Cambio climático en la seguridad alimentaria y economía cusqueñas

Esther Guzmán - Centro Bartolomé de las Casas[1]

FOTO: Andina archivo

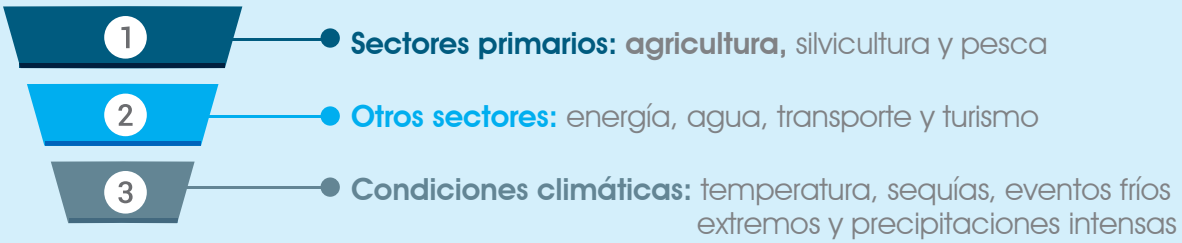
Efectos directos. El cambio climático afectaría directamente la agricultura al variar las condiciones biofísicas necesarias para el apropiado funcionamiento de sistemas de producción y el mantenimiento de los niveles de producción de alimentos.

La agricultura es una actividad productiva relevante para la población rural cusqueña en tanto es su principal actividad generadora de ingresos y de seguridad alimentaria; pero su desarrollo se ve especialmente afectado por los impactos que genera el cambio climático en la superficie agrícola, los activos agropecuarios y los propios ingresos rurales (Minagri, 2012). Urge una evaluación detallada de estos impactos.

Hace cinco años, se desarrolló un estudio que evaluó el impacto económico del cambio climático en algunos indicadores relacionados con la agricultura para el caso específico de la región

1/ Este artículo es una versión resumida de la investigación *Impacto económico del cambio climático en la agricultura de la región Cusco, Perú: una aproximación a través del modelo Ricardiano*, realizada en el marco del XV Concurso Anual de Investigación del CIES 2013-IDRC-GAC-Fundación M. J. Bustamante de la Fuente. *Ni el CIES ni el Centro Bartolomé de las Casas concuerdan necesariamente con el contenido de este artículo, que es de exclusiva responsabilidad de la autora*. Los comentarios o sugerencias son bienvenidos al correo estherguzmanp@hotmail.com

EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ECONOMÍA



Cusco, con el propósito de llegar a conclusiones relevantes para formular lineamientos de política que contribuyan a mejorar la efectividad de los programas y/o proyectos de adaptación ante el cambio climático en esa región.

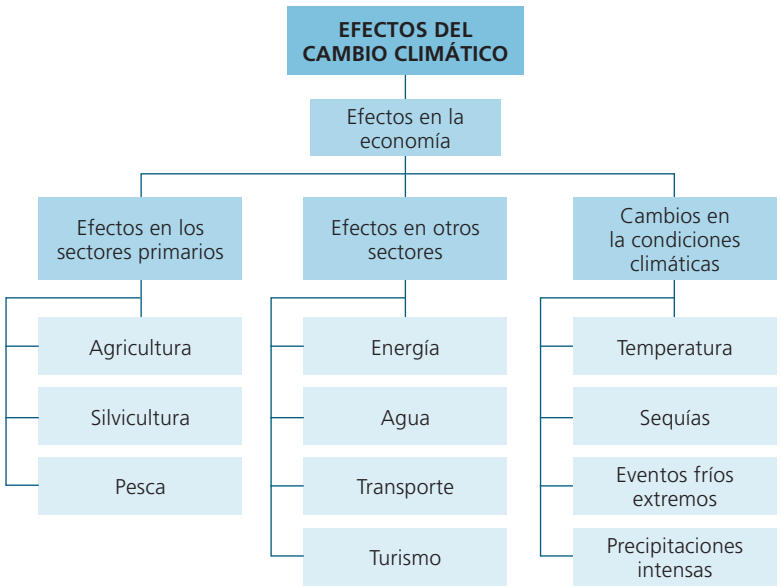
En la región Cusco, este y otros estudios han contribuido a promover políticas para potenciar acciones y proyectos para la adaptación al cambio climático en el marco de la Estrategia Regional de Cambio Climático del Cusco. El gobierno regional emprendió varios proyectos relacionados principalmente a la siembra y cosecha de agua en diferentes provincias y distritos de la región. En 2018 se aprobó, además, el Plan de Acción Ambiental Regional al 2021, instrumento que permitirá mejorar la gestión ambiental regional y desarrollar acciones frente al cambio climático.

El cambio climático es un fenómeno asociado, entre otros indicadores, a cambios de temperaturas e intensidad de las precipitaciones pluviales respecto de los promedios de largo plazo. Estas dinámicas pueden generar cambios positivos o negativos en distintos sectores de la economía a nivel global, nacional y local. En el gráfico 1, se presentan algunos sectores de la economía donde el cambio climático podría tener efectos. A escala más general, este fenómeno podría generar cambios en las condiciones climáticas que afectarían no solo el *stock* de capital de la economía o el producto bruto interno potencial, sino también el bienestar de la sociedad.

El impacto del cambio climático en nuestro país ha impulsado al Estado a generar diversos instrumentos de gestión para guiar decisiones y estrategias de prevención y de mitigación. Para la región Cusco, se ha formulado la Estrategia Regional Frente al Cambio Climático[2], la cual ha puesto en marcha estrategias regionales para mitigar, específicamente, los efectos de este fenómeno en la agricultura rural cusqueña; sin embargo, el diseño e implementación de estas estrategias no han sido óptimos. Por otro lado, muchas de estas políticas públicas (nacionales y regionales) requieren evidencia empírica sobre los efectos reales del cambio climático en la agricultura. Por ello el objetivo de la investigación consistió en evaluar el impacto económico del cambio climático en algunos indicadores

GRÁFICO 1

Panorama de los potenciales efectos del cambio climático



Fuente: Amiraslany (2010)

2/ Aprobada por Ordenanza Regional n.° 020-2012-CR/GR-CUSCO del 17 de enero de 2012.

"El impacto económico del cambio climático en la agricultura tiene efectos positivos como negativos. Sin embargo, la mayoría de los efectos negativos se concentran en la agricultura bajo secano".

relacionados con la agricultura para el caso específico de la región Cusco.

METAS Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo de la investigación, se buscó armonizar información agraria con información climática proveniente del Censo Nacional Agropecuario (III Cenagro 1994 y IV Cenagro 2012) del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI); y de las estaciones meteorológicas operativas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) en la región Cusco.

Se estimó el impacto económico del cambio climático sobre la agricultura empleando el modelo Ricardiano (Mendelsohn et al., 1994), con una muestra de más de 9 mil hogares rurales. Este método ha sido ampliamente utilizado en la literatura para el análisis a nivel microeconómico de los efectos del cambio climático en la agricultura (De Salvo et al., 2013). Sin embargo, hubo limitaciones de información (propias de datos provenientes de censos) que restringieron en cierto grado la potencia del análisis presentado.

El concepto fundamental del modelo Ricardiano es que el valor de la tierra y las prácticas agrícolas están correlacionadas con las variables climáticas; es decir, que la productividad de los cultivos es una función de las variables climáticas (temperatura y precipitación). En el modelo, se asume que las unidades productivas agrarias ajustan sus niveles planificados de cultivo y producción a través del ajuste de la cantidad de insumos agrícolas empleados o la cantidad de cultivo o producción efectiva, y que las condiciones climáticas se adaptan continuamente, asignando el uso de la tierra de la mejor manera posible, buscando maximizar los beneficios de la actividad agrícola.

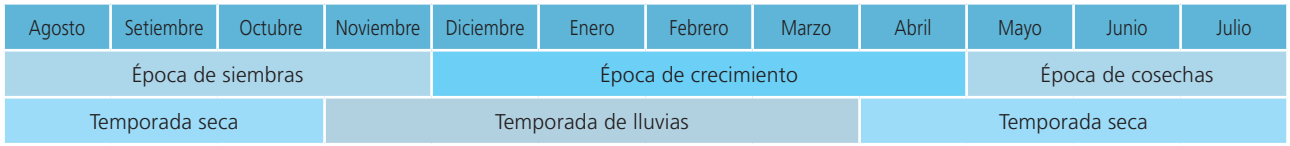
Además, la combinación de datos agrarios y climáticos fue útil en el desarrollo del estudio. En primer término, los datos agrarios a nivel de unidades productivas agrarias que provienen del III Cenagro 1994 y IV Cenagro 2012 parten de información censal de la población rural a nivel nacional. Estos datos sirvieron como fuentes de datos alternativas. Asimismo, los datos climáticos de Senamhi para la región Cusco son sobre la precipitación acumulada mensual (en mm) y la temperatura media mensual (en °C) para el total de estaciones meteorológicas de la región Cusco. Las estaciones consideradas fueron Acomayo, Anta, Caycai, Ccatca, Challabamba, Chontachaca, Colquepata, Kayra, Machupicchu, Paruro, Paucartambo, Pisac, Pomacancha, Quebrada Honda, Quillabamba, Quincemil, Santo Tomás, Sicuani, Urubamba y Yauri.

La información climática fue clasificada y agrupada considerando el ciclo representativo de la agricultura en la región Cusco, de acuerdo con el gráfico 2.

"Los hogares más vulnerables son aquellos que cuentan con un menor logro educativo y una menor dotación de activos productivos".

GRÁFICO 2

Ciclo agrícola en la región Cusco



Fuente: elaboración propia

RESULTADOS EMPÍRICOS

El estudio empleó microdatos a nivel de familias rurales de la región Cusco que realizan sus actividades productivas dentro de un radio de 20 kilómetros próximos a estaciones meteorológicas de Senamhi. Las unidades de análisis se localizan en un conjunto de 54 centros poblados localizados en distintos ámbitos de la región.

Las variables dependientes[3] representan la proporción de hectáreas cultivadas, tanto en riego como en secano, respecto del total de hectáreas de tierra disponible para propósitos agropecuarios. Las variables de interés provienen de información disponible en las bases de datos de III Cenagro 1994 y del IV Cenagro 2012. De acuerdo con Mendelsohn et al. (2007), aquellas variables representan el valor de la unidad productiva agraria y constituyen indicadores de medición del desempeño productivo agrícola. El estudio estimó los efectos potenciales de variables climáticas (temperatura y precipitación) en la tierra irrigada y en secano de manera diferenciada.

En el cuadro 1, se presentan las estadísticas descriptivas básicas de las variables dependientes de interés. Considerando información del III Cenagro 1994, la proporción de tierra cultivada bajo riego fue de 32 %, mientras que la proporción de tierra cultivada bajo secano fue de 37 %. En dicho periodo, en promedio, el número de hectáreas cultivadas bajo riego y secano fueron 0,37 y 0,52 hectáreas, respectivamente.

Considerando información del IV Cenagro de 2012, la proporción de tierra cultivada bajo riego fue de 33%; mientras que, la proporción de tierra cultivada bajo secano fue de 25%. En dicho periodo, en promedio, el número de hectáreas cultivadas bajo riego y secano

CUADRO 1
Estadísticas descriptivas de las variables dependientes

Variables dependientes	Cenagro 1994		Cenagro 2012	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Proporción (%) hectáreas de tierra cultivada bajo riego/ hectáreas de tierra disponible para actividades agropecuarias	32%	0,29	33%	0,39
Proporción (%) hectáreas de tierra cultivada bajo secano/ hectáreas de tierra disponible para actividades agropecuarias	37%	0,33	25%	0,32
Hectáreas de tierra cultivada bajo riego	0.37	0,5	0.26	0,61
Hectáreas de tierra cultivada bajo secano	0.58	1,02	0.24	0,67
Número de observaciones	3 942		5 685	

Fuente: III Cenagro y IV Cenagro (INEI)
Elaboración propia

3/ La variable dependiente es aquella cuyos valores dependen de los que asuma otra variable. La variable independiente es aquella que dentro de la relación establecida no depende de ninguna otra (aunque pudiera ser dependiente en otro problema). Son manipuladas por el investigador a fin de producir ciertos efectos. (Nuñez Flores, 2007).

CUADRO 2
Estadísticas descriptivas de las variables climáticas

Variables dependientes	Periodo 1984-1994		Periodo 2002-2012	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Temperatura promedio mensual en época de siembra (C°, agosto-noviembre)	12,57	1,04	13,61	1,74
Precipitación promedio mensual en época de siembra (mm, agosto-noviembre)	33,48	8,82	33,86	12,42
Temperatura promedio mensual en época de crecimiento (C°, diciembre-abril)	13,42	1,22	13,99	1,66
Precipitación promedio mensual en época de crecimiento (mm, diciembre-abril)	68,97	33,04	112,55	22,22
Temperatura promedio anual (C°)	12,54	1,08	13,08	1,66
Precipitación promedio anual (mm)	39,03	14,07	62,98	12,26
Estaciones meteorológicas en la región Cusco:	Anta, Kayra, Paruro, Pisac, Pomacanchi, Quebrada Honda, Santo Tomás, Sicuani, Urubamba, Yauri.			

Fuente: Senamhi Cusco. Elaboración propia

fueron 0,26 y 0,24 hectáreas, respectivamente.

Para la zona de estudio, con base en Cenagro 1994, el 61% de los cultivos agrícolas se realizan bajo secano; es decir que, 6 de cada 10 hectáreas son mayormente dependientes de la lluvia como principal fuente de riego para los cultivos; mientras que con base en Cenagro 2012, el 48 % de los cultivos agrícolas se realizan bajo secano, 5 de cada 10 hectáreas son dependientes de las lluvias.

Las variables climáticas empleadas fueron *temperatura* y *precipitación*, desagregadas en determinados periodos del año agrícola, de acuerdo con el ciclo agrícola regional. En el cuadro 2, se presentan las estadísticas descriptivas básicas de las variables climáticas de interés.

La comparación de la evolución en el tiempo de las variables climáticas entre dos rangos de tiempo (1984-1994 y 2002-2012) sugiere que se han incrementado los puntos extremos (meses con mayores temperaturas y con mayor precipitación en el periodo 2002-2012) respecto del periodo 1984-1994. También sugiere que la temperatura promedio mensual en época de siembra se ha incrementado en 1,04 °C durante los últimos 28 años, lo cual sería atribuible al efecto del cambio climático. Asimismo, la precipitación pluvial promedio mensual en época de siembra se ha incrementado en 0,38 mm durante los últimos 28 años, mientras que la precipitación promedio mensual en época de crecimiento se ha incrementado en 43,58 mm durante similar periodo. Por su parte, la precipitación pluvial promedio anual se ha incrementado en 23,95 mm.

"Resultan necesarios programas y/o proyectos que busquen incrementar el acceso a infraestructura de riego sostenibles que incluyan cosechas de agua principalmente en cabeceras de cuenca".

CONCLUSIONES

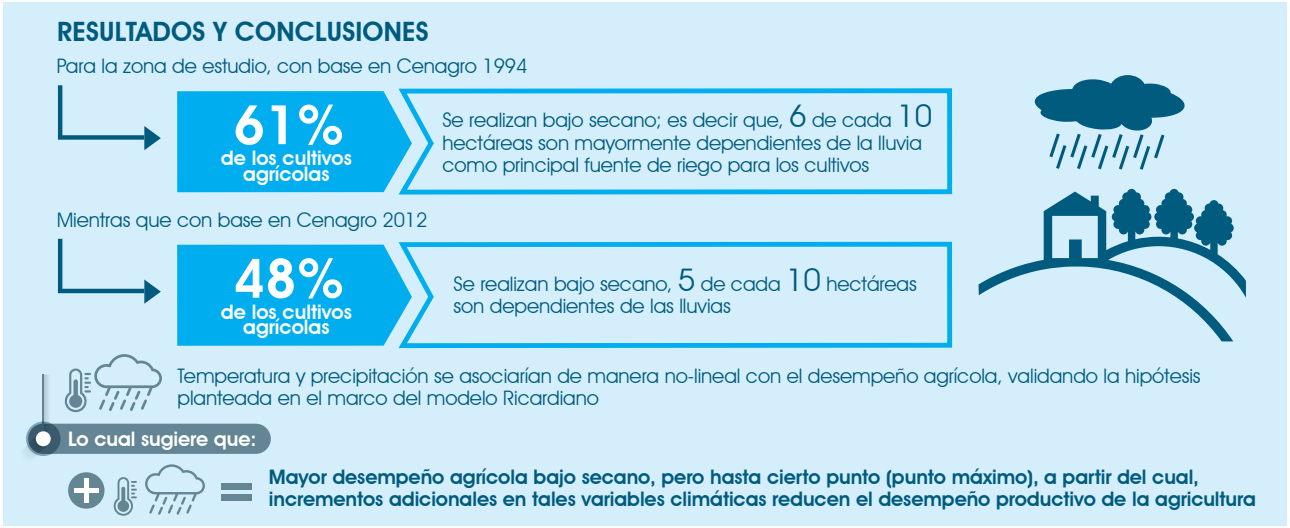
El estudio encontró evidencia que sugiere que, tanto la temperatura como la precipitación se asociarían de manera no lineal con el desempeño agrícola, validando la hipótesis planteada en el marco del modelo Ricardiano. Lo cual sugiere que, a medida que se incrementa la temperatura y la precipitación, se incrementa el desempeño agrícola bajo secano, pero hasta cierto punto (punto máximo), a partir del cual, incrementos adicionales en tales variables climáticas reducen el desempeño productivo de la agricultura.

FOTO: ANDINA-Pedro Tinoco

Familias afectadas. Los efectos negativos del cambio climático sobre la agricultura afectan los hogares rurales que subsisten a través de los alimentos que siembran.

Asimismo, el impacto económico del cambio climático en la agricultura en la región Cusco ofrece resultados mixtos, tanto positivos como negativos. Sin embargo, la mayoría de los efectos negativos se concentran en la agricultura bajo secano. Por otro lado, se obtuvo evidencia de que el acceso a la infraestructura de riego por parte de unidades familiares agrícolas de pequeña escala podría ser considerada una estrategia eficiente que mitigue/adapte de algún modo los efectos del cambio climático.

Además, se encontró evidencia que sugiere que el menor logro educativo y la edad del jefe de hogar se asociarían con un menor desempeño agrícola. Respecto de las características productivas, un mayor uso de fertilizantes químicos reduciría en 4,7% el desempeño de la agricultura en secano, mientras que un mayor uso de abonos orgánicos incrementaría en 12,7% el desempeño de la agricultura bajo riego. Se encontró también que la



tenencia de arado incrementaría en 0,13% el desempeño agrícola bajo riego.

Finalmente, respecto de las características institucionales y de contexto, se encuentra que la lejanía de la unidad productiva familiar reduce en 7,8% el desempeño de la agricultura de riego; de similar modo la decisión de los jefes de hogar de ofertar su fuerza laboral en otras actividades económicas no agrícolas, junto con la participación en programas sociales, principalmente la participación en el Programa Juntos reduce el desempeño agrícola. Por otro lado, se encuentra evidencia que sugiere que la asociatividad incrementa el desempeño de la agricultura bajo riego.

Los resultados empíricos señalan, además, que los hogares más vulnerables son aquellos que cuentan con un menor logro educativo y una menor dotación de activos productivos; asimismo, otros factores que incrementan la vulnerabilidad de los hogares implican un mayor uso fertilizantes químicos, mayor lejanía de las capitales distritales y menor asociatividad.

El incremento de 1° C en la temperatura promedio en época de siembra (entre agosto y noviembre) tiene efectos mixtos en la agricultura bajo riego y bajo secano. El efecto marginal de la temperatura es positivo en la agricultura bajo riego; mientras que dicho efecto es negativo en la agricultura bajo secano, lo cual evidencia la mayor vulnerabilidad de la agricultura bajo secano ante el cambio climático.

El incremento en la temperatura promedio en época de crecimiento de los cultivos (entre diciembre y abril) tiene también efectos mixtos en la agricultura de la región Cusco. No obstante, es posible identificar dos patrones relevantes. El primero implica que existirían cambios significativos en los patrones climáticos de largo plazo, los cuales afectarían significativamente el desempeño agrícola. El segundo sugiere que el riego se constituiría en una práctica adaptativa relevante que limitaría los efectos negativos del cambio climático en la región. En particular, desde una perspectiva de pérdidas evitadas, el acceso al riego reduciría en 33 puntos porcentuales las pérdidas generadas en los cultivos generados por el incremento de las temperaturas.

"Se debe promover una mayor transversalidad y una definición unánime del concepto de cambio climático multisectorialmente, específicamente entre los sectores de agricultura y ambiente".

RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

Los resultados obtenidos en el presente estudio podrían ser relevantes para la formulación de las políticas públicas sobre la adaptación de la agricultura ante el cambio climático en los siguientes términos:

- A nivel nacional, se debe promover una mayor transversalidad del concepto de cambio climático multisectorialmente para establecer una definición unánime del concepto de cambio climático a nivel interministerial, específicamente entre los sectores de agricultura y ambiente.
- A nivel regional, las estrategias de adaptación y/o mitigación de la agricultura ante el cambio climático requieren de un mayor grado de especificidad; es decir, resulta necesario que se establezcan líneas de intervención más específicas sobre dicha temática que permita una formulación de programas y proyectos más clara y concreta.
- Se sugiere que el Gobierno Regional Cusco defina cómo incrementar el acceso y uso de los sistemas de riego en la región, cómo hacer sostenible el uso de los sistemas de riego, quiénes deben asumir los costos de la operación y mantenimiento de dichos sistemas, y cuál es la estructura tarifaria óptima sobre el uso de los recursos hídricos en la agricultura.
- En línea con lo anterior, tanto a nivel regional como local, resultan necesarios programas o proyectos que busquen incrementar el acceso a infraestructura de riego de las unidades productivas familiares.
- Además, se debe generar infraestructura adicional relacionada con el aseguramiento de la sostenibilidad de los sistemas de riego, a través de, principalmente, el mecanismo de captura (cosecha de agua). Los proyectos de inversión que se formulen sobre el incremento de infraestructura de riego deben contar con un componente que asegure este mecanismo, sobre todo, en las cabeceras de las cuencas hidrográficas.
- Finalmente, la inversión en infraestructura de riego es significativa en términos presupuestales, por lo cual es de esperar que el gobierno, a nivel regional y local, juegue un papel fundamental en la provisión de esta infraestructura. En tal sentido, resulta necesario incorporar de manera explícita y transversal el concepto e implicancias del cam-

bio climático en los proyectos de inversión pública en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones INVIERTE.PE. Resulta relevante, entonces, capacitar a las unidades formuladoras y evaluadoras del gobierno regional y de los gobiernos locales en cómo incorporar y evaluar la efectividad de tal componente en la inversión pública.

RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

A nivel nacional:

- Promover una mayor transversalidad del concepto de cambio climático multisectorialmente
- Incorporar de manera explícita y transversal el concepto e implicancias del cambio climático en los proyectos de inversión pública en el marco de INVIERTE.PE

A nivel regional:

- Mayor grado de especificidad en las estrategias de adaptación y/o mitigación de la agricultura ante el cambio climático
- Definir la estructura tarifaria óptima sobre el uso de los recursos hídricos en la agricultura
- Impulsar programas o proyectos regionales y locales para incrementar el acceso a infraestructura de riego de las unidades productivas familiares

Generar infraestructura relacionada con el aseguramiento de la sostenibilidad de los sistemas de riego, a través del mecanismo de cosecha de agua

INVESTIGACIÓN DE INTERÉS PARA:

- Ministerio de Agricultura
- Ministerio del Ambiente
- Ministerio de Economía y Finanzas
- Congreso de la República - Comisión Agraria
- Gobierno Regional del Cusco

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS[4]

DE SALVO, M., BEGALLI, D. y SIGNORELLO, G. (2013). The Ricardian analysis twenty years after the original model: Evolution, unresolved issues and empirical problems. En *Journal of Development and Agricultural Economics* 6(3): 124-131.

GOBIERNO REGIONAL CUSCO. *Estrategia Regional Frente al Cambio Climático*.

MENDELSOHN, R., NORDHAUS, W. D. y SHAW, d. (1994). The impact of glocal warming on agriculture: A Ricardian analysis. En *American Economics Review* 84(4): 753-771.

MENDELSOHN, R., BASIST, A., DINAR, A., KURUKULASURIYA, P. y WILLIAMS, C. 2007. What explains agricultural performance: climate normal or climate variance?. *Climate Change*, 81(1): 85-99.

MENDELSOHN R. y SEO, N. (2007). Changing farm types and irrigation as an adaptation to climate change in Latin America agriculture. *World Bank Policy Research Working Papers 4161*. The World Bank.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. *Plan Estratégico Sectorial Multianual 2012-2016.*

MINISTERIO DE AMBIENTE. *Agenda Nacional de Acción Ambiental 2013-2014.*

MINISTERIO DE AMBIENTE. *Política Nacional del Ambiente.*

MINISTERIO DE AMBIENTE. *Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC - Perú.*

NÚÑEZ FLORES, M. I. (2007). Las variables: estructura y función en la hipótesis. En *Investigación Educativa* 11(20), 163-179.

PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (2013). *Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2013*.

4/ Refiérase a la bibliografía completa del estudio en el informe final ubicado en www.cies.org.pe