

Impacto económico del cambio climático en cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) orgánica en la región del Altiplano: un enfoque Ricardiano

Impact economic of climate change on crop of organic quinoa in the Altiplano Region: a Richardian approach

Eusebio Benique Olivera¹

Resumen

La crisis climática está afectando el rendimiento de la producción de los cultivos de arroz, trigo, maíz, café, frijol y otros cultivos alimenticios en el país y a nivel internacional. El objetivo de la investigación fue cuantificar el impacto del cambio climático sobre los ingresos netos de los productores de quinua orgánica bajo condiciones de agricultura de secano en la región del Altiplano. Mediante el enfoque Ricardiano se estimó el impacto de las variables climáticas (temperatura y precipitación) sobre el rendimiento de la quinua orgánica en los distritos de Cabana, Capachica e Ilave en la región del Altiplano, y con datos primarios recopilados a través de una encuesta para una muestra de 237 agricultores se estimó el valor de la productividad de la tierra. Las variables climáticas fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Puno. Los resultados revelan una producción de 1,497 kilos por hectárea promedio, obteniéndose el ingreso neto de 14,969 soles por hectárea, para un precio de mercado de 9.60 soles por kilo. La adaptabilidad del productor de quinua al cambio climático fue relevante para mejorar la productividad del cultivo. En conclusión, el impacto de las variables agroclimáticas sobre la productividad-ingresos económicos de los productores de quinua orgánica fue marginal en la campaña agrícola 2015-2016 en la Región Puno.

Palabras clave: *Chenopodium quinoa willd*, temperatura, precipitación, ingreso neto, ricardiano.

Abstract

The climate crisis is affecting the production yield of rice, wheat, corn, coffee, beans and other food crops in the country and internationally. The objective of the research was to quantify the impact of climate change on the net income of organic quinoa producers under dry farming conditions in the Altiplano region. Using the Ricardian approach, the impact of climatic variables (temperature and precipitation) on the yield of organic quinoa was estimated in the districts of Cabana, Capachica and Ilave in the Altiplano region, and with primary data collected through a survey to a sample of 237 farmers estimated the value of land productivity. The climatic variables were provided by the National Service of Meteorology and Hydrology of Puno. The results reveal an average production of 1,497 kilos per hectare, obtaining a net income of 14,969 soles per hectare, for a market price of 9.60 soles per kilo. The adaptability of the quinoa producer to climate change was relevant to improve the productivity of the crop. In conclusion, the impact of the agroclimatic variables on the productivity-economic income of organic quinoa producers was marginal in the 2015-2016 agricultural season in the Puno Region.

Keywords: *Chenopodium quinoa willd*, temperature, precipitation, net income, richardian.

Recibido: 11/12/2020

Aprobado: 30/08/2021

Publicado: 31/10/2021

Sección: Artículo Original

Introducción

La evaluación de los impactos del cambio climático reciente complementa los pronósticos a largo plazo e identifica cultivos y lugares que están en mayor riesgo. Desde la década de 1970, la temperatura global de la superficie se calentó en un promedio de 0.16 a 0.18 grados-C por década, donde los rendimientos de los cultivos en Europa, África Subsahariana y Australia habían disminuido en general debido al cambio climático. (Deepak et al., 2019, p.2).

En Nigeria (Africa) el aumento de la temperatura reducirá los ingresos netos para las granjas de arroz de tierras secas de temporalidad, mientras que los ingresos netos aumentan con el aumento de la temperatura para

las granjas de arroz de regadío. La precipitación variable tuvo efectos similares en los ingresos netos del arroz (Ajetomobia, et al., 2011, p.1).

La crisis del cambio climático ha generado efectos en el rendimiento de los cereales, principalmente debido al aumento de la temperatura y a las precipitaciones que igualmente ocasionan efectos negativos sobre el arroz

¹Facultad de Ingeniería Económica, Universidad Nacional del Altiplano - Puno Perú. ORCID: [0000-0003-2513-3726](https://orcid.org/0000-0003-2513-3726), e-mail: ebenique17@gmail.com

Como citar: Benique Olivera, E. (2021). Impacto económico del cambio climático en cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) orgánica en la Región del Altiplano: un enfoque Ricardiano. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 23(4), 236-243. DOI: [10.18271/ria.2021.239](https://doi.org/10.18271/ria.2021.239)



Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Share - Adapt

y otros cereales (López, 2015). El cambio climático en Sudamérica, principalmente, afectaría a la cuenca del Amazonas. En el Altiplano se prevé una variación en la estacionalidad de las precipitaciones que puede afectar el cultivo de la quinua, por lo que se requerirá buscar variedades de ciclo corto y promover la adopción de tecnologías de riego más eficientes para paliar los efectos de la escasez hídrica en la época de siembra (Sánchez y Olave, 2019).

La siembra en la fecha adecuada garantiza rendimientos superiores, aumentando la productividad y mejoras en los ingresos de los productores. La agricultura de montaña depende mucho de la temporalidad de lluvias, los escasos de precipitación pluvial pueden ser fatal para los cultivos andinos. (Castillo *et al.*, 2019).

“La respuesta del productor agrícola frente a la variabilidad agroclimática es relevante. La implementación de medidas de adaptación ha resultado ser efectiva para mantener la productividad del maíz en condiciones de cambio climático en México” (Ahumada *et al.*, 2014, p.).

La agricultura de alta montaña es especialmente vulnerable a variaciones climáticas. Uno de los principales factores de producción de los cultivos es el clima, la temperatura, la precipitación, la exposición a la luz, el viento y la presencia de CO₂ en la atmósfera son parte vital del proceso de crecimiento y, por lo tanto, de la producción de un cultivo. Un cambio brusco en las condiciones climáticas puede afectar seriamente el rendimiento de los cultivos e incluso generar pérdidas totales (Mendelsohn y Dinar, 2009, p.7).

En la región del altiplano-Puno, hay efectos marginales de las variables climáticas sobre las ganancias económicas de los agricultores de agro alimentos, un incremento de un grado Celsius de la temperatura media provoca una disminución de 930 nuevos soles por hectárea respecto del promedio del valor contingente de la tierra por hectárea. Por tanto, existe un impacto negativo en el valor contingente de la tierra por hectárea ante aumentos ligeros en la temperatura media anual. De forma similar acontece con la variable precipitación, un incremento en una unidad de la precipitación acumulada anual implica una contracción aproximada de 123 nuevos soles por hectárea. (Tonconi, 2015, p.130).

La Dirección Regional Agraria de Puno ha estimado el ingreso de los productores de quinua tradicional en base al rendimiento esperado que fue 1,350 kg/ha y el precio de venta promedio igual a 7 soles el kilo de quinua; el ingreso bruto sería 9,450 soles por hectárea. En el caso de la quinua orgánica, el total de costos fijos fue de

1,946 soles, y los costos variables suman 6,512 soles. El rendimiento promedio fue 2,700 kg/ha. Obteniendo, una utilidad de 11,791 soles por hectárea de producción de quinua orgánica; puesto que el precio de la quinua orgánica fluctúa alrededor de 7,50 soles el kilo; el valor total bruto de producir una hectárea de quinua orgánica sería 20,250 soles. (Fairlie, 2013, p.37).

Según Liuhto, et al. (2016) “La pérdida de producción de quinua a causa de la sequía es cada vez más común en el altiplano boliviano, y para asegurar la producción sostenible de quinua en el futuro se requiere una fuerte dedicación a los asuntos climáticos en Bolivia” (p.1).

La perturbación agroclimática está impactando más en la agricultura familiar. Según afirma Acosta y Vialé (2017) “Las personas que registran mayores pérdidas relacionadas con el cambio climático pertenecen, mayoritariamente, a los agricultores de bajos ingresos” (p.239). Una de las estrategias para enfrentar el cambio climático. Según Turrent et al. (2016), “La adaptabilidad al cambio climático es la mejor estrategia para mejorar la productividad de los cultivos de temporalidad” (p.5).

En la región del altiplano peruano, en las zonas donde se cultiva el grano andino. En las comunidades aymaras de las provincias de Yunguyo, Juli e Ilave, manifiestan que, en los últimos 20 años, la *Jirwa* (quinua blanca) es la que más se produce y cada vez más cotizada su venta para exportación: La demanda por la quinua orgánica aumento, a partir de 2013, año internacional del grano andino. (Vargas et al., 2015, p.84).

El reto en la agricultura de alta montaña como es la región Puno. Según Haller y Branca (2020) afirman que estos retos tienen que ver con el impacto cada vez más serio del cambio climático y ambiental, la incidencia que la globalización socioeconómica y cultural tiene en las poblaciones de montaña y en los ecosistemas que estas habitan, además de los efectos de la urbanización en la agricultura de montaña. (p.313).

Por lo expuesto, el objetivo de la investigación fue medir el impacto económico del cambio climático sobre los ingresos netos de la quinua orgánica bajo condiciones de agricultura de secano en la región del Altiplano-Puno.

Materiales y métodos

Materiales

El estudio se realizó en los distritos de Cabana, Capachica e Ilave, de la región Puno; ubicados en la parte peruana del lago Titicaca, entre 3,500 a 4,200 m.s.n.m.



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

Fuente: Mapa del Departamento de Puno. <http://siar.minam.gob.pe/siar-puno>

Nota. Los productores de quinua orgánica Coopain-Cabana, se ubica en la provincia de San Román. Kapac Tika- Capachica, se ubica en la provincia de Puno y Aprotawi-Tatawilca se ubica en la provincia de Ilave-El Collao.



Figura 2. Quinua orgánica de la variedad blanca de Juli y quinua roja.

Nota. Cosecha de quinua orgánica en la Comunidad de Ancasaya-Ilave-Puno. Foto de Eusebio Benique (2016).

De un total de 1,233 productores de quinua orgánica en los tres distritos mencionados, se seleccionó una muestra de 237 productores, aplicando el método de muestreo probabilístico estratificado. La Asociación Coopain-Cabana, con 692 productores en total participó con una

muestra de 133 encuestados. La Asociación Kapac Tika Capachica, de un total de 500 productores participó con 96 encuestados y la Asociación Aprotawi Tatawilca-Ilave, participó con 8 entrevistados de un total de 41 productores. Tal como se presenta en la siguiente Tabla.

Tabla 1. Muestreo probabilístico estratificado de productores de quinua orgánica en el área de estudio.

Estrato	Nombre de la asociación	Población total por sector (N)	Muestra=N*fh
1	Asociación Coopain-Cabana	692	133
2	Aprotawi Tatawilca-Ilave	41	8
3	Kapac-Tika de Capachica	500	96
Total		1,233	237

Fuente: Elaborado con datos de la encuesta 2017.

El procedimiento para la recolección de datos fue mediante un cuestionario estructurado que tenía dos momentos: En el primer momento se consideró preguntas sobre la variable socioeconómica relacionada a la asociación de productores de quinua orgánica. En el segundo momento, se consideró preguntas relacionadas con la variable actividad productiva. Las variables agroclimáticas fueron proporcionadas por SENAMHI-Puno. En la aplicación de la encuesta participaron los

estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano durante el mes de diciembre de 2017.

Método

Según Gonzales y Galera (2014) para medir los efectos del cambio climático sobre la agricultura se ha desarrollado diferentes metodologías, dentro de estas aparece el enfoque Ricardiano, el cual permite cuantificar los efectos

del cambio climático, asumiendo que el valor del suelo va a depender de su productividad, y de la capacidad de adaptación de los productores (p.231). La ventaja en la función de producción agrícola fue considerar las variables agroclimáticas, productivas y el supuesto de la adaptabilidad del agricultor a las situaciones de cambio climático que constituye el principal aporte diferenciador en el valor de la tierra (Ricardo, D., 1817). Tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$LV = \sum \pi_i Q_i (X, F, H, Z, G) - \sum P_x X \quad (1)$$

LV es el valor de la tierra, π_i es el precio de mercado de la producción (Q_i); X son insumos comprados en el mercado, F son las variables climáticas, H es flujo de agua, Z es un vector de variables de suelo, G representa variables socioeconómicas y P_x es un vector de precios de los insumos (Mendelsohn y Seo, 1994). Suponiendo que el agricultor eligió X para maximizar el valor de la tierra por hectárea dadas las características del cultivo y los precios de mercado (Mendelsohn *et al.*, 2007) presenta la siguiente función:

$$NR/ha = \beta_0 + \beta_1 F + \beta_2 F^2 + \beta_3 Z + \beta_4 G + \mu \quad (2)$$

Donde, NR/ha representa ingresos netos por hectárea, F es un vector de variables climáticas, Z es un conjunto de variables suelo, G es un conjunto de variables socioeconómicas y μ es el término de error.

Las variables temperatura y precipitación se puede suponer como términos cuadráticos, de manera que el impacto marginal esperado de una variable climática sobre el valor de la tierra y los ingresos netos de la granja evaluados en la media sea:

$$E(dNR/ha/df_i) = b_{1j} + 2 * b_{2j} * E(f_i) \quad (3)$$

Los signos de los términos lineales indican el impacto unidireccional de las variables independientes en la variable dependiente, el término cuadrático refleja la forma no lineal de los ingresos netos de la función de respuesta climática. Cuando el término cuadrático, es positivo, la función de ingreso neto tiene la forma de U y cuando es negativo, la función tiene forma de U volteada. La ventaja de este enfoque empírico es que el método incluye tanto el efecto directo del clima sobre la productividad como la respuesta de adaptación de los agricultores al clima local (Mendelsohn y Seo, 1997).

Resultados

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las variables modelo Ricardiano.

Variables	Media	Desviación estándar	Observación
Q	1496,89	1653,44	237
T	9,37	10,86	237
MO	72,54	75,83	237
KT	14,38	18,07	237
SEMI	16,87	17,32	237
EST	1862,03	2050,85	237
COM	6243,67	6828,05	237
BI	258,45	282,43	237
COD_LOCALIDAD	1,47	0,56	237
TEMPERATURA_MAXIMA	18,41	2,00	237
TEMPERATURA_MINIMA	-3,07	14,69	237
PRECIPITACIÓN	160,82	14,64	237

a. Variable dependiente Q

b. Predictores: (Constante), PRECIPITACIÓN, KT, T, SEMI, MO, COD_LOCALIDAD, BI, COM, EST

Fuente. Elaborado con datos de la encuesta 2017.

La Tabla 2 describe la producción (Q) de quinua orgánica obtenida en la campaña agrícola 2015-2016 por 1,497 kg/hectárea promedio, el mismo es explicado por las variables: tierra (T) utilizado en la cantidad de 9 has promedio por productor, mano de obra (MO) 73 jornales/ha promedio, maquinaria (KT) 14 horas/ha, semilla (SEMI) 17 kilos/ha, estiércol vacuno (EST) 1862 kilos/

ha, compus (COM) 6244 kilos /ha, biol (BI) 258 litros/ha y una temperatura promedio de 18°C y una precipitación promedio 160 mm entre los meses de diciembre, enero, febrero y marzo de la campaña agrícola 2015-2016. Para la regresión del modelo se empleó Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), utilizando el Software Eviews 8 para el análisis econométrico.

Tabla 3. Efecto de las variables explicativas sobre el ingreso neto de los productores.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
	B	Error estándar	Beta			Límite inferior	Límite superior
(Constante)	114231	251702		,454	,650	-4.00E+05	610202
T	2381	1402	,016	1699	,091	-,381	5144
MO	1680	,741	,077	2269	,024	,221	3139
KT	-,699	,818	-,008	-,854	,394	-2310	,913
SEMI	-,129	1491	-,001	-,086	,931	-3066	2809
EST	,542	,126	,673	4303	,000	,294	,791
COM	,064	,038	,264	1699	,091	-,010	,138
BI	-,055	,231	-,009	-,237	,813	-,510	,401
COD_LOCALIDAD	15147	50965	,005	,297	,767	-85278	115571
Temperatura	-52,00	11,00	0.09	,935	,563	-7245	93218
Precipitación	-1035	-983	-,009	-,526	,599	-4910	2.84

Fuente. Elaborado con datos de encuesta 2017 y datos de SENAMHI-2016.

El efecto de las variables explicativas sobre el ingreso neto de los productores de quinua se describe en el siguiente modelo de producción (Q) de quinua orgánica en relación a las variables productivas, climáticas y la variable perturbación (μ):

$$Q = 0,016 (T) + 0,077 (MO) - 0,008 (KT) - 0,001 (SEM) + 0,673 (EST) + 0,264 (COM) - 0,009 (BI) - 0,009 (PREC) - 0,09 (TEMP) + \mu$$

Donde se muestra un incremento de 0,016% de quinua por cada variación de 1% del tamaño de tierra (T), manteniendo fija las demás variables del modelo; un incremento en la producción de quinua en 0,077% por cada variación de 1% de mano de obra (MO); un aumento de la quinua en 0,673% por cada variación de 1% de

estiércol (EST) vacuno. La variable compus (COM) orgánico por cada 1% de incremento implica un aumento de 0,264% de producción de quinua. Pero, por cada 1% de aumento de horas máquina (KT) la producción de quinua bajará en 0,008%; también, por cada incremento de 1% de semilla (SEMI), la producción se bajará en 0,001%. El biol (BI), por cada incremento de 1% la producción de quinua orgánica se cae 0,009%. Mientras con las variables climáticas, un incremento de 1° C de la temperatura media reducirá la producción en 0,09% y, por cada variación en una unidad de la precipitación pluvial la producción de quinua se cae en 0,009%. Siendo afectado más por la variación de la temperatura que por la precipitación. El estadístico t para el conjunto de variables son relevantes al nivel de significancia del 5%.

Tabla 4. Resumen del modelo.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado Ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
	,994 ^a	,988	,987	185,42279	1,954

a. Predictores: (Constante), PRECIPITACION, KT, T, SEMI, MO, COD_LOCALIDAD, BI, COM, EST

b. Variable dependiente: Q

El modelo muestra un R² ajustado de 0,987 que implica que las variables exógenas explican en un 98% el rendimiento de la producción de quinua orgánica. Un Durbin-Watson con un valor de 1,954, cercano a 2 que significa la ausencia de auto correlación al nivel de significancia del 5%.

Discusión

Los resultados del estudio mostraron que la producción de quinua orgánica en la región del altiplano-Puno, campaña agrícola 2015-2016, fue de 1,497 kg/ha rendimiento promedio. Obteniendo un ingreso neto de

14,969 soles por hectárea a un precio de mercado de 9.60 soles por kilo. Estos resultados varían en parte con los estimados por el Ministerio de Agricultura (2013) en la producción de quinua orgánica en cuanto al rendimiento promedio de 2700 kg/hectárea que están por encima de nuestros resultados. Pero, obteniendo un ingreso neto de 11,791 soles a un precio de 7,5 soles promedio por kg, que es relativamente bajo debido al precio de mercado que fluctúa continuamente.

Nuestro resultado coincide con los estimados por Tonconi (2015), que afirma que hay efectos marginales de las variables climáticas sobre las ganancias económicas de los agricultores en la región Puno, en el cultivo de la quinua y cañihua. En otra investigación utilizando la función de producción Cobb-Douglas: $Q = f(T, L, R_n, K)$, (Vargas, 2014, p.68) se logró una producción de 1,439 kg/hectárea promedio de quinua orgánica en la región del altiplano-Puno (2015-2016). Los beneficios económicos ascienden a la suma de 4,492.00 soles por hectárea a un precio de mercado de 4,90 soles (Cruz, 2018) Estos resultados difieren con los estimados que hemos encontrado con el enfoque Ricardiano, método que incluye las variables climáticas, socioeconómicas y productivas. Además, se considera la capacidad de adaptación de los agricultores en el proceso del cambio climático, para incrementar la productividad de la tierra en el cultivo de quinua orgánica.

Sin embargo, nuestro resultado colisiona con los hallazgos de Carrasco (2016), en la producción de quinua; en la provincia de Juli, región Puno, donde encontró, al elevarse 1°C la temperatura máxima, la producción de quinua se reduce en 112.2 T.M. y el rendimiento en 169.1 kg/ha. La elevación de las precipitaciones pluviales en 300 mm la producción se reduce en 75.78 TM y el rendimiento 127 kg/ha. Este resultado, también diverge con diversos estudios donde se ha demostrado que la quinua es tolerante a las heladas, sequías, suelos salinos y plagas (Rodríguez *et al.*, 2016, p.1). Según la encuesta realizada en el 2017, el especialista Postigo sostiene que la quinua que crece en las zonas altas y bajas se adaptó con mayor éxito a las variaciones climáticas. “Se reconoce los “saberes” y prácticas campesinas que han permitido conservar hasta nuestros días, la variabilidad genética de la quinua relacionada a su adaptación a variados climas y suelos” (Tapia y Canahua, 2014, p.9).

Según FAO, UNESCO y OIT (2017) El cultivo orgánico de la quinua permite preservar mejor los recursos de agua y suelo, además de dotar de un valor agregado a esta semilla que permite mejorar su precio en el mercado y, por tanto, incrementar los ingresos de los agricultores. (p.1). Efectivamente, los resultados encontrados significan una oportunidad para el pequeño productor

de quinua orgánica en la región del altiplano-Puno para tomar nuevas decisiones e impulsar más el cultivo de granos andinos.

Conclusiones

El resultado más relevante encontrado en la campaña agrícola 2015-2016, fue en el rendimiento de la quinua orgánica logrando una producción de 1,497 kilos/ha, obteniendo un ingreso neto de 14,969 soles por hectárea promedio, para un precio de mercado de 9.60 soles por kilo promedio. Este dato es muy importante para los productores de Coopain Cabana, Kapac Tika Capachica y, Aprotawi Ilave, en las variedades de quinua blanca, roja y *qoytu* negro. Se puede afirmar que la quinua es uno de los granos andinos tolerantes al cambio climático y significa para los productores de quinua orgánica agenciarse de ingresos por la mayor demanda en el mercado externo.

Otro de los datos relevantes es la capacidad de adaptabilidad del agricultor de quinua al cambio climático para la mejora del rendimiento de la producción en la región. A pesar de las limitaciones de la agricultura de alta montaña de la región del altiplano, el productor de quinua practica desde tiempos ancestrales la agrobiodiversidad y el manejo de agro-ecosistemas para reducir los efectos de las perturbaciones climáticas en la región.

En el contexto actual, tan difícil en la economía peruana, la agricultura orgánica es una buena alternativa de sobrevivencia para los productores de granos andinos en la región del altiplano, actividad que concibe el conocimiento ancestral de los campesinos y los saberes de la naturaleza. La no sostenibilidad de la producción de la quinua, podría tener en el futuro un impacto negativo en la seguridad alimentaria de la población del altiplano.

Agradecimiento

Al Ing° MSc. Especialista en Desarrollo Agrícola y Rural Alipio Canahua Murillo, por sus comentarios y aportes a la mejora del presente estudio desde la óptica de la Ciencia Agronómica.

Referencias

- Acosta, A., Vialé, E. (2017). Una verdad incómoda: el Cambio Climático y el Mal desarrollo. *Revista de Investigaciones Altoandinas* 19(3), 239–242. DOI: [10.18271/ria.2017.288](https://doi.org/10.18271/ria.2017.288)
- Ajetomobi, J., Abiodun, A., y Hassan, R. (2011). Impacts of climate change on rice agriculture in Nigeria. *Tropical and subtropical agroecosystems*,

- 14(2), 613-622. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000200018&lng=es&tlng=en.
- Ahumada, R., Velázquez, G., Flores, E., y Romero, J. (2014). Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz. *Investigación y Ciencia*, 22(61), 48-53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67431579007>
- Castillo Iglesias, Y., González Robaina, F., Hervis Granda, G., Hirán Rivero, L., y Cisneros Zayas, E. (2020). Impacto del cambio climático en el rendimiento del maíz sembrado en suelo Ferralítico Rojo compactado. *Revista Ingeniería Agrícola*, 10(1), 49-60. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1219>
- Carrasco Choque, F. (2016). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de la quinua en el distrito de juli, periodo 1997 – 2014. *Comuni@cción: Revista De Investigación En Comunicación Y Desarrollo*, 7(2), 38-47. <https://comunicacionunap.com/index.php/rev/article/view/109>
- Cruz, J. (2018). *Análisis de la función Cobb-Douglas que mejor optimiza la productividad de la quinua orgánica en la Región Puno*. (Tesis Doctorado) Universidad Nacional del Altiplano. Puno <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9612>
- Deepak. K., West. P., Clark. M., Gerber. J., Prishchepov. A. y Chatterjee. S. (2019). El cambio climático probablemente ya afecta la producción mundial de alimentos. Institute on the Environment (IonE) <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/el-cambio-climatico-probablemente-ya-afecta-la-produccion-mundial-de-alimentos/>
- FAO, UNESCO y OIT (2017). Sembrar quinua orgánica para reducir la pobreza en los Andes. UNESCO Office in Lima-Perú.
- Gonzales, K. y Galera K. (2014). Efectos del cambio climático sobre la producción de papa en el Municipio de Villapinzón (Cundinamarca-Colombia) a partir del Enfoque Ricardiano. *Revista de investigación agraria ambiental*. 5(1). 231-242 <http://oaji.net/articles/2017/5565-1508730853.pdf>
- Haller, A., y Branca, D. (2020). Montología: una perspectiva de montaña hacia la investigación transdisciplinaria y el desarrollo sustentable. *Revista de Investigación Altoandinas*. 22(4), 313-322. <http://doi.org/10.18271/ria.2020-193>
- Fairlie, A., (2015). Cadena exportadora y políticas de gestión ambiental de la quinua en el Perú. http://www.latn.org.ar/p-content/uploads/2015/11/wp_179_Fairlie.Pdf
- Liuhto, M., Mercado, G., y Aruquipa, R. (2016). El cambio climático sobre la producción de quinua en el altiplano boliviano y la capacidad de adaptación de los agricultores. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y Recursos Naturales*, 3(2), 166–178. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182016000200006
- López, O. (2015). *Efectos del cambio climático en el rendimiento del trigo, el maíz y el arroz en América Latina*. (Tesis de Maestría) Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia. <https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/>.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W., y Shaw, D. (1996). Climate impacts on aggregate farm value accounting adaptation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 80(1), 55–66. DOI: [10.1016/0168-1923\(95\)02316-X](https://doi.org/10.1016/0168-1923(95)02316-X).
- Sánchez-Monje, M., y Olave, J. (2019). Review: Can climate change affect production of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*) crop on chilean Altiplano?. *Idesia (Arica)*, 37(1), 19-23. DOI: [10.4067/S0718-34292019005000202](https://doi.org/10.4067/S0718-34292019005000202)
- Mendelsohn, R., W., N., y Shaw, D. (1994). El impacto del calentamiento global en la agricultura: un análisis ricardiano. *American Economic Review*, 84, 753–771.
- Mendelsohn, R. y Dinar, A. (2009). Climate Change and Agriculture: An Economic Analysis of Global Impacts, Adaptation and Distributional Effects. *European Review of Agricultural Economics*, 37(3), 421–423. DOI: [10.1093/erae/jbq027](https://doi.org/10.1093/erae/jbq027)
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of political economy and taxation*. Kitchener: Batoche Book/ Cambridge.
- Rodríguez, J.P., Aro, M., Coarite, M., Jacobsen, S.-E., Ørting, B., Sørensen, M. y Andreasen, C. (2017), Seed Shattering of Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *J Agro Crop Sci*, 203(3), 254-267. DOI: [10.1111/jac.12192](https://doi.org/10.1111/jac.12192)
- Tapia, M., A., Canahua y S., Ignacio (2014). Razas de quinua del Perú, de los Andes al Mundo. Asociación Nacional de productores ecológicos del Perú (ANPE) & Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC).
- Tonconi, J. (2015). Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú. *Idesia*, 33(2), 119–136. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v33n2/art14.pdf>
- Postigo, J., (2017) Director de análisis y Mapeo de Impacto del Cambio Climático para la Adaptación y Seguridad Alimentaria (AMICAF). Entrevista a Juan Postigo sobre impacto del cambio climático en la quinua orgánica en Ilave-Puno.
- Turrent-Fernández, A., Cortés-Flores, J. I., Espinosa-Calderón, A., Turrent-Thompson, C., & Mejía-

Andrade, H. (2016). Cambio climático y algunas estrategias agrícolas para fortalecer la seguridad alimentaria de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(7), 1727-1739. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000701727&lng=es&tlng=es.

Vargas, D., Boada, M., Araca, L., Vargas, W., Vargas, R. (2015). Agrobiodiversidad y economía de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en comunidades aymaras de

la cuenca del Titicaca. *Idesia*, 33(4), 81-87. DOI: [10.4067/S0718-34292015000400011](https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000400011).

Vargas, B. (2014). La Función de producción COBB - DOUGLAS. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 8(8), 67-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2014000200006&lng=es&tlng=es.