Delaware para el periodo 1900 – 2017, tanto para la precipitación como para la temperatura.

Variable dependiente

- Rendimiento: variable continua que indica el rendimiento del cultivo. Se calcula a partir de la división de la cantidad producida y de la superficie.

Variables individuales

- Sexo: variable dicotómica que indica si el productor es mujer y 0 en otro caso.
- Edad: variable continua que indica los años del productor.
- Educación: variable dicotómica que indica si el productor termino la secundaria y 0 en otro caso.
- Lengua materna: variable dicotómica que indica si el productor hable una lengua indígena y 0 en otro caso.

Variables familiares

- Miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela: variable discreta que indica el número de miembros mujeres en el hogar que trabajan las parcelas.
- Edad promedio en el hogar: variable continua que indica el promedio en años de los miembros del hogar en su conjunto.

Variables relacionadas a la actividad agraria y a la unidad agraria

- Superficie: variable continua que indica la superficie total en hectáreas que trabaja el productor.
- Propiedad: variable dicotómica que indica si el productor es propietario de la superficie y 0 en caso contrario.
- Riego: variable dicotómica que indica si el productor posee riego (distinto a seco) y 0 en otro caso.
- Crédito: variable dicotómica que indica si el productor consiguió crédito y 0 en otro caso.
- Asociación: variable dicotómica que indica si el productor pertenece a alguna asociación o comité de productores y 0 en otro caso.
- Regantes: variable dicotómica que indica si el productor forma parte de una junta de regantes y 0 en otro caso.
- Experiencia: variable continua que indica los años que el productor tiene trabajando en el sector agropecuario.

- Distancia: variable discreta que indica el rango de tiempo que demora en llegar a la capital de distrito.
- Cantidad de cultivos: variable discreta que indica el número de cultivos que posee la unidad agropecuaria en todas sus parcelas.
- Destino a autoconsumo: variable dicotómica que indica si destina el 50% o más al autoconsumo y 0 en otro caso.
- Capacitación: variable dicotómica que indica si ha recibido capacitación en los últimos 12 meses y 0 en otro caso.
- Asistencia técnica: variable dicotómica que indica si ha recibido asistencia técnica en los últimos 12 meses y 0 en otro caso.

Variables climáticas

- Precipitación promedio por trimestre: variable continua que indica el nivel de precipitación a nivel provincial
- Temperatura promedio por trimestre: variable continua que indica el nivel de temperatura a nivel provincial
- Variabilidad de temperatura 1: variable continua que indica la cantidad de desviaciones estándar de la temperatura respecto al promedio histórico.
- Variabilidad de temperatura 2: variable discreta que indica la cantidad de desviaciones estándar de la temperatura respecto al promedio histórico.

Efectos fijos

- Efecto fijo por año: variable dicotómica que indica el año en el que se recogieron los datos (2015, 2016 o 2017).
- Efecto fijo por distrito: Variable dicotómica que indica el distrito en el que se encuentra la unidad agropecuaria.

Otros controles

- Buenas prácticas agrarias: variables dicotómicas que indican que buena práctica se realiza en la parcela. La ENA recoge información sobre 12 buenas prácticas agrarias, que incluyen manejo de suelo, manejo y uso de agua, uso de pesticidas, entre otros.

5. Hechos estilizados

En esta sección se presentarán los descriptivos de las variables a utilizar en el análisis. Es importante resaltar que se está empleando un pool de 3 años con el objetivo de mejorar el poder estadístico de la encuesta. La distribución de parcelas según región natural es heterogénea y se observa en la Tabla 2 que el 68.2% de las parcelas se encuentra en la región sierra. Asimismo, resalta el hecho de que la sierra es el lugar en el que más se destina la producción al consumo (52.4%) y en el que menos se destina a la venta (23.4%).

Tabla 2: Distribución de parcelas y características según región natural

	Costa (N=54 226)	Sierra (N=177 450)	Selva (N=67 283)	Total (N=298 959)
Cantidad de productores (%)	11.02	68.16	20.81	100
Destino de la producción				
Porcentaje destinado a la venta	59.68	24.18	50.60	33.59
Porcentaje destinado al autoconsumo	34.53	52.43	37.82	47.28
Porcentaje destinado a otros usos	5.79	23.38	11.58	19.13

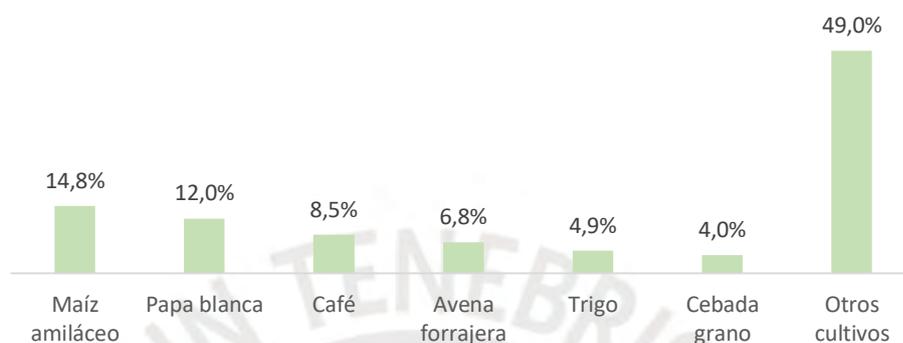
Fuente: Pool ENA 2015-2017

Elaboración: Propia

El Perú en general y la sierra en particular son lugares en los que existe gran heterogeneidad, por lo que analizar todos los cultivos existentes escapa a los objetivos de este trabajo. Por tal motivo se han priorizado los cultivos con mayor superficie en la sierra y con mayor cantidad de producción que se destine para el autoconsumo. Es importante mencionar que para este estudio se ha limitado el análisis para todas aquellas parcelas que pertenezcan a la región sierra.⁹ En el siguiente gráfico se aprecia que la papa blanca y el maíz amiláceo representan poco más del 26 % de la superficie sembrada en la región sierra. Como la ENA no brinda información sobre la superficie destinada a venta o a autoconsumo, esta información se consigue a partir de la cantidad producida.

⁹ Para esto se utilizó la variable región natural, disponible en la ENA que indica si la parcela pertenece a la costa, sierra o selva.

Figura 2: Distribución de cultivos de la sierra según cantidad de superficie cultivada



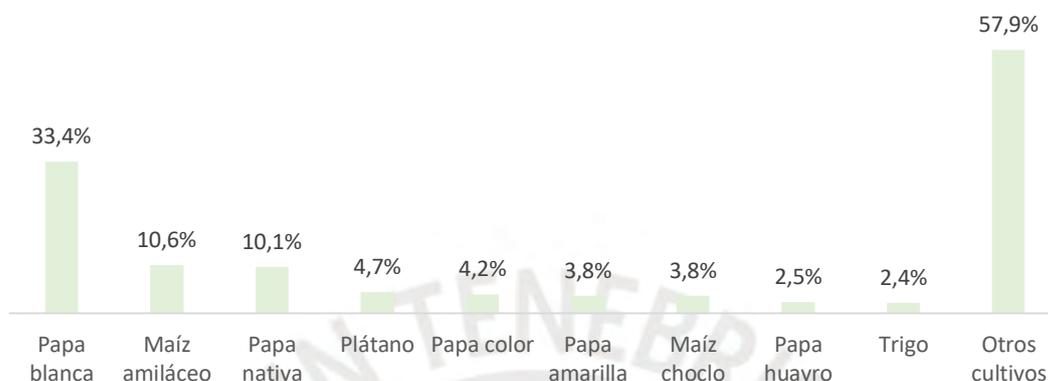
Fuente: ENA (2015-2017)

Elaboración: Propia

El primer gráfico indica que los cultivos a ser analizados podrían ser el maíz amiláceo y la papa blanca, ya que son los que mayor superficie concentran. En cuanto a la cantidad producida para el consumo, en el gráfico 2 se observa que el cultivo con más kg producido es la papa blanca (33.4%), seguido por el maíz amiláceo (10.6%) y luego la papa nativa (10.1%). Estos tres cultivos representan aproximadamente el 54% de la cantidad producida para el autoconsumo. Asimismo, se aprecia que las otras variedades de papa también se encuentran entre los más cultivados. Dado los resultados observados en los gráficos se optó por escoger los cultivos de papa y de maíz amiláceo,¹⁰ ya que son de los cultivos con mayor destino al autoconsumo y son los que concentran a la mayor cantidad de productores y superficie de la sierra. Por ello se analizará el efecto de las variables climáticas sobre el rendimiento de estos cultivos específicamente.

¹⁰ Para esto, se optó por agrupar todas las variedades de papa.

Figura 3: Distribución de cultivos de la sierra en la cantidad total producida destinada al consumo



Fuente: ENA (2015-2017)

Elaboración: Propia

Como se mencionó previamente. En este trabajo nos centraremos en la región sierra, como se observa en la tabla 2, esta región contiene al 69.1% de los productores agropecuarios. Además, es la región que mayor porcentaje de la producción destina al autoconsumo (52.4%). La muestra que se trabajará es aquella que resulta de quedarse con aquellas unidades agropecuarias de la sierra, que cultivan cualquier variedad de papa¹¹ y maíz amiláceo.

Tabla 3: Características del productor y de su familia para la región sierra a nivel de parcela

	Total (N=61 741)		Papa (N=33 589)		Maíz amiláceo (N=28 152)	
	Valor	Error estándar	Valor	Error estándar	Valor	Error estándar
Productoras mujeres (%)	30.28	0.22	28.97	0.29	31.92	0.33
Edad del productor (años)	52.82	0.07	51.68	0.09	54.24	0.11
Edad promedio del hogar (años)	40.18	0.09	39.13	0.12	41.48	0.13
Lengua materna del productor indígena (%)	65.72	0.24	68.18	0.31	62.65	0.37
Nivel educativo (secundaria completa o más) (%)	18.38	0.18	19.48	0.25	17.02	0.26

¹¹ En esta categoría entran la papa blanca, la papa nativa, la papa color, la papa amarilla, la papa huayro y la papa amarga

El productor realiza actividad adicional a la actividad agraria (%)	51.42	0.24	52.32	0.32	50.29	0.36
El productor es propietario de la parcela (%)	97.01	0.08	96.96	0.11	97.09	0.13
Total de miembros en el hogar (promedio)	3.81	0.01	3.84	0.01	3.77	0.01
Total de miembros en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	2.30	0.01	2.32	0.01	2.27	0.01
Total de miembros mujeres en el hogar (promedio)	1.92	0.01	1.93	0.01	1.91	0.01
Total de miembros hombres en el hogar (promedio)	1.89	0.01	1.91	0.01	1.87	0.01
Total de miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	1.35	0.01	1.37	0.01	1.33	0.01
Total de miembros hombres en el hogar que trabaja la parcela (promedio)	0.95	0.01	0.95	0.01	0.94	0.01

Fuente: Pool ENA 2015-2017

Elaboración: Propia

Dado que en este trabajo nos centraremos en la región sierra, es importante describir las variables relevantes a usar para esta región. En la tabla 3 se observa que la gran mayoría de parcelas pertenecen a productores hombres (aproximadamente 70%), además la edad promedio de los productores que conducen parcelas en la sierra es cerca de 53 años; mientras que la edad promedio por hogar es de 40 años. La literatura revisada indica que la edad es un factor importante, así como la experiencia al momento de enfrentar y adaptarse al cambio climático o variaciones climáticas. Por otro lado, el 65.7% de las parcelas es conducida por productores que tienen como lengua materna un idioma distinto al castellano. En cuanto al nivel educativo, menos del 20% de las parcelas es conducida por productores que hayan culminado la educación básica regular (es decir, secundaria completa). En el mismo cuadro también se describen las variables de interés para las parcelas, según tipo de cultivo: papa y maíz amiláceo. Se aprecia que en general se encuentran más parcelas dedicadas al primer cultivo, que al segundo. Además, la edad promedio es mayor para los productores que dirigen parcelas de maíz que la de los productores de papa, así como la cantidad de miembros del hogar. Asimismo, resalta también que las parcelas destinadas al cultivo de papa son manejadas por productores con lengua materna distinta al castellano.

En la literatura sobre el sector agrario se menciona constantemente la importancia de la mano de obra, y en la agricultura familiar la mayoría de esta suele ser de miembros del hogar. Por ello es importante analizar la cantidad de miembros en el hogar y la cantidad de estos que trabajar en la parcela. Se observa, que, en promedio, el 60% de las parcelas son trabajadas por los miembros del hogar. Al momento de analizar estas variables por género, resalta que en promedio hay igual cantidad de hombres y mujeres en el hogar; sin embargo, la proporción de aquellos que trabajan la parcela difiere, siendo las mujeres quienes más trabajan en el sector agropecuario. Estos resultados son similares al analizar las variables por cultivo. Esto puede deberse a que una cantidad cada vez mayor se dedica a actividades no agropecuarias como fuentes alternativas de ingreso. Ponce (2018) encuentra que ante cambios en el clima los productores podrían migrar hacia otras actividades que no dependan tanto del clima.

Tabla 4: Características de la UA para la región sierra a nivel de parcela

	Total (N=61 741)		Papa (N=33 589)		Maíz amiláceo (N=28 152)	
	Valor	Error estándar	Valor	Error estándar	Valor	Error estándar
La unidad agropecuaria posee riego (%)	30.84	0.21	23.94	0.26	39.40	0.34
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	3.63	0.09	3.95	0.12	3.22	0.12
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	33.62	0.22	27.10	0.28	41.71	0.35
El productor obtuvo crédito (%)	8.86	0.13	9.94	0.19	7.51	0.18
El productor cuenta con seguro agropecuario (%)	1.58	0.05	1.62	0.07	1.53	0.07
Distancia en horas a la capital de distrito (%)						
Menos de 1 hora	31.53	0.22	27.60	0.29	36.41	0.34
1 hora	33.06	0.23	34.63	0.31	31.12	0.33
2 horas	17.21	0.18	18.70	0.25	15.35	0.25
Entre 3 y 9 horas	17.33	0.18	18.21	0.25	16.23	0.27
De 10 horas a más de 24	0.88	0.05	0.86	0.07	0.90	0.08
Años trabajando en el sector agrario (%)						
12 años o menos	17.03	0.18	17.97	0.24	15.85	0.26
Entre 13 y 20 años	21.48	0.19	21.98	0.26	20.87	0.29
Entre 21 y 30 años	24.61	0.21	25.07	0.28	24.04	0.30
Entre 31 y 40 años	18.42	0.19	18.25	0.25	18.62	0.28
41 años a más	18.46	0.19	16.72	0.24	20.63	0.29

Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	3.76	0.01	3.66	0.01	3.90	0.02
Porcentaje de Unidades agropecuarias que destinan el 50% o más de su producción al autoconsumo	53.37	0.24	48.90	0.32	58.92	0.35
Superficie promedio en hectáreas	0.15	0.00	0.15	0.00	0.15	0.00
Rendimiento (kg/ha)	-	-	9161.13	31.21	1188.94	5.19
En los últimos 3 años ha recibido capacitación (%)	9.84	0.14	10.33	0.19	9.24	0.19
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica (%)	3.23	0.08	3.60	0.11	2.77	0.11

Fuente: Pool ENA 2015-2017

Elaboración: Propia

En la tabla 4 se observa que cerca del 30.8% de las parcelas cuentan con riego y que un porcentaje similar de los productores pertenece a una junta de regantes. Al momento de analizar estas variables por cultivo, se aprecia que menor cantidad de productores de papa posee riego (23.9%) y está asociado a alguna junta de regantes (27.1%); mientras que para el caso del maíz el porcentaje es mayor para ambos casos (39.4% y 41.7%, respectivamente). Ponce, Arnillas y Escobal (2015) mencionan la importancia de una infraestructura que permita manejar el agua y riego para poder enfrentar el cambio climático. Sin embargo, estas diferencias también pueden estar relacionadas al requerimiento hídrico de cada cultivo. Adicionalmente, este estudio también resalta la importancia de redes; no obstante, se aprecia que poco más del 3% de los productores pertenece a una asociación de productores.

Por otro lado, la literatura revisada indica que la conexión a mercados es importante al momento de decidir qué cultivar y que actividad priorizar, con el fin de obtener mejores beneficios. En la tabla 4, se aprecia que cerca del 64.5% de los productores vive a 1 hora o menos de la capital de su distrito y que menos del 1% vive a 10 horas o más. Esto indica que en términos muy generales existe una conectividad media entre los productores y el mercado, el resultado es similar al momento de analizar por cultivo, siendo los productores de maíz quienes, en promedio, están más cerca de la capital.

En cuanto a los años trabajando en este sector (o la experiencia de los productores) se observa que cerca del 83% tiene 13 años o más trabajando en la agricultura. Esto indica un nivel de experiencia en el sector regular, además

aproximadamente el 62% tiene más de 20 años dedicándose a actividades agrícolas o pecuarias, la distribución para los productores de papa y maíz es bastante similar al total. El nivel de experiencia o conocimiento de la actividad a la que uno se dedica es importante, ya que permite responder de mejor manera a cambios imprevistos, este es el caso de cambios en el clima. Maletta (2009) menciona que la agricultura es una actividad que consiste en cultivar plantas compatibles con las condiciones climáticas y que, si estas cambian, los patrones de cultivo y crianza también lo harán debido a los agricultores adaptan sus actividades a las condiciones actuales, según su saber y entender. Si bien los años trabajando en un sector determinan la experiencia, la capacitación y asistencia técnica también brindan conocimientos específicos sobre ciertos temas y contribuyen a ganar *expertis*, la tabla 4 brinda información de la cantidad de productores que ha recibido capacitación y asistencia: en promedio 9.8% y 3.2% de han recibido capacitación y asistencia técnica, respectivamente. Estas cifras son similares para los productores de papa y maíz. No obstante, se observa una diferencia menor para los productores de maíz.

Tabla 5: Prácticas agrícolas realizadas por el productor para

	Total (N=61 741)		Papa (N=33 589)		Maíz amiláceo (N=28 152)	
	%	Error estándar	%	Error estándar	%	Error estándar
Realizar análisis de suelo	0.90	0.04	1.11	0.07	0.64	0.05
Mezclar la tierra con materia orgánica	78.80	0.19	80.84	0.25	76.27	0.30
Rotar los cultivos para proteger el suelo	76.54	0.20	81.53	0.25	70.36	0.33
Construir terrazas, zanjas de infiltración o rehabilitación de andenes	8.62	0.12	8.73	0.17	8.49	0.18
Arar o voltear la tierra	97.95	0.06	98.05	0.08	97.84	0.10
Desterronar o desmenuzar la tierra	91.32	0.14	92.78	0.18	89.50	0.23
Nivelar el campo o terreno	39.68	0.23	41.55	0.32	37.34	0.34
Realizar surcos en contorno a la pendiente del terreno	34.01	0.23	33.27	0.30	34.92	0.35
Regar con la cantidad de agua que necesita el cultivo	9.25	0.13	8.19	0.17	10.57	0.21
Regar los cultivos con la frecuencia requerida	15.67	0.16	13.83	0.21	17.95	0.26
Medir la cantidad de agua que ingresa a su parcela	3.51	0.08	3.53	0.10	3.47	0.12
Realizar el mantenimiento de su sistema de riego	36.02	0.22	30.49	0.28	42.88	0.35
Usar abonos	89.01	0.16	93.00	0.17	84.05	0.27
Usar fertilizantes	54.39	0.24	57.69	0.32	50.30	0.36
Usar plaguicidas	56.56	0.24	66.15	0.31	44.65	0.36

Aplicar control biológico	0.17	0.02	0.15	0.02	0.20	0.03
Aplicar manejo integrado de plagas	9.15	0.13	9.17	0.17	9.13	0.19

Fuente: Pool ENA 2015-2017

Elaboración: Propia

Finalmente, en la tabla 5 se observa la información sobre las prácticas agrarias que realizan los productores a fin de tener una mejor producción. De este cuadro resalta que las prácticas más recurrentes son aquellas que involucran trabajar la tierra directamente; mezclarla con materia orgánica (78.8%), rotar cultivos para proteger el suelo (76.5%), Arar la tierra (97.9%), desterronar o desmenuzar la tierra (91.3%) y usar abono (89.0%). Por otro lado, es interesante observar que algunas de las prácticas que suponen mayor conocimiento específico o están relacionadas al uso y manejo de agua, son las menos frecuentes entre los productores: control biológico (0.17%), medir la cantidad de agua que ingresa a la parcela (3.51%), realizar análisis de suelo (0.90%), manejo de plagas (9.15%), construir terrazas (8.62%) y regar con la cantidad de agua que necesita el cultivo (9.25%). En cuanto a cada cultivo, se aprecian ciertas diferencias en las prácticas, pero son similares al total de la muestra.

6. Análisis multivariado

En esta sección se analizarán los resultados del modelo multivariado para los cultivos de papa y maíz amiláceo. Se empezará por presentar los principales resultados para la muestra general y luego se analizará el modelo solo para aquellos productores que destinen el 50% o más de su producción al autoconsumo. Las tablas de resultados se encuentran en el anexo. En estas se puede encontrar todas las variables utilizadas para el análisis, así como el análisis realizado para la muestra total y para la muestra específica (aquellos que destinar el 50% o más al autoconsumo).

6.1 Resultados del cultivo de papa

En la tabla A2 se aprecian los resultados para el cultivo de papa. Hay dos ideas de modelos principales: el primero que incluye solamente la variabilidad de la temperatura de manera continua y el otro que incorpora una medición de la variabilidad de manera discreta (este último se presenta en 4 modelos, incorporando en cada uno una medida discreta). En este primer análisis, se observa que la variable que indica la anomalía de manera continua tiene un efecto positivo y significativo al 0.1% sobre el rendimiento de la papa. Esto significa que un aumento de una desviación estándar encima del promedio histórico beneficia al rendimiento de este cultivo en 322.5 kg por hectárea, en promedio. Asimismo, se observa que la precipitación tiene un efecto adverso hacia el rendimiento de la papa significativo al 0.1%, ya que, si bien este cultivo requiere de riego, un exceso de este genera enfermedades al tubérculo.

Dentro de las características sociodemográficas del productor y su familia, el sexo y la lengua materna tienen efectos importantes sobre el rendimiento del cultivo de la papa. El ser una productora mujer y hablar una lengua materna distinta al castellano tiene consecuencias negativas en el rendimiento del cultivo, pues reduce en 289.5 kg por hectárea y 844.2 kg por hectárea en promedio el rendimiento del cultivo. Estos resultados son significativos al 0.1%.

En cuanto a las variables más contextuales de la parcela y el productor agrario se aprecia que el poseer riego y haber obtenido crédito afectan fuertemente de manera positiva el rendimiento del cultivo, siendo los efectos significativos al 0.1 %. Por otro lado, el ser una unidad agropecuaria que destina el 50% o más de su producción al autoconsumo está asociado con un rendimiento promedio menor en 1841.0 kg, efecto significativo al 0.1%. Es importante reconocer que la literatura ha mostrado en general que la mayoría de los productores de subsistencia o con poca orientación al mercado suelen tener menor rendimiento que los demás. Estos resultados en general se reproducen en los demás modelos cuando se incorpora la variabilidad de la temperatura de forma discreta. Por otro lado, se observa que existe una relación negativa entre la cantidad de cultivos que produce la UA (diversificación de cultivos) con el rendimiento de la papa.

Al momento de incorporar las variables discretas, que permiten medir temperaturas inusuales y posibles efectos no lineales, se observa que el encontrarse más lejos del promedio histórico tiene un efecto negativo en el rendimiento; es decir que las temperaturas extremas afectan en mayor medida el cultivo de papa, siendo los efectos significativos al 0.1%. Es importante mencionar que la papa es uno de los cultivos que mayor resiliencia posee y puede lograr cultivarse desde zonas cálidas hasta en zonas altas y áridas. En este caso se observa que las temperaturas más extremas por debajo de la temperatura promedio histórica son las que perjudican más el rendimiento de la papa; mientras que temperaturas cercanas al promedio o encima de este beneficiarían al cultivo. El resto de variables tiene un comportamiento similar a lo previamente mencionado.

Ahora bien, estos resultados corresponden al total de la muestra de unidades agropecuarias que tienen como cultivo la papa; sin embargo, algunos de estos efectos cambian cuando nos enfocamos únicamente en aquellos productores que poseen características de estar más orientado hacia el autoconsumo. En la tabla 6 se aprecian las principales variables que afectan el rendimiento de estos productores. En términos generales, las variables que indican la variabilidad climática se comportan de manera similar a lo analizado con el total de la muestra: temperaturas similares al promedio histórico o superior a este benefician el rendimiento del cultivo.

Por otro lado, algunos resultados sí cambian. En particular, el nivel educativo del productor pasa a ser estadísticamente significativo y afectar de manera positiva el rendimiento del cultivo de la papa. La lengua materna indígena sigue siendo importante y negativa sobre el rendimiento, con una significancia del 0.1 %. La superficie total que posee el productor afecta de manera positiva y significativa (al 0.1%) el rendimiento de la papa. Otras variables que se mantienen similares son el crédito, el poseer riego y pertenecer a una asociación de regantes, siendo las últimas significativas al 0.1%, mientras que el crédito es significativa al 1%. Finalmente, resalta que en ningún cultivo la experiencia en el sector agropecuario sea relevante. Esto puede deberse a que, en el rendimiento, sobre todo en productores pequeños, las herramientas, mano de obra y acceso al agua jueguen un rol más importante que los conocimientos. Estos resultados se pueden apreciar en el Anexo 3.

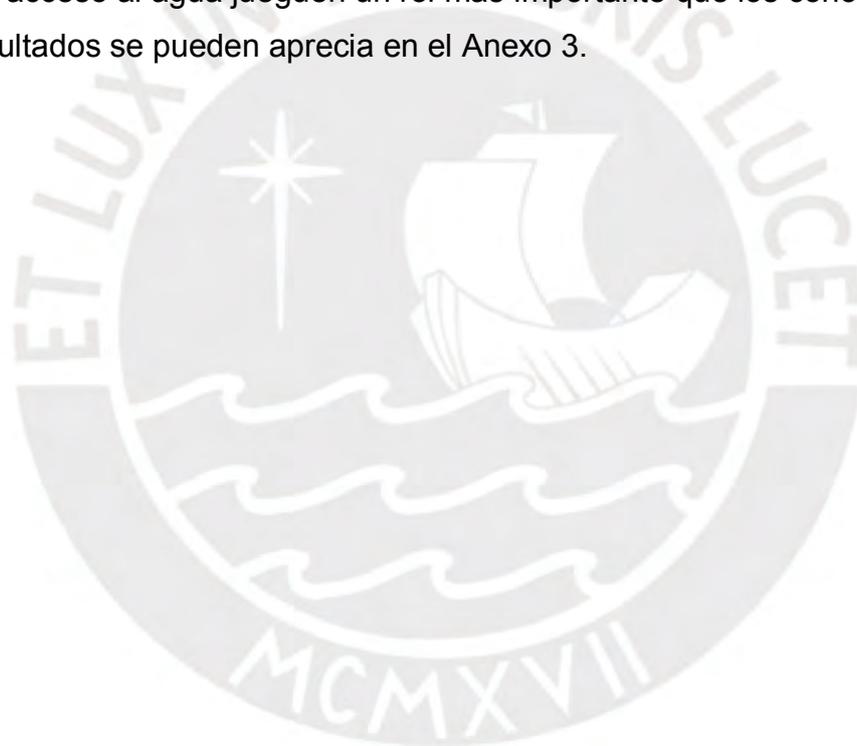


Tabla 6: Resultados para el modelo de papa solo para productores que destinen más del 50 % de su producción al autoconsumo

	Modelo 1 Modelo con anomalía continua	Modelo 2 Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo 3 Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo 4 Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo 5 Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo 6 Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Anomalía en temperatura promedio (número de desviaciones estándar)	-42.04*** (4.51)					
Temperatura para promedio para los meses de mayo - julio	-19.93*** (1.23)	-22.55*** (1.28)	-14.68*** (1.11)	-15.78*** (1.13)	-15.81*** (1.11)	-14.22*** (1.10)
Precipitación para promedio para los meses de mayo - julio	18.55*** (1.10)	19.28*** (1.09)	17.66*** (1.08)	17.30*** (1.08)	18.73*** (1.09)	17.69*** (1.08)
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico		237.55*** (18.25)				
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico			20.38 (15.32)			
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico				-88.82*** (11.33)		
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico					-96.24*** (13.40)	
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						9.19 (14.72)
Lengua materna del productor (indígena)	39.30** (12.59)	26.52* (12.57)	50.08*** (12.52)	43.68*** (12.57)	53.06*** (12.60)	50.09*** (12.59)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	88.62*** (18.11)	86.54*** (18.07)	87.25*** (18.07)	84.03*** (18.02)	90.07*** (18.05)	87.04*** (18.07)
La unidad agropecuaria posee riego	50.92*** (4.99)	51.35*** (4.91)	53.10*** (4.95)	51.94*** (4.94)	51.57*** (4.97)	50.07*** (5.07)
El productor es propietario de la parcela	24.99*** (3.99)	24.73*** (4.00)	25.52*** (3.99)	23.38*** (3.96)	24.71*** (3.98)	24.47*** (3.97)

	Modelo 1 Modelo con anomalía continua	Modelo 2 Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo 3 Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo 4 Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo 5 Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo 6 Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Lengua materna del productor (indígena)	52.65*** (4.74)	52.89*** (4.66)	54.59*** (4.80)	58.32*** (4.73)	52.86*** (4.74)	53.77*** (4.72)
Superficie promedio en hectáreas	0.05*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.05*** (0.01)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	156.69*** (45.37)	151.01*** (45.36)	161.64*** (44.79)	160.84*** (44.66)	159.33*** (44.71)	161.45*** (44.73)
La unidad agropecuaria posee riego	115.91*** (13.90)	123.23*** (13.80)	119.57*** (13.93)	120.15*** (13.87)	122.79*** (13.85)	120.96*** (14.00)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	50.81*** (14.86)	51.23*** (14.75)	52.34*** (14.94)	54.05*** (14.93)	52.95*** (14.82)	52.45*** (14.92)
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica	-140.51** (43.52)	-140.07** (43.67)	-145.31*** (43.39)	-145.57*** (43.40)	-142.89** (43.43)	-145.67*** (43.41)
Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	-29.47*** (2.32)	-28.96*** (2.33)	-29.39*** (2.33)	-29.03*** (2.32)	-28.26*** (2.34)	-29.38*** (2.31)

***p<0.001*, ** p<0.01, p<0.05

Errores estándar entre paréntesis

6.2 Resultados del cultivo de maíz amiláceo

En cuanto al cultivo de maíz amiláceo, algunos resultados son distintos a lo encontrado para los productores de papa, los resultados se aprecian en la tabla A 5. Primero, el efecto de la variabilidad de la temperatura medida de forma continua tiene un efecto negativo y significativo al 0.1%. Asimismo, la precipitación presenta un efecto positivo y significativo también al 0.1%; esto puede deberse a que el maíz amiláceo es un cultivo con alto requerimiento hídrico, por lo que el hecho de que aumente la precipitación estaría asociado con una mejora en el rendimiento de este. En cuanto a la medida discreta de la temperatura se observa que en casi todos los casos tiene un efecto negativo y significativo, salvo para el caso más extremo debajo de la temperatura promedio histórico que presenta un efecto positivo bastante grande.

En cuanto a variables sociodemográficas, se observa que la lengua materna tiene un efecto significativo (al 1% con la variable continua y 1% con las variables discretas) y positivo sobre el rendimiento del cultivo, lo que significa que tener una lengua indígena está asociado a un mayor rendimiento del maíz amiláceo. Caso similar ocurre con el nivel educativo (significativo al 0.1%) que afecta de manera positiva el rendimiento. La cantidad de mujeres que trabajan la parcela presenta un efecto negativo y significativo al 1%. Otra variable que resalta acá es la edad del productor (significativo al 1%), ya que se observa cada año adicional significa un rendimiento mayor por hectárea, aunque probablemente esta variable pueda presentar un efecto no lineal.

Como se mencionó, el maíz es un cultivo con fuertes requerimientos hídricos, por lo que poseer riego influye de manera positiva y significativa al 0.1%, ya que esto significa un aumento de 154 kg por hectáreas. Efecto similar, pero un poco menor, se observa al pertenecer a una junta de regantes, pero también significativa al 0.1%. Se observa que existe una relación negativa con tener una orientación hacia el autoconsumo. La literatura menciona que los productores, sobre todo los más pequeños son adversos al riesgo y que una de las maneras de hacerle frente a la incertidumbre es diversificando sus cultivos; sin embargo, para el caso del maíz el tener mayor cantidad de cultivos reduce el rendimiento.

Ahora bien, cuando analizamos solo al grupo de productores que destina el 50% o más de su producción al autoconsumo se observa que la precipitación sigue teniendo un efecto positivo y significativo. Asimismo, el efecto de la temperatura es similar a la muestra general para el cultivo del maíz amiláceo. En general varias de las variables relevantes mantienen su efecto y su signo. Sin embargo, en este modelo y para este grupo, la superficie cosechada pasa a ser significativa para el rendimiento del cultivo, pues por cada hectárea adicional que se tenga el rendimiento se reduce (resultado significativo 0.1%). Esto puede estar relacionado con cambios en el cultivo o al manejo del suelo que se le dé.

Es importante recalcar la importancia de redes y grupos de soporte para poder afrontar el cambio climático y a la variabilidad climática, por ello se entiende que el pertenecer a juntas (significancia al 1%) o comités (significancia al 5%) tenga un efecto positivo. A diferencia del cultivo de papa, se aprecia que algunas variables relacionadas a la experiencia sí son significativas para este cultivo. Un tema importante a mencionar es que en estos análisis se incorporaron variables que indicaran buenas prácticas agrarias, entre las cuales se encontraban buen manejo y uso de agua, trabajo y cuidado de la tierra, así como minimizar degradación. Estas variables se incorporaron con el fin de capturar algunas prácticas que puedan estar ayudando a los productores a hacer frente a los cambios en el clima, tanto a corto plazo como a largo plazo.

Tabla 7: Resultados para el modelo de maíz amiláceo solo para productores que destinen más del 50 % de su producción al autoconsumo

	Modelo 1 Modelo con anomalía continua	Modelo 2 Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo 3 Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo 4 Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo 5 Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo 6 Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Anomalía en temperatura promedio (número de desviaciones estándar)	-42.04*** (4.51)					
Temperatura para promedio para los meses de mayo - julio	-19.93*** (1.23)	-22.55*** (1.28)	-14.68*** (1.11)	-15.78*** (1.13)	-15.81*** (1.11)	-14.22*** (1.10)
Precipitación para promedio para los meses de mayo - julio	18.55*** (1.10)	19.28*** (1.09)	17.66*** (1.08)	17.30*** (1.08)	18.73*** (1.09)	17.69*** (1.08)
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico		237.55*** (18.25)				
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico			20.38 (15.32)			
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico				-88.82*** (11.33)		
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico					-96.24*** (13.40)	
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						9.19 (14.72)
Lengua materna del productor (indígena)	39.30** (12.59)	26.52* (12.57)	50.08*** (12.52)	43.68*** (12.57)	53.06*** (12.60)	50.09*** (12.59)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	88.62*** (18.11)	86.54*** (18.07)	87.25*** (18.07)	84.03*** (18.02)	90.07*** (18.05)	87.04*** (18.07)
La unidad agropecuaria posee riego	154.60*** (11.83)	165.64*** (11.72)	164.53*** (11.86)	158.19*** (11.81)	160.79*** (11.89)	157.97*** (11.94)
El productor es propietario de la parcela	24.99***	24.73***	25.52***	23.38***	24.71***	24.47***

	Modelo 1 Modelo con anomalía continua	Modelo 2 Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo 3 Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo 4 Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo 5 Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo 6 Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
	(3.99)	(4.00)	(3.99)	(3.96)	(3.98)	(3.97)
Lengua materna del productor (indígena)	52.65*** (4.74)	52.89*** (4.66)	54.59*** (4.80)	58.32*** (4.73)	52.86*** (4.74)	53.77*** (4.72)
Superficie promedio en hectáreas	0.05*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.04*** (0.01)	0.05*** (0.01)	0.05*** (0.01)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	156.69*** (45.37)	151.01*** (45.36)	161.64*** (44.79)	160.84*** (44.66)	159.33*** (44.71)	161.45*** (44.73)
La unidad agropecuaria posee riego	115.91*** (13.90)	123.23*** (13.80)	119.57*** (13.93)	120.15*** (13.87)	122.79*** (13.85)	120.96*** (14.00)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	50.81*** (14.86)	51.23*** (14.75)	52.34*** (14.94)	54.05*** (14.93)	52.95*** (14.82)	52.45*** (14.92)
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica	-140.51** (43.52)	-140.07** (43.67)	-145.31*** (43.39)	-145.57*** (43.40)	-142.89** (43.43)	-145.67*** (43.41)
Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	-29.47*** (2.32)	-28.96*** (2.33)	-29.39*** (2.33)	-29.03*** (2.32)	-28.26*** (2.34)	-29.38*** (2.31)

***p<0.001*, ** p<0.01, p<0.05

Errores estándar entre paréntesis

Con el fin de poder observar y comparar los resultados en más de un grupo, se presentan en el anexo, los resultados para aquellos productores que destinan menos del 50% al autoconsumo, es decir, que podrían tener una orientación más hacia el mercado u otros fines. Para este análisis adicional se utilizan las mismas variables explicativas, solo que ahora se realiza en otro grupo.

Para el caso del cultivo de papa (anexo A 4), se observa que algunas variables cambian en magnitud si es que el enfoque del productor y su familia no es hacia el autoconsumo. Por ejemplo, los rendimientos extremos, más bajos, presentan un efecto negativo sobre el rendimiento. Esto indica que antes una temperatura menor alejada del promedio histórico la reducción en el rendimiento equivaldría a más de 1000 kg por hectárea, efecto significativo al 0.1%. Caso similar ocurre con el sexo del productor y la lengua materna, en el primero significaría una reducción de aproximadamente 500 kg por hectárea (significancia al 0.1%) y en el segundo de más de 1300 kg por hectárea (significancia al 0.1%). Otra variable que resulta ser muy importante para este caso de productores es el haber obtenido crédito, ya que esto podría traducirse en un aumento de 1700 kg por hectárea (significancia al 0.1%). Finalmente, para este cultivo, se observa que el tener más de 30 años en el sector representaría un problema para mantener un rendimiento alto, ya que se encuentra un efecto negativo y significativo (significancia al 1%).

Por otro lado, en cuando al cultivo de maíz amiláceo (anexo A 7), se observa que la mayoría de las variables climáticas discretas deja de ser significativa para el rendimiento de este cultivo, con excepción de las desviación extremas hacia temperaturas menores que el promedio histórico, que son significativas al 0.1%. Asimismo, se observa que la lengua materna tiene un efecto similar al que ocurre en productores con orientación al autoconsumo, igual que el nivel educativo (efectos significativos al 1%). En cuanto al poseer riego, se observa un efecto positivo y significativo, al 0.1%, sobre el rendimiento. Similar caso ocurre con el pertenecer a una junta de regantes que es significativo al 0.1%. En general los efectos de las variables sobre el rendimiento del maíz amiláceo en productores que no tienen como prioridad el autoconsumo es menor al que se observa con el cultivo de la papa.

Estos resultados nos indican, que productores con un enfoque más orientado al mercado no tienen que lidiar de la misma manera con la variabilidad climática o con el ambiente, sino más con características propias de ellos y lo que significa estas como barreras para entrar a una dinámica de mercado. En cambio, se aprecia que los productores que destinan la mayor cantidad de su producción al autoconsumo presentan efectos más grandes a partir de las variabilidades en la temperatura y precipitación promedio.



7. Conclusiones y recomendaciones

El principal objetivo de este estudio es mostrar cómo afecta la variabilidad climática al sector agrario. Sobre todo, en aquellos productores que dependen de este sector para su subsistencia y desarrollo económico. En los resultados se encontró que existe un efecto mixto respecto a las variaciones en la temperatura, pero sobre todo que mientras más alejado se esté del promedio histórico; es decir, temperaturas muy altas o muy bajas, el efecto en el rendimiento será negativo. Este tipo de resultados se obtuvieron tanto para el cultivo de papa como para el de maíz. Sin embargo, la importancia de la precipitación difiere para cada cultivo y para cada subgrupo. Esto puede deberse a las diferencias en el acceso al agua entre cada tipo de productor. Mientras que para los productores de papa se obtiene que la precipitación es importante, se observa también que estos son los que en su mayoría no poseen riego en su parcela y por ello dependen más de las lluvias para cultivar.

En los resultados se puede observar que la brecha en el idioma sigue siendo un determinante importante en el sector agrario, sobre todo al momento de tener una visión distinta que la de proveerse a sí mismo y a su familia de comida a partir de su misma producción. Esto indica que aún hay brechas importantes por cerrar. Por otro lado, el acceso al riego, y la existencia de redes (ya sea pertenecer a un comité de regantes o junta de productores) resulta tener un efecto positivo y significativo para el cultivo del maíz amiláceo,¹² por lo que sería importante enfocar políticas a la consolidación de estos grupos o la difusión de la importancia de contar con estas redes.

Los resultados en general indican que los productores de maíz y papa no son iguales aún si ambos son productores que viven en la región sierra y que si bien comparten algunas características sus necesidades son diferentes. Por ello es necesario ahondar más en las dinámicas productivas y alimentarias de los productores pequeños que destinan la mayor cantidad de su producción al autoconsumo, ya que son ellos quienes se verán más afectados ante los cambios en el clima. Para ello también es importante centrarse en prácticas adaptativas

¹² Esto puede estar asociado a la cosecha de este cultivo, pues requiere de una cantidad de fuerza y trabajo físico que implica.

y específicas para cada cultivo, tomar en cuenta sus fortalezas y debilidades para poder orientar al productor a una buena toma de decisiones sobre sus cultivos.

Un tema importante en el contexto de esta investigación es conocer cómo se enfrentan los agricultores a los cambios en el clima, como incorporan las experiencias en su saber y cómo pueden acceder a herramientas necesarias para hacerle frente a los cambios de temperatura y con ello, en el largo plazo, al cambio climático. La ENA, así como el censo no recogen información sobre adaptación y conocimiento del cambio climático y variabilidad climática y siendo el sector agrario un sector altamente dependiente del clima, esta información se vuelve necesaria para poder ahondar más en esta problemática. Este tema es importante, ya que los productores lidian constantemente con la variabilidad climática y pueden estar desarrollando técnicas o costumbres en la siembra y cosecha para contrarrestar estos efectos. Asimismo, este tipo de estudios puede ser complementado con un trabajo de campo de corte cualitativo para conocer mejor los procesos de decisión y adaptación que tienen los productores.

El conocer este tipo de resultados permite pensar en políticas orientadas a proteger la actividad agrícola y la seguridad alimentaria de los que dependen directamente de esta actividad, ya que esto puede contribuir a disminuir los efectos en el corto y mediano plazo. Si bien algunas de las recomendaciones son aplicables a otras regiones, es importantes resaltar que este estudio se ha enfocado en la región sierra y que los resultados corresponden a este contexto específico. Por ello y dada la heterogeneidad peruana es necesario ampliar el análisis a las demás regiones, sobre todo a la selva, ya que las temperaturas y precipitaciones suelen ser altas y los productores suelen estar más dispersos en el territorio.

Además, debido las limitaciones de este trabajo se ha dejado de lado una evaluación más profunda de la precipitación y tampoco se ha realizado una exploración de los resultados en los escenarios futuro establecidos por el IPCC a fin de conocer cómo afectaría el cambio climático en el largo plazo al sector agrario.

En este contexto, es importante menciona la Política Nacional Agraria impulsada por el MINAGRI. Los lineamientos de esta política fueron aprobados por medio de la Resolución Magisterial N° 0709-2014-MINAGRI y fue aprobada

por Decreto Supremo N° 002-2016-MINAGRI. Esta política busca ser un marco orientador de la toma de decisiones tanto públicas como privadas (MINAGRI, 2016). Así, tiene como objetivo lograr el incremento sostenido de los ingresos y medios de vida de los productores y busca priorizar la agricultura familiar. Por ello, dado los resultados encontrados en este trabajo, es de vital importancia que esta política se lleve a cabo y pueda dotar de herramientas y recursos a los productores para que hagan frente al cambio climático, a la variabilidad climática y a los desastres naturales ocasionados por esto.



8. Bibliografía

ARA PARVIN, G., & Reazul Ahsan, S. M. (2013). Impacts of climate change on food security of rural poor women in Bangladesh. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 24(6), 802-814.

Banco Mundial. (2017). Tomando impulso en la agricultura peruana: oportunidades para aumentar la productividad y mejorar la competitividad del sector. *Washington DC: Banco Mundial*.

BROWN, M.E., J.M. Antle, P. Backlund, E.R. Carr, W.E. Easterling, M.K. Walsh, C. Ammann, ..., C. Tebaldi. (2015). *Climate Change, Global Food Security, and the U.S. Food System*. (USDA Technical Bulletin 1935). Washington, DC: USDA.

Comisión Multisectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional (2013). *Estrategia Nacional de seguridad alimentaria y nutricional 2013-2020*. Lima. Disponible en: https://extranet.who.int/nutrition/gina/sites/default/files/PER%202013%20-%20ENSAN_Estrategia-Nacional-Seguridad-Alime.pdf

CASTILLO, R., Montero, R., Amador, J., & Durán, A. M. (2018). Cambios futuros de precipitación y temperatura sobre América Central y el Caribe utilizando proyecciones climáticas de reducción de escala estadística. *REVISTA DE CLIMATOLOGÍA*, 18.

DA CUNHA, D. A., Coelho, A. B., & Féres, J. G. (2015). Irrigation as an adaptive strategy to climate change: an economic perspective on Brazilian agriculture. *Environment and Development Economics*, 20(01), 57-79.

DERESSA, T. T. (2007). Measuring the economic impact of climate change on Ethiopian agriculture: Ricardian approach.

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.

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.

FAO. (2014). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2014. La innovación en la agricultura familiar*. Roma (disponible también en www.fao.org/3/a-i4040s.pdf).

FAO (2016). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (orientaciones de política)*. Santiago, Chile.

FAO (2018). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (gestión del riego de desastres)*. Santiago, Chile.

FIGALLO, M. y Espinoza, M. (2012). Seguridad alimentaria y shocks negativos en el Perú rural. En: ASENSIO, Raúl H., ed., EGUREN, Fernando, ed. y Manuel RUÍZ. *Dinámicas territoriales rurales; seguridad alimentaria; desafíos ambientales*. Lima: SEPIA. p. 329-361.

- FIGUEROA, A. (1981). La economía campesina en la Sierra del Perú. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- FIGUEROA, A. (1996). Pequeña Agricultura y Agroindustria en el Perú. Publicación de la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL).
- FUND, P. O. (2011). Diagnóstico de la Agricultura en el Perú. Lima, Perú: LIBELULA, comunicación, ambiente y desarrollo.
- GACITÚA, E., Sojo, C., Davis, S. H., & Banque mondiale. (2001). Exclusión social y reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe. Washington, DC.
- GORST, A., Groom, B., & Dehlavi, A. (2015). Crop productivity and adaptation to climate change in Pakistan. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working paper, (189). Disponible en: <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/04/Working-Paper-189-Gorst-et-al.pdf>
- GUTIÉRREZ, R. (2008). Papas nativas desafiando al cambio climático: propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático en Cusco y Ancash (Vol. 6). Soluciones Prácticas.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2014). Características socioeconómicas del productor agropecuario en el Perú. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- KARBASI, A., & Sayyadi, C. (2016). Effects of Climate Change on Food Expenditures of Rural Households in Iran.
- KURUKULASURIYA, P., Mendelsohn, R., Hassan, R., Benhin, J., Deressa, T., Diop, M., ... & Mahamadou, A. (2006). Will African agriculture survive climate change? *The World Bank Economic Review*, 20(3), 367-388.
- MATSUURA, K and C. J. Willmott (2018) Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Monthly and Annual Time Series (1950 - 2017), http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/Global2017/README.GlobalTsP2017.html
- MALETTA, H. (2009). El pan del futuro: cambio climático, agricultura y alimentación en América Latina. *Debates en Sociología*, (34).
- MANO, R., & Nhemachena, C. (2007). Assessment of the economic impacts of climate change on agriculture in Zimbabwe: A Ricardian approach. *World Bank Policy Research Working Paper Series*, Vol.
- MENDELSON, R., Nordhaus, W. D., & Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. *The American economic review*, 753-771.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2016). Política Nacional Agraria. Lima: MINAGRI.
- MORA, J., Ramírez, D., Ordaz, J. L., Acosta, A., & Serna, B. (2010). Guatemala: efectos del cambio climático sobre la agricultura (No. P01-277).
- MORALES, G. M. (2012). Crisis alimentaria y desafíos de la seguridad alimentaria en Centroamérica. *Economía y Sociedad*, 15(37-38), 73-80.

NELSON, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., ... & Magalhaes, M. (2009). Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. IFPRI.

ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Rio de Janeiro, Brasil: CMNUCC-Naciones Unidas.

ORDAZ, J. L., Mora, J., Acosta, A., Serna Hidalgo, B., & Ramírez, D. (2010). El Salvador: Efectos del cambio climático sobre la agricultura.

PACHAURI, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & Dubash, N. K. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). IPCC.

PERRY, S. (2013). Agricultura familiar y seguridad alimentaria en los países andinos. Grupo Diálogo Rural, Conocimiento y Cambio en Pobreza Rural y Desarrollo.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). (2013) "La alimentación frente al cambio climático" En: Informe de Desarrollo Humano Perú 2013. Cambio climático y territorio: Desafíos y respuestas para un futuro sostenible. Lima: PNUD. Disponible en: <http://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/library/poverty/Informesobre desarrollohumano2013/IDHPeru2013/>

PONCE, C., Arnillas, C. A., & Escobal, J. (2015). Cambio climático, uso de riego y estrategias de diversificación de cultivos en la sierra peruana. En: Escobal, Javier, Ricardo Fort y Eduardo Zegarra (2015). Agricultura peruana: nuevas miradas desde el censo agropecuario. Lima. pp. 171-223. GRADE

PONCE, C. (2018). Adaptation to climate change in the tropical mountains? Effects of intraseasonal climate variability on crop diversification strategies in the Peruvian Andes. Lima: GRADE.

SALDARRIAGA, V. (2016). Efectos de la variabilidad de la temperatura en la productividad y en los precios de los productos agrícolas: evidencia en Perú. Inter-American Development Bank.

SEAMAN, J. A., Sawdon, G. E., Acidri, J., & Petty, C. (2014). The Household Economy Approach. Managing the impact of climate change on poverty and food security in developing countries. Climate risk management, 4, 59-68.

SEO, S. N. N., Mendelsohn, R., & Munasinghe, M. (2005). Climate change and agriculture in Sri Lanka: a Ricardian valuation. Environment and Development Economics, 10(05), 581-596. Disponible en: <http://nersp.nerdc.ufl.edu/~vecy/LitSurvey/Seo.05.pdf>

SCHEJTMAN, A. (2008). Alcances sobre la agricultura familiar en América Latina. Documento de trabajo/Programa Dinámicas Territoriales Rurales. RIMISP-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural; no. 21.

SCHMIDHUBER, J., & Tubiello, F. N. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50), 19703-19708. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/104/50/19703.full>

SOTO BAQUERO, F., Rodríguez Fazzone, M., Falconi, C., & de Desarrollo, B. I. (2007). *Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*.

TRIVELLI, C., & Yancari, J. (2006). *Vulnerabilidad en los pequeños agricultores comerciales*. Trivelli, Carolina; Escobal, Javier y Bruno Revez: *Pequeña agricultura comercial: dinámicas y retos en el Perú*. Lima: IEP, CIES, GRADE, CIPCA.

ZIERVOGEL, G., & Ericksen, P. J. (2010). Adapting to climate change to sustain food security. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(4), 525-540.



9. Anexos

9.1 Indicador de desviación estándar

Siguiendo el estudio de Saldarriaga (2016), este indicador consiste en la diferencia del valor en el periodo de interés y el promedio histórico que se defina. Una vez realizado este cálculo, se procese a dividirlo por la desviación estándar del promedio histórico.

$$D_{mt} = \frac{1}{4} \left[\sum_{\tau=3}^{\tau} \frac{(temp_{m\tau} - temp_m)}{\sigma_m} \right]$$

Donde D_{mt} es el número de desviaciones estándar de la temperatura observada en la provincia m durante los 4 trimestres previos al periodo de cosecha del cultivo que se está trabajando con respecto al promedio histórico de cada municipalidad. Siguiendo a Saldarriaga (2016), toman 12 meses previos al periodo de cosecha para aproximar la temperatura promedio distrital durante el periodo de siembra en cada municipalidad. Sin embargo, a diferencia del trabajo original, para esta investigación se trabajó con promedios trimestrales, por lo que se tomaron los 3 trimestres anteriores al periodo de cosecha.

Los otros indicadores utilizados también se obtienen siguiendo el trabajo de Saldarriaga (2016), estos son similares al anterior, en el sentido que se forman a partir de la desviación estándar. No obstante, estos indicadores son discretos e indican el rango en el cual se encuentra la diferencia con el promedio histórico, en el caso de este trabajo, a nivel de provincia. La forma que obtienen se rige por los siguientes criterios: $<-1.5\sigma$; $[-1.5\sigma, -0.5\sigma]$; $[-0.5\sigma, 0.5\sigma]$; $[0.5\sigma, 1.5\sigma]$; 1.5σ . Estos indicadores de variabilidad de la temperatura permitirán analizar si los eventos de frío inusual tienen el mismo efecto en la producción agrícola que los eventos de calor inusual dentro de una misma zona geográfica. Asimismo, estos indicadores permiten explorar la existencia de efectos no lineales de la variabilidad de la temperatura en la productividad agrícola.

9.2 Interpolación Kriging

Las variables climáticas que se utilizaron contienen información mensual de la precipitación y de la temperatura para el periodo 1950 – 2017 y el formato con el que se descargaron era un formato de texto, por lo que representaban puntos dispersos. Para trabajar esta información se empleó el software Arcgis y dada la naturaleza de los datos se utilizó un método de interpolación para completar la información, para el presente trabajo se escogió el método kriging para las grillas de 0.5 x 0.5.

La interpolación permite predecir valores a zonas que no cuentan con información a partir de datos dispersos. Existen diversos métodos de interpolación y el método kriging forma parte de una familia de métodos geoestadísticos que permite incluir la autocorrelación, por lo que la predicción proporciona mayor precisión. Este método supone que la distancia o la dirección entre los puntos reflejan una correlación espacial. A diferencia de otros métodos este método implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representados por los valores x antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.¹³ La fórmula general es:

$$\hat{Z}(S_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_1)$$

Donde:

$Z(S_1)$ = el valor medido en la ubicación i

λ_i = es una ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación i

S_0 = la ubicación de la predicción

N = la cantidad de valores medidos

9.3 Descripción de las variables climáticas

En este anexo, se detallan los descriptivos para las variables climáticas utilizadas. En la figura A1 se observa la desviación estándar respecto al promedio histórico (1950-2017). Se aprecia que en promedio la

¹³ Para mayor información revisar: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm> y <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/kriging.htm>

temperatura ha ido aumento en los últimos años, pero que ha existido gran variabilidad. En cuanto a la figura A2 se observa las temperaturas mínimas promedio para el periodo 1950-2017. Resalta también que la tendencia de esta última también ha sido positiva. Finalmente, en cuanto a la temperatura máxima promedio para este periodo la tendencia también ha sido marcadamente positiva (figura A3).

Gráfico A 1: Anomalía en la temperatura respecto al promedio histórico

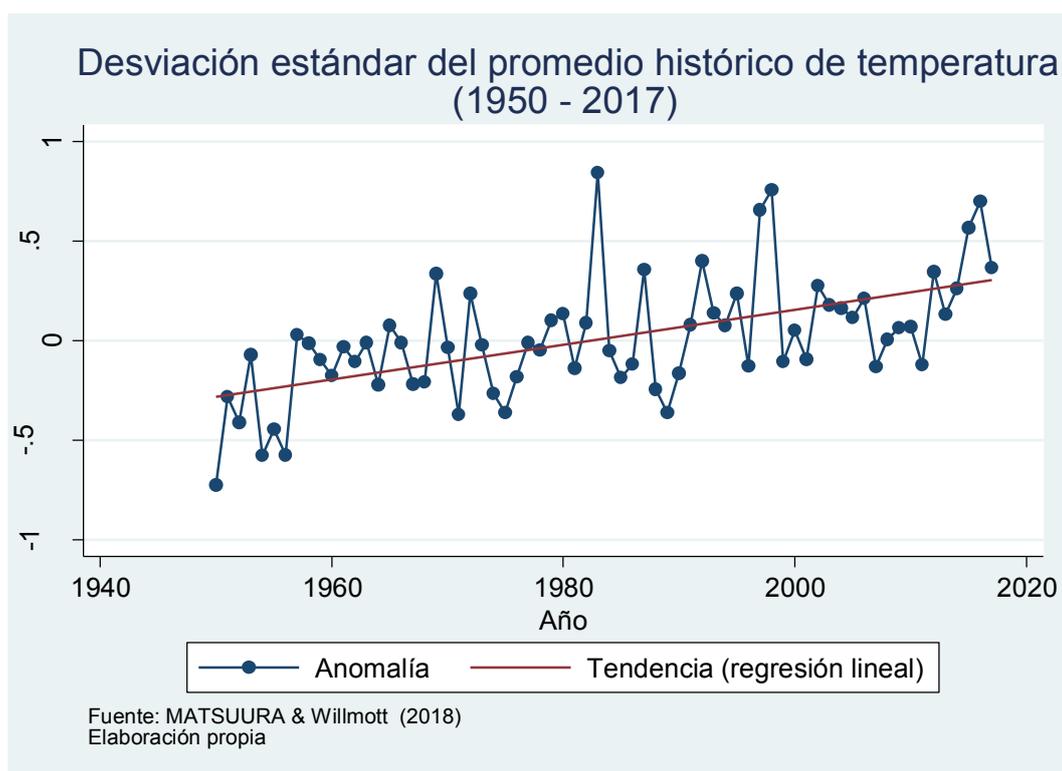


Gráfico A 2: Temperatura mínima promedio

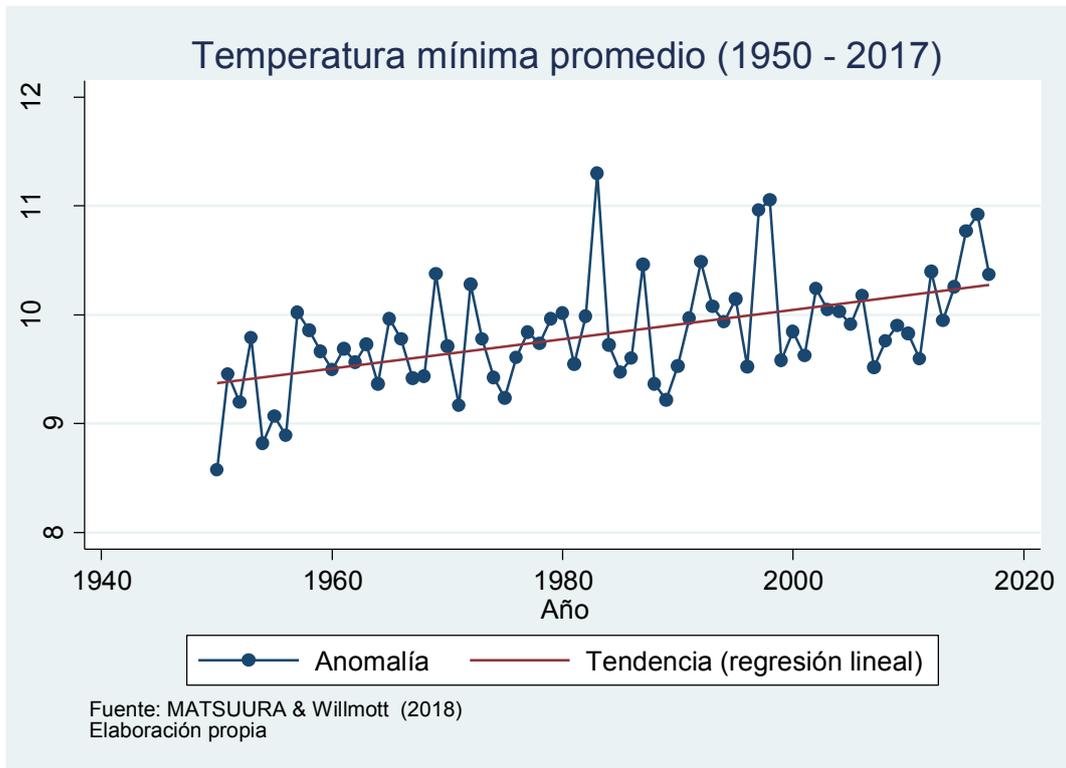
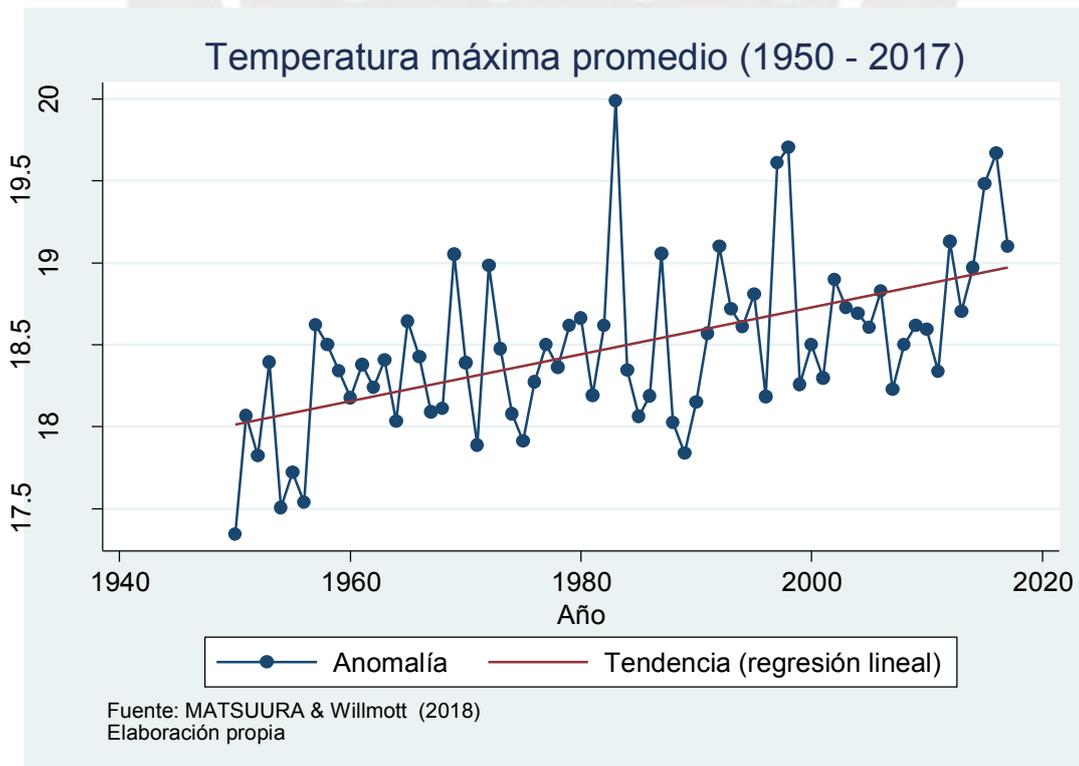


Gráfico A 3: Temperatura máxima promedio



En cuanto a la temperatura para el periodo estudiado en este trabajo, se observa una variación bastante marcada. En la figura A4 se aprecia que la variación en la temperatura respecto al promedio histórico, si bien ha tenido variación, no se puede determinar una tendencia específica. En cuanto a la figura A5 que muestra la temperatura mínima, se aprecia que tampoco hay una tendencia marcada y que se han alcanzado puntos mínimos a mediados del año 2014 y del año 2017. Finalmente, en la última figura (A6), la que se muestra la temperatura máxima, se observa los puntos más altos se encuentran en los años 2016 y 2017.

Gráfico A 4: Anomalía para el periodo 2014-2017

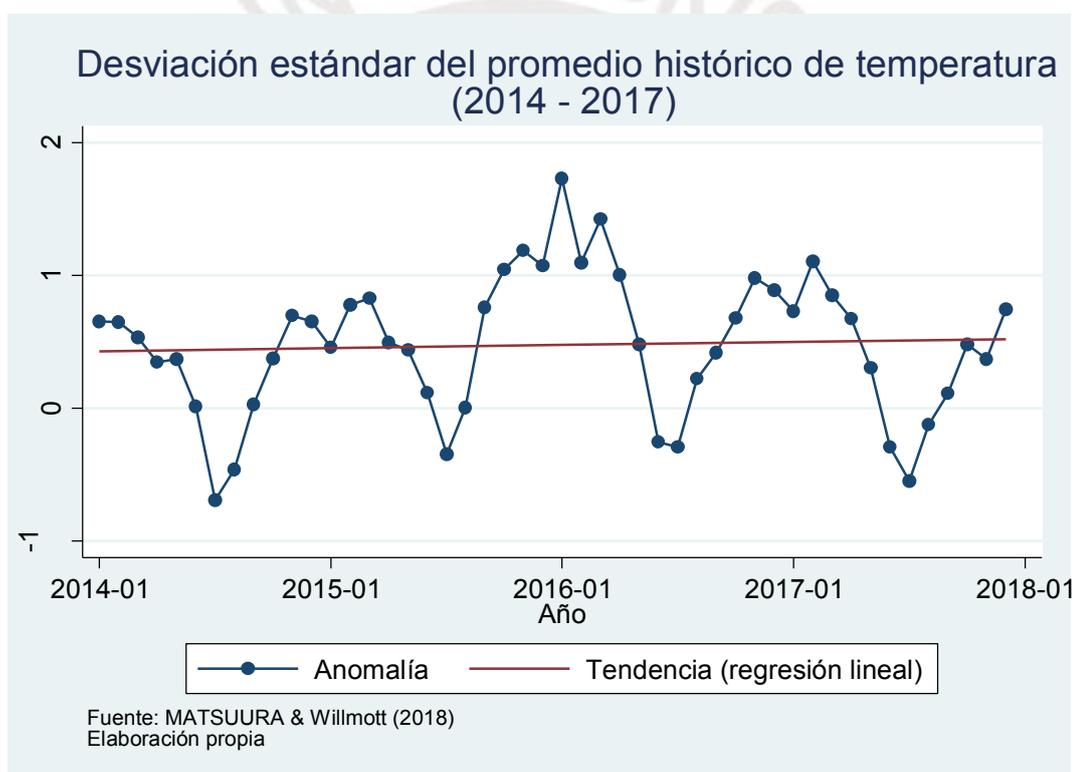


Figura A 5: Temperatura mínima promedio

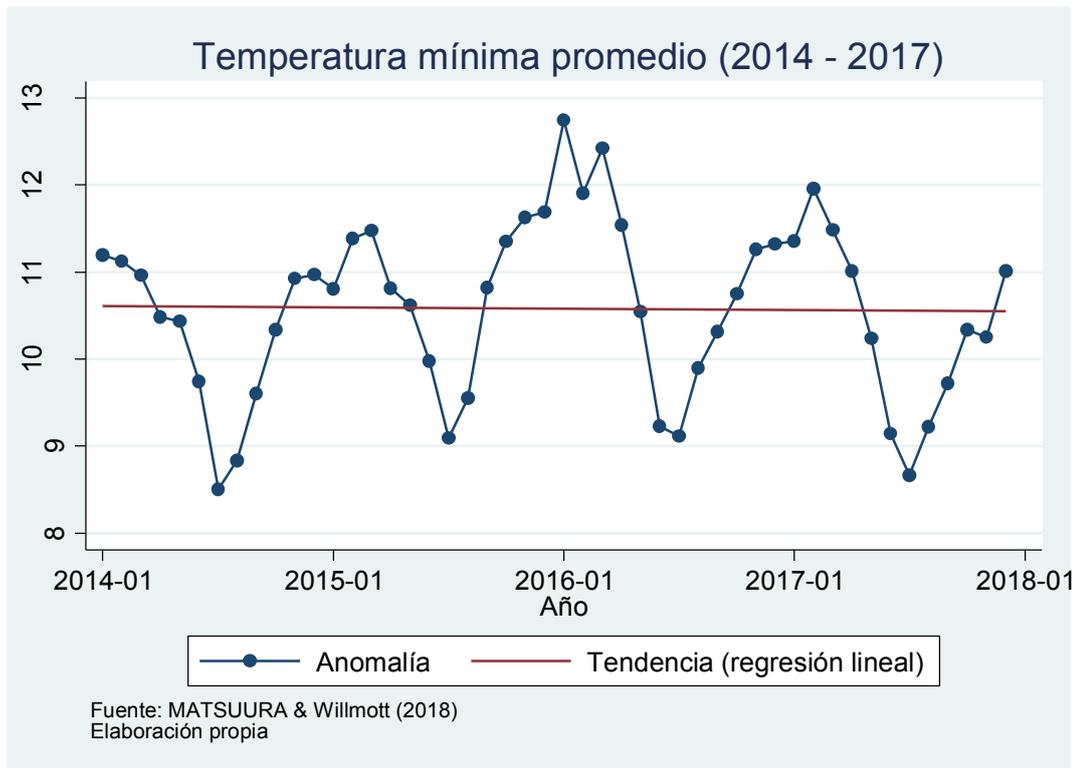
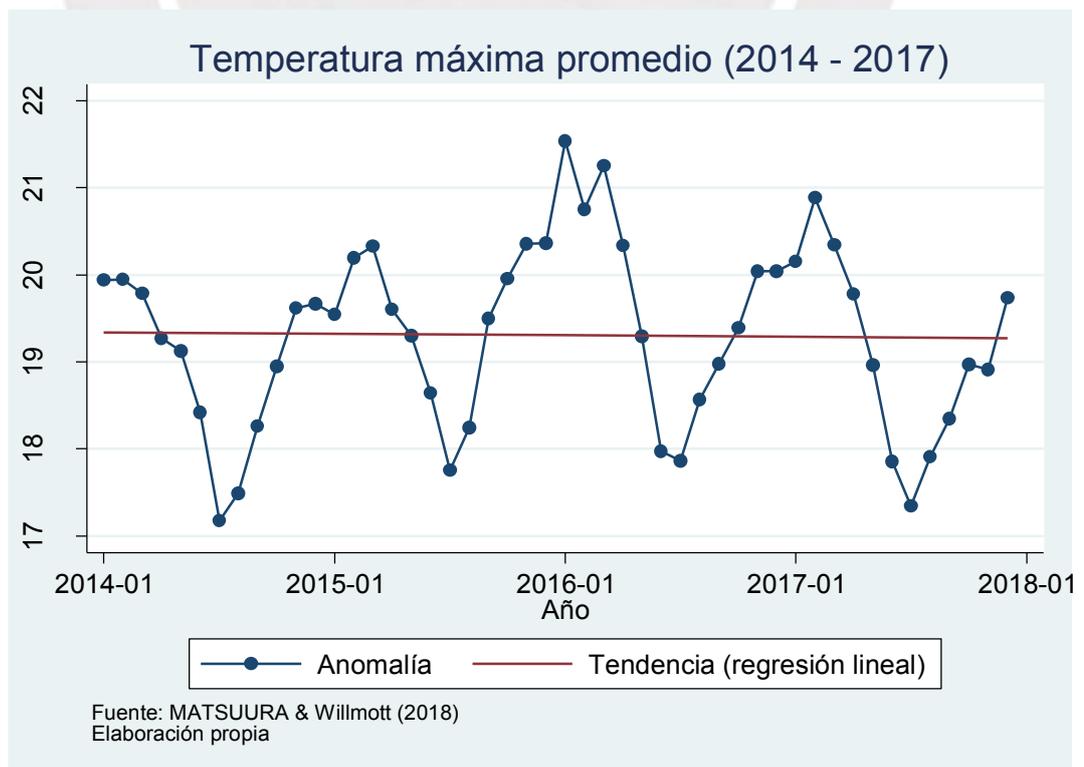


Figura A 6: Temperatura máxima promedio



En este trabajo también se empleará información sobre la precipitación; sin embargo, solo se usará como variable de control. Por ello a continuación se muestra la tabla A1 con descriptivos básicos.

Tabla A 1: Descriptivos básicos de la precipitación mensual acumulada para el periodo 2014-2017

	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Precipitación promedio (2014-2017)	17.70	11.77	1.54	59.12
Precipitación mínima promedio (2014-2017)	55.10	61.61	-0.25	555.28
Precipitación máxima promedio (2014-2017)	117.52	120.17	0.00	999.58

9.4 Descripción de los cultivos elegidos

9.4.1 Papa¹⁴

Este cultivo se escogió debido a que es uno de los que más superficie abarca y uno de los que más se cultiva por los productores de la sierra. Este cultivo si bien se puede producir durante todo el año, encuentra una marcada concentración durante los meses de abril y junio,¹⁵ pues en este periodo se cosecha más del 40% de la producción nacional que corresponde a la sierra y a los productores que producen bajo secano. Asimismo, es importante mencionar que durante el periodo de siembra y crecimiento es sensible al déficit hídrico; sin embargo, en el proceso de maduración es tolerante a la falta de agua. En cuanto a la temperatura, la papa podrá desarrollarse de manera óptima mientras que la temperatura no exceda los 28° como máximo y no disminuya a menos de 15°.

9.4.2 Maíz amiláceo¹⁶

El maíz amiláceo es un cultivo con altos requerimientos de agua, por lo que generalmente se siembra con el inicio de las lluvias. Los meses correspondientes a este periodo son de mayo a julio, para los productores que

¹⁴ <http://minagri.gob.pe/portal/informacion-agroclimatica/fichas-tecnicas-2018?download=13548:ficha-tecnica-cultivo-de-la-papa>

¹⁵ <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=calendario-de-siembras-y-cosechas/calendario-de-siembras-y-cosechas>

¹⁶ <http://minagri.gob.pe/portal/informacion-agroclimatica/fichas-tecnicas-2018?download=13549:ficha-tecnica-cultivo-de-maiz-amilaceo>

producen bajo secano. Durante el proceso de crecimiento, este cultivo es sensible al déficit hídrico, pero se vuelve tolerante una vez empieza a madurar. Además, si bien el maíz amiláceo no requiere temperaturas muy bajas, temperaturas mayores a los 30° perjudican su desarrollo. Finalmente, este cultivo tiene requerimientos hídricos mayores al del cultivo de la papa.



9.5 Tabla de resultados

Tabla A 2: Resultados para modelo para el cultivo de papa

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	Modelo con anomalía continua	Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Anomalía en temperatura promedio (número de desviaciones estándar)	322.54*** (20.47)					
Temperatura para promedio para los meses de mayo - julio	78.15*** (6.68)	66.96*** (6.65)	44.46*** (6.08)	42.23*** (6.10)	46.27*** (6.13)	54.27*** (6.28)
Precipitación para promedio para los meses de mayo - julio	-14.24*** (3.22)	-10.74*** (3.24)	-13.20*** (3.27)	-10.86*** (3.24)	-10.92*** (3.26)	-13.81*** (3.22)
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico		-958.21*** (78.16)				
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico			-949.55*** (84.29)			
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico				38.43 (85.60)		
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico					387.50*** (74.73)	
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						607.90*** (62.88)
Sexo del productor (mujer)	-289.59*** (67.04)	-275.35*** (67.16)	-302.61*** (67.20)	-296.24*** (67.26)	-302.10*** (67.17)	-297.75*** (67.18)
Edad del productor (años)	-7.39 (4.07)	-7.10 (4.09)	-6.87 (4.09)	-6.46 (4.10)	-6.68 (4.09)	-6.72 (4.08)
Lengua materna del productor (indígena)	-844.19***	-864.46***	-898.90***	-961.51***	-970.27***	-931.97***

	(73.72)	(73.48)	(73.36)	(73.40)	(72.98)	(73.50)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	64.94 (81.46)	91.57 (81.74)	67.76 (81.89)	84.23 (82.13)	78.58 (81.86)	71.22 (81.84)
Edad promedio del hogar (años)	-1.95 (2.85)	-1.71 (2.86)	-1.82 (2.86)	-1.55 (2.87)	-1.92 (2.86)	-1.44 (2.86)
Total de miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	-42.66 (34.05)	-41.50 (34.17)	-36.45 (34.31)	-41.67 (34.33)	-43.21 (34.26)	-44.04 (34.23)
Superficie promedio en hectáreas	381.84* (160.64)	383.31* (160.06)	411.07* (161.89)	393.82* (161.15)	425.22** (162.28)	368.31* (160.85)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	50.98 (150.37)	25.36 (150.78)	79.32 (151.52)	46.31 (151.85)	23.01 (151.21)	69.31 (151.49)
La unidad agropecuaria posee riego	746.28*** (86.95)	739.14*** (87.33)	736.77*** (87.44)	741.59*** (87.62)	731.77*** (87.46)	752.90*** (87.41)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	-80.49 (86.19)	-125.88 (86.58)	-33.51 (86.67)	-89.55 (86.65)	-95.75 (86.58)	-81.60 (86.32)
El productor obtuvo crédito (%)	1420.89*** (116.50)	1412.44*** (116.77)	1424.24*** (117.25)	1421.49*** (117.35)	1419.79*** (117.03)	1427.60*** (117.15)
El productor cuenta con seguro agropecuario (%)	-227.99 (183.60)	-267.48 (183.74)	-265.47 (184.22)	-270.70 (184.30)	-244.73 (184.34)	-244.44 (184.40)
El productor es propietario de la parcela	209.27 (169.99)	184.58 (169.58)	225.62 (169.64)	193.31 (169.30)	228.79 (169.55)	184.50 (169.27)
Distancia en horas a la capital de distrito (ref. Menos de 1 hora)						
1 hora	97.57 (74.36)	83.97 (74.43)	94.87 (74.66)	73.07 (74.62)	75.84 (74.44)	82.83 (74.52)
2 horas	68.32 (90.16)	42.52 (90.50)	67.40 (90.66)	44.53 (90.70)	50.86 (90.54)	60.21 (90.37)
Entre 3 y 9 horas	-543.44*** (88.11)	-585.74*** (88.25)	-578.85*** (88.32)	-611.21*** (88.50)	-604.04*** (88.35)	-579.63*** (88.37)
De 10 horas a más de 24	292.54	283.21	-76.57	-56.82	-21.95	52.24

	(311.65)	(313.82)	(320.55)	(321.66)	(322.02)	(317.58)
Experiencia en el sector agropecuario (ref. 12 años o menos)						
Entre 13 y 20 años	-82.37 (96.57)	-87.36 (97.02)	-101.47 (97.17)	-105.84 (97.34)	-96.63 (97.18)	-102.10 (96.95)
Entre 21 y 30 años	-212.46* (105.90)	-210.21* (106.23)	-246.86* (106.42)	-243.58* (106.60)	-233.68* (106.47)	-241.31* (106.28)
Entre 31 y 40 años	-300.22* (124.04)	-295.32* (124.39)	-334.97** (124.59)	-328.97** (124.76)	-312.15* (124.65)	-333.84** (124.35)
41 años a más	-410.34** (148.65)	-427.66** (149.04)	-464.65** (149.35)	-471.17** (149.54)	-453.06** (149.27)	-454.85** (149.07)
En los últimos 3 años ha recibido capacitación	-225.57* (102.52)	-240.80* (102.59)	-256.10* (103.19)	-250.20* (103.23)	-257.41* (103.09)	-231.51* (102.98)
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica	337.96* (168.01)	383.04* (169.03)	335.55* (169.81)	357.98* (170.03)	360.89* (169.90)	323.02 (168.80)
Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	-108.27*** (14.40)	-114.49*** (14.48)	-111.09*** (14.46)	-111.31*** (14.58)	-111.15*** (14.45)	-105.25*** (14.46)
Porcentaje de Unidades agropecuarias que destinan el 50% o más de su producción al autoconsumo	-1841.02*** (59.40)	-1829.89*** (59.49)	-1829.92*** (59.53)	-1814.90*** (59.55)	-1808.49*** (59.47)	-1832.45*** (59.47)
Constante	10094.69*** (368.64)	10400.37*** (366.68)	10735.95*** (366.18)	10694.28*** (367.07)	10424.29*** (367.86)	10553.26*** (366.42)
Efectos fijos por año	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Efectos fijos por distrito	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Se incorporó controles sobre buenas prácticas agrarias	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Observaciones	33,536	33,536	33,536	33,536	33,536	33,536
R cuadrado	0.215	0.212	0.210	0.208	0.209	0.210

***p<0.001*, ** p<0.01, p<0.05

Errores estándar entre paréntesis

Tabla A 3: Resultados para modelo para el cultivo de papa solo para a aquellos productores que destinan el 50% o más de su producción al autoconsumo

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	Modelo con anomalía continua	Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Anomalía en temperatura promedio (número de desviaciones estándar)	122.59*** (24.63)					
Temperatura para promedio para los meses de mayo - julio	49.15*** (8.52)	39.16*** (8.37)	34.27*** (7.58)	32.31*** (7.55)	34.65*** (7.65)	38.23*** (7.86)
Precipitación para promedio para los meses de mayo - julio	-4.77 (3.59)	-3.93 (3.58)	-5.64 (3.62)	-4.28 (3.58)	-4.01 (3.59)	-5.09 (3.61)
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico		-235.24* (95.98)				
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico			-589.99*** (107.73)			
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico				-52.19 (101.38)		
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico					199.12* (91.88)	
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						227.52** (73.64)
Sexo del productor (mujer)	-93.91	-91.06	-103.40	-98.28	-100.56	-95.71

	(77.99)	(78.04)	(77.92)	(78.08)	(78.09)	(78.05)
Edad del productor (años)	-6.61 (4.71)	-6.52 (4.73)	-6.26 (4.72)	-6.27 (4.72)	-6.48 (4.72)	-6.30 (4.72)
Lengua materna del productor (indígena)	-336.81*** (90.15)	-342.65*** (90.16)	-331.57*** (90.32)	-368.18*** (91.26)	-373.54*** (90.29)	-351.92*** (90.14)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	404.83*** (100.84)	416.96*** (101.04)	413.23*** (100.82)	417.87*** (101.09)	415.07*** (101.01)	412.47*** (100.89)
Edad promedio del hogar (años)	-3.79 (3.29)	-3.76 (3.29)	-3.83 (3.29)	-3.76 (3.29)	-3.80 (3.29)	-3.71 (3.29)
Total de miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	1.49 (40.10)	2.27 (40.17)	5.51 (40.19)	2.34 (40.20)	3.49 (40.19)	0.95 (40.13)
Superficie promedio en hectáreas	-9198.25*** (567.64)	-9248.17*** (568.72)	-9190.27*** (566.77)	-9264.37*** (569.37)	-9237.32*** (567.68)	-9244.24*** (569.77)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	88.41 (170.90)	69.73 (171.40)	89.01 (171.06)	65.62 (171.88)	56.15 (170.82)	84.53 (171.80)
La unidad agropecuaria posee riego	418.56*** (106.65)	400.19*** (106.84)	417.17*** (106.67)	400.27*** (106.79)	389.40*** (106.66)	418.22*** (106.90)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	342.76** (104.28)	347.40*** (104.42)	352.87*** (104.30)	343.98** (104.55)	345.98*** (104.37)	338.47** (104.40)
El productor obtuvo crédito (%)	528.06** (175.07)	533.48** (175.30)	522.75** (175.06)	530.78** (175.25)	531.66** (174.97)	528.65** (175.35)
El productor cuenta con seguro agropecuario (%)	-72.27 (196.95)	-97.22 (196.76)	-116.77 (196.80)	-97.86 (197.41)	-97.86 (197.44)	-82.46 (197.28)
El productor es propietario de la parcela	368.17 (194.62)	368.78 (194.36)	382.09 (195.30)	376.41 (194.66)	390.12* (194.99)	364.38 (194.47)
Distancia en horas a la capital de distrito (ref. Menos de 1 hora)						
1 hora	-64.40 (87.84)	-77.20 (87.78)	-67.31 (87.74)	-79.26 (87.78)	-83.67 (87.83)	-68.35 (87.90)
2 horas	-6.04	-23.25	-1.13	-17.49	-18.46	-9.40

	(106.14)	(106.29)	(106.26)	(106.22)	(106.24)	(106.16)
Entre 3 y 9 horas	-343.17***	-361.57***	-341.61**	-362.89***	-366.40***	-351.01***
	(104.05)	(104.10)	(104.07)	(104.10)	(103.94)	(104.05)
De 10 horas a más de 24	-24.45	-86.48	-204.15	-202.71	-178.56	-144.16
	(344.33)	(345.95)	(346.14)	(346.95)	(347.51)	(345.18)
Experiencia en el sector agropecuario (ref. 12 años o menos)						
Entre 13 y 20 años	53.46	46.35	44.52	39.98	46.35	41.38
	(112.77)	(113.05)	(113.01)	(113.00)	(113.10)	(112.88)
Entre 21 y 30 años	49.63	45.61	34.73	36.37	41.93	37.37
	(122.36)	(122.55)	(122.45)	(122.50)	(122.54)	(122.42)
Entre 31 y 40 años	172.30	170.92	153.17	161.32	170.20	158.00
	(142.70)	(142.87)	(142.98)	(142.91)	(143.02)	(142.79)
41 años a más	181.34	167.25	152.54	154.17	163.20	159.79
	(171.75)	(171.99)	(172.17)	(172.01)	(171.90)	(171.82)
En los últimos 3 años ha recibido capacitación	72.12	64.34	49.54	58.98	54.85	65.86
	(128.97)	(128.84)	(128.95)	(128.89)	(128.88)	(128.98)
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica	312.57	329.48	321.58	319.61	329.58	305.63
	(204.63)	(205.11)	(204.92)	(205.17)	(205.02)	(204.85)
Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	8.91	6.26	8.65	8.54	7.28	10.52
	(18.84)	(18.93)	(18.87)	(19.12)	(18.85)	(18.87)
Constante	8103.30***	8285.83***	8346.13***	8375.53***	8229.30***	8278.16***
	(477.42)	(473.60)	(472.06)	(474.37)	(473.68)	(472.98)
Efectos fijos por año	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Efectos fijos por distrito	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Se incorporó controles sobre buenas prácticas agrarias	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Observaciones	15,418	15,418	15,418	15,418	15,418	15,418
R cuadrado	0.138	0.137	0.138	0.136	0.137	0.137

***p<0.001*, ** p<0.01, p<0.05

Errores estándar entre paréntesis

Tabla A 4: Resultados para modelo para el cultivo de papa solo para aquellos productores que destinan menos del 50% de su producción al autoconsumo

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	Modelo con anomalía continua	Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Anomalía en temperatura promedio (número de desviaciones estándar)	396.57*** (30.43)					
Temperatura para promedio para los meses de mayo - julio	90.12*** (9.61)	82.39*** (9.70)	55.06*** (9.08)	54.79*** (9.15)	56.64*** (9.14)	65.99*** (9.27)
Precipitación para promedio para los meses de mayo - julio	-15.98** (5.20)	-11.23* (5.24)	-12.50* (5.30)	-9.48 (5.26)	-10.48* (5.30)	-14.34** (5.20)
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico		-1261.26*** (116.15)				
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico			-1081.17*** (125.36)			
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico				302.03* (136.03)		
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico					305.01** (113.41)	
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						808.22*** (97.79)
Sexo del productor (mujer)	-552.07***	-538.01***	-562.55***	-555.18***	-565.93***	-568.85***

	(108.45)	(108.66)	(108.75)	(108.93)	(108.66)	(108.66)
Edad del productor (años)	-3.64 (6.54)	-2.92 (6.56)	-3.25 (6.59)	-2.57 (6.59)	-2.39 (6.58)	-3.01 (6.56)
Lengua materna del productor (indígena)	-1329.60*** (112.88)	-1384.03*** (111.59)	-1454.94*** (111.18)	-1524.75*** (110.16)	-1540.10*** (110.17)	-1488.76*** (111.58)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	-223.23 (120.56)	-195.35 (120.89)	-249.64* (121.44)	-225.12 (121.76)	-228.91 (121.32)	-235.29 (121.32)
Edad promedio del hogar (años)	-4.62 (4.55)	-4.07 (4.56)	-4.52 (4.57)	-3.76 (4.59)	-4.49 (4.57)	-3.81 (4.57)
Total de miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	-63.15 (51.96)	-62.26 (52.08)	-57.01 (52.43)	-59.93 (52.44)	-67.83 (52.28)	-64.76 (52.30)
Superficie promedio en hectáreas	632.91** (194.14)	637.21*** (193.13)	660.29*** (194.11)	639.79*** (192.58)	673.43*** (194.97)	613.65** (193.73)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	191.59 (227.72)	177.17 (228.91)	260.58 (229.32)	237.59 (230.04)	206.65 (229.39)	236.88 (228.69)
La unidad agropecuaria posee riego	726.19*** (128.90)	755.45*** (129.36)	724.47*** (130.11)	755.54*** (130.21)	760.77*** (129.91)	735.44*** (129.58)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	-328.32* (128.90)	-442.42*** (129.98)	-248.76 (130.53)	-353.99** (129.79)	-359.08** (129.77)	-311.03* (129.42)
El productor obtuvo crédito (%)	1738.55*** (146.34)	1715.01*** (146.59)	1746.41*** (147.67)	1732.87*** (147.83)	1735.27*** (147.55)	1751.02*** (147.38)
El productor cuenta con seguro agropecuario (%)	-725.08* (300.11)	-744.51* (302.62)	-685.68* (303.42)	-727.01* (303.29)	-685.46* (302.66)	-734.91* (301.26)
El productor es propietario de la parcela	88.90 (255.41)	37.56 (254.71)	74.15 (254.49)	10.25 (254.06)	57.85 (254.25)	33.26 (254.55)
Distancia en horas a la capital de distrito (ref. Menos de 1 hora)						
1 hora	172.33 (115.49)	169.86 (115.61)	174.34 (116.16)	146.59 (116.10)	155.71 (115.88)	141.12 (115.75)

2 horas	134.73 (137.21)	128.09 (137.65)	132.97 (138.02)	109.29 (138.19)	119.60 (137.92)	120.02 (137.57)
Entre 3 y 9 horas	-421.08** (138.67)	-458.52*** (138.92)	-489.95*** (139.21)	-530.24*** (139.60)	-508.87*** (139.67)	-482.88*** (139.11)
De 10 horas a más de 24	1260.33* (509.48)	1264.43* (504.60)	1196.15* (511.64)	1203.17* (510.92)	1250.77* (513.13)	1249.37* (514.16)
Experiencia en el sector agropecuario (ref. 12 años o menos)						
Entre 13 y 20 años	-170.84 (147.93)	-172.61 (148.62)	-183.06 (148.96)	-186.21 (149.45)	-180.94 (149.04)	-179.24 (148.60)
Entre 21 y 30 años	-300.62 (167.63)	-292.46 (168.06)	-330.72* (168.58)	-324.98 (169.01)	-320.71 (168.74)	-325.53 (168.46)
Entre 31 y 40 años	-535.18** (200.01)	-528.81** (200.69)	-556.70** (201.05)	-556.49** (201.64)	-545.21** (201.26)	-564.26** (200.85)
41 años a más	-956.46*** (243.52)	-968.08*** (244.35)	-980.32*** (244.80)	-993.83*** (245.60)	-983.13*** (244.88)	-983.58*** (244.81)
En los últimos 3 años ha recibido capacitación	-389.27** (146.59)	-409.18** (146.99)	-397.48** (148.73)	-401.89** (148.84)	-404.87** (148.71)	-377.99* (147.69)
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica	318.84 (242.43)	365.03 (243.85)	290.35 (245.14)	336.08 (245.55)	323.22 (245.25)	298.79 (243.45)
Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	-217.17*** (20.70)	-220.09*** (20.78)	-219.55*** (20.75)	-219.90*** (20.88)	-217.15*** (20.74)	-213.38*** (20.76)
Constante	9904.84*** (541.20)	10212.20*** (539.13)	10734.13*** (539.85)	10582.91*** (541.11)	10433.61*** (544.27)	10482.49*** (539.69)
Efectos fijos por año	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Efectos fijos por distrito	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Se incorporó controles sobre buenas prácticas agrarias	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Observaciones	18,118	18,118	18,118	18,118	18,118	18,118
R cuadrado	0.225	0.222	0.219	0.216	0.217	0.220

***p<0.001*, ** p<0.01, p<0.05

Errores estándar entre paréntesis

Tabla A 5: Resultados para modelo para el cultivo de maíz amiláceo

	Modelo 1 Modelo con anomalía continua	Modelo 2 Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo 3 Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo 4 Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo 5 Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo 6 Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Anomalía en temperatura promedio (número de desviaciones estándar)	-47.33*** (3.67)					
Temperatura para promedio para los meses de mayo - julio	-23.02*** (1.01)	-26.47*** (1.03)	-16.22*** (0.93)	-19.02*** (0.93)	-17.35*** (0.91)	-17.86*** (0.91)
Precipitación para promedio para los meses de mayo - julio	18.98*** (0.90)	19.73*** (0.89)	17.83*** (0.89)	17.60*** (0.88)	17.94*** (0.89)	17.91*** (0.88)
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico		292.04*** (15.32)				
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico			-71.90*** (13.54)			
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico				-105.28*** (8.99)		
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico					-5.73 (11.46)	
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						-36.72*** (10.62)
Sexo del productor (mujer)	-5.04 (10.20)	-3.81 (10.11)	-3.77 (10.20)	-5.35 (10.16)	-3.74 (10.20)	-4.90 (10.23)

Edad del productor (años)	1.72** (0.58)	1.69** (0.58)	1.49* (0.58)	1.50** (0.58)	1.54** (0.58)	1.55** (0.58)
Lengua materna del productor (indígena)	72.97*** (10.02)	55.69*** (10.02)	83.33*** (9.96)	76.11*** (9.91)	83.55*** (9.96)	82.80*** (9.97)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	96.32*** (13.26)	97.66*** (13.18)	96.74*** (13.22)	95.22*** (13.17)	96.84*** (13.22)	96.10*** (13.24)
Edad promedio del hogar (años)	-0.04 (0.41)	-0.03 (0.41)	0.02 (0.41)	0.04 (0.41)	0.02 (0.41)	-0.02 (0.41)
Total de miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	-13.64** (5.15)	-13.49** (5.11)	-13.36** (5.15)	-14.44** (5.12)	-13.64** (5.15)	-13.91** (5.16)
Superficie promedio en hectáreas	-143.01* (62.70)	-151.11* (63.02)	-148.18* (63.00)	-145.92* (62.53)	-145.85* (62.76)	-142.83* (62.75)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	81.38* (33.12)	82.95* (33.10)	87.00** (32.72)	82.26* (32.67)	84.40* (32.76)	84.78** (32.85)
La unidad agropecuaria posee riego	154.60*** (11.83)	165.64*** (11.72)	164.53*** (11.86)	158.19*** (11.81)	160.79*** (11.89)	157.97*** (11.94)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	70.18*** (12.18)	73.91*** (12.09)	71.31*** (12.21)	70.74*** (12.17)	70.68*** (12.21)	69.66*** (12.21)
El productor obtuvo crédito (%)	1.60 (16.44)	-0.56 (16.30)	5.06 (16.39)	4.04 (16.36)	4.35 (16.42)	4.24 (16.44)
El productor cuenta con seguro agropecuario (%)	-60.85 (33.68)	-51.09 (33.89)	-58.57 (33.85)	-40.76 (33.92)	-58.38 (33.79)	-60.22 (33.80)
El productor es propietario de la parcela	-15.45 (28.06)	-3.58 (27.77)	-8.33 (27.84)	-8.24 (27.82)	-11.44 (27.89)	-12.96 (27.95)
Distancia en horas a la capital de distrito (ref. Menos de 1 hora)						
1 hora	-2.57 (10.77)	-2.39 (10.65)	3.16 (10.84)	0.75 (10.81)	2.31 (10.85)	1.40 (10.82)
2 horas	-10.17 (12.83)	-8.07 (12.68)	-17.01 (12.75)	-19.71 (12.70)	-16.98 (12.75)	-15.18 (12.86)

Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						(11.69)
Sexo del productor (mujer)	-17.00 (11.48)	-15.61 (11.38)	-14.76 (11.53)	-16.52 (11.48)	-15.38 (11.53)	-16.70 (11.55)
Edad del productor (años)	1.18 (0.65)	1.20 (0.65)	0.93 (0.65)	0.89 (0.65)	0.93 (0.65)	0.98 (0.65)
Lengua materna del productor (indígena)	58.24*** (11.92)	43.85*** (11.87)	64.13*** (11.84)	59.07*** (11.76)	64.60*** (11.85)	64.46*** (11.87)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	49.10*** (14.76)	52.23*** (14.63)	50.38*** (14.75)	49.73*** (14.71)	49.78*** (14.75)	48.72*** (14.79)
Edad promedio del hogar (años)	-0.43 (0.45)	-0.39 (0.44)	-0.33 (0.45)	-0.26 (0.45)	-0.33 (0.45)	-0.39 (0.45)
Total de miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	-14.63** (5.65)	-13.80* (5.58)	-13.88* (5.67)	-14.56** (5.64)	-14.29* (5.67)	-14.65** (5.67)
Superficie promedio en hectáreas	-599.14*** (42.20)	-590.19*** (42.33)	-613.75*** (42.26)	-617.30*** (42.97)	-614.48*** (42.36)	-609.74*** (42.12)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	90.91* (44.81)	100.63* (44.63)	97.70* (44.55)	94.55* (44.47)	95.06* (44.55)	93.08* (44.63)
La unidad agropecuaria posee riego	104.87*** (12.90)	112.90*** (12.80)	111.28*** (12.95)	107.31*** (12.93)	108.80*** (12.98)	105.88*** (12.98)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	46.37** (14.35)	49.16*** (14.27)	45.03** (14.39)	43.91** (14.32)	44.29** (14.37)	44.27** (14.39)
El productor obtuvo crédito (%)	18.75 (20.43)	16.45 (20.23)	17.44 (20.48)	13.30 (20.58)	16.69 (20.53)	17.97 (20.52)
El productor cuenta con seguro agropecuario (%)	-51.15* (25.46)	-44.91 (26.01)	-46.24 (25.80)	-24.99 (26.18)	-43.48 (25.79)	-49.42 (25.67)
El productor es propietario de la parcela	-41.24 (36.16)	-31.14 (36.14)	-30.30 (35.80)	-31.99 (35.61)	-33.34 (35.76)	-36.50 (35.86)

Distancia en horas a la capital de distrito (ref. Menos de 1 hora)						
1 hora	24.72 (12.67)	25.87* (12.56)	29.78* (12.79)	26.45* (12.73)	28.69* (12.79)	27.95* (12.76)
2 horas	4.18 (14.27)	8.36 (14.17)	-0.97 (14.22)	-4.37 (14.18)	-1.90 (14.22)	0.37 (14.28)
Entre 3 y 9 horas	-11.34 (13.52)	-3.71 (13.57)	-7.05 (13.52)	-16.04 (13.53)	-10.47 (13.50)	-10.34 (13.52)
De 10 horas a más de 24	78.48 (62.44)	17.21 (64.64)	116.27 (63.16)	101.95 (63.69)	119.26 (63.00)	116.64 (62.58)
Experiencia en el sector agropecuario (ref. 12 años o menos)						
Entre 13 y 20 años	-9.16 (17.46)	-5.78 (17.29)	-6.57 (17.48)	-7.33 (17.42)	-7.18 (17.47)	-7.77 (17.51)
Entre 21 y 30 años	-34.97* (17.65)	-33.71 (17.54)	-29.10 (17.67)	-27.38 (17.64)	-28.95 (17.68)	-30.19 (17.68)
Entre 31 y 40 años	-33.15 (20.71)	-30.77 (20.51)	-23.72 (20.82)	-22.57 (20.73)	-24.19 (20.81)	-25.84 (20.81)
41 años a más	-58.17* (24.35)	-56.30* (24.10)	-50.37* (24.39)	-49.92* (24.29)	-50.95* (24.41)	-51.83* (24.42)
En los últimos 3 años ha recibido capacitación	-2.55 (20.02)	-2.82 (20.01)	4.46 (20.02)	6.02 (20.01)	4.76 (20.02)	2.56 (20.02)
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica	85.76* (41.37)	78.86 (41.20)	75.58 (41.47)	71.57 (41.31)	76.33 (41.49)	78.81 (41.49)
Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	-18.10*** (1.93)	-17.16*** (1.93)	-19.09*** (1.94)	-17.75*** (1.92)	-18.87*** (1.94)	-19.18*** (1.92)
Constante	1048.37*** (66.01)	1044.10*** (65.59)	964.99*** (65.05)	1017.48*** (65.18)	965.07*** (65.11)	991.30*** (65.20)
Efectos fijos por año	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Efectos fijos por distrito	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Se incorporó controles sobre buenas prácticas agrarias	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Observaciones	17,286	17,286	17,286	17,286	17,286	17,286
R cuadrado	0.247	0.256	0.240	0.242	0.239	0.240

***p<0.001*, ** p<0.01, p<0.05
Errores estándar entre paréntesis

Tabla A 7: Resultados para modelo para el cultivo de maíz solo para a aquellos productores que destinan menos del 50% de su producción al autoconsumo

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	Modelo con anomalía continua	Modelo con anomalía discreta por debajo de -1.5	Modelo con anomalía discreta entre -1.5 y -0.5	Modelo con anomalía discreta entre -0.5 y 0.5	Modelo con anomalía discreta entre 0.5 y 1.5	Modelo con anomalía discreta por arriba de 1.5
Anomalía en temperatura promedio (número de desviaciones estándar)	-43.87*** (6.16)					
Temperatura para promedio para los meses de mayo - julio	-27.91*** (1.73)	-33.91*** (1.79)	-21.17*** (1.62)	-25.14*** (1.64)	-22.75*** (1.60)	-22.46*** (1.60)
Precipitación para promedio para los meses de mayo - julio	20.84*** (1.23)	22.01*** (1.21)	19.72*** (1.19)	19.25*** (1.19)	19.89*** (1.20)	19.73*** (1.20)
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico		324.00*** (24.90)				
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico			-123.31*** (23.84)			
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico				-152.43*** (17.14)		
					-17.37	

Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico					(19.94)	
Anomalía en temperatura: una desviación estándar debajo del promedio histórico						2.76 (18.85)
Sexo del productor (mujer)	5.85 (18.15)	7.35 (18.03)	5.86 (18.05)	4.58 (18.04)	6.27 (18.09)	5.80 (18.12)
Edad del productor (años)	2.22* (1.05)	2.08* (1.04)	1.95 (1.04)	2.14* (1.04)	2.13* (1.05)	2.11* (1.05)
Lengua materna del productor (indígena)	99.42*** (17.32)	78.13*** (17.33)	115.41*** (17.24)	102.14*** (17.21)	113.95*** (17.23)	114.04*** (17.26)
Nivel educativo (secundaria completa o más)	140.01*** (22.33)	137.60*** (22.20)	138.43*** (22.24)	136.21*** (22.09)	140.07*** (22.22)	139.64*** (22.25)
Edad promedio del hogar (años)	0.15 (0.74)	0.13 (0.74)	0.15 (0.74)	0.04 (0.74)	0.16 (0.74)	0.14 (0.74)
Total de miembros mujeres en el hogar que trabajan la parcela (promedio)	-14.87 (9.45)	-15.63 (9.44)	-15.37 (9.42)	-17.33 (9.35)	-15.21 (9.42)	-15.45 (9.43)
Superficie promedio en hectáreas	-2.33 (70.57)	-19.19 (71.56)	-5.12 (70.44)	0.12 (69.73)	-0.94 (70.12)	0.25 (69.96)
El productor pertenece a una asociación o comité de productores (%)	76.22 (47.90)	66.70 (48.20)	77.93 (47.12)	71.63 (47.02)	76.30 (47.20)	77.09 (47.13)
La unidad agropecuaria posee riego	223.26*** (21.79)	237.69*** (21.56)	239.30*** (21.93)	227.50*** (21.71)	231.19*** (21.91)	230.62*** (22.01)
El productor pertenece a una asociación o junta de regantes (%)	102.99*** (21.45)	105.82*** (21.24)	106.27*** (21.41)	107.81*** (21.38)	106.72*** (21.44)	106.22*** (21.49)
El productor obtuvo crédito (%)	-16.47 (25.78)	-19.72 (25.64)	-10.51 (25.63)	-4.14 (25.48)	-10.17 (25.62)	-9.65 (25.64)
El productor cuenta con seguro agropecuario (%)	-82.88 (72.95)	-63.84 (73.52)	-73.96 (73.28)	-74.75 (72.40)	-84.37 (72.79)	-83.37 (72.76)

El productor es propietario de la parcela	13.46 (43.82)	27.74 (43.11)	14.48 (43.72)	17.53 (44.04)	12.70 (43.91)	12.48 (43.97)
Distancia en horas a la capital de distrito (ref. Menos de 1 hora)						
1 hora	-30.17 (18.54)	-32.06 (18.32)	-26.42 (18.62)	-25.56 (18.62)	-25.70 (18.67)	-25.85 (18.59)
2 horas	-16.24 (23.28)	-17.28 (22.81)	-28.37 (23.06)	-26.94 (22.91)	-24.23 (23.06)	-24.49 (23.35)
Entre 3 y 9 horas	-37.36 (21.75)	-37.36 (21.76)	-46.35* (21.58)	-43.28* (21.47)	-41.67 (21.50)	-42.49* (21.57)
De 10 horas a más de 24	-55.49 (55.03)	-65.28 (59.21)	-46.51 (56.91)	-89.01 (55.11)	-50.51 (55.39)	-53.27 (55.40)
Experiencia en el sector agropecuario (ref. 12 años o menos)						
Entre 13 y 20 años	91.44*** (26.62)	90.52*** (26.50)	92.18*** (26.53)	93.53*** (26.28)	90.87*** (26.53)	91.46*** (26.52)
Entre 21 y 30 años	5.82 (25.74)	7.92 (25.56)	11.88 (25.69)	9.05 (25.52)	7.66 (25.75)	8.49 (25.76)
Entre 31 y 40 años	53.26 (32.84)	57.59 (32.67)	61.31 (32.75)	58.93 (32.58)	56.49 (32.81)	57.42 (32.83)
41 años a más	-64.09 (37.75)	-55.41 (37.54)	-48.92 (37.80)	-49.67 (37.64)	-56.91 (37.94)	-55.56 (37.80)
En los últimos 3 años ha recibido capacitación	119.72*** (33.82)	120.70*** (33.77)	118.13*** (33.58)	121.76*** (33.27)	121.25*** (33.58)	120.66*** (33.59)
En los últimos 3 años ha recibido asistencia técnica	-131.76** (44.08)	-133.13** (44.30)	-139.08** (43.86)	-141.72** (43.96)	-135.11** (43.94)	-136.14** (43.97)
Cantidad de cultivos promedio de una Unidad agropecuaria	-29.56*** (2.80)	-27.92*** (2.83)	-29.12*** (2.85)	-26.80*** (2.83)	-28.78*** (2.86)	-28.84*** (2.82)
Constante	901.86*** (93.53)	956.30*** (92.89)	815.14*** (92.34)	901.95*** (93.17)	808.26*** (92.49)	803.54*** (92.44)
Efectos fijos por año	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Efectos fijos por distrito	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Se incorporó controles sobre buenas prácticas agrarias	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Observaciones	10,841	10,841	10,841	10,841	10,841	10,841
R cuadrado	0.314	0.326	0.312	0.314	0.310	0.309

***p<0.001*, ** p<0.01, p<0.05

Errores estándar entre paréntesis

