



La investigación científica en quinua y su relación con el retorno económico entre los años 1999 al 2020

Scientific research in quinoa and its relationship with the economic return between the years 1999 to 2020

Luis Enrique Quintanilla Chacón^{1,*}; Marinalva Santos Bandy¹; Keneth Reategui Del Águila²; Marilyn Aurora Buendía Molina³

¹ Universidad Femenina Sagrado Corazón, Lima, Perú.

² Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía Peruana, Pucallpa, Perú.

³ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

ORCID de los autores

L. E. Quintanilla Chacón: <https://orcid.org/0000-0001-6709-4900> M. Santos Bandy: <https://orcid.org/0000-0002-224-1099>

K. Reategui Del Águila: <https://orcid.org/0000-0002-0201-2596> M. A. Buendía Molina: <https://orcid.org/0000-0003-2896-0778>

RESUMEN

Los fondos públicos de los países son escasos, especialmente en los países en desarrollo, tomando decisiones el gobierno en la asignación de recursos para la investigación agrícola. El objetivo fue determinar el retorno económico de la inversión en investigación científica en la productividad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el Perú desde 1999 al 2020. Para ello, se utilizaron datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y del Ministerio de Economía y Finanzas del Perú; la investigación es no experimental y de tipo básico. Asimismo, se utilizó la regresión lineal para el análisis de datos y se encontró un incremento de producción desde el año 1978 (529 kg/ha) al año 2020 (1480 kg/ha), la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 16,1% y la relación Beneficio/Costo es en promedio de 1,42; por lo que la inversión en investigación tiene altos retornos económicos y grandes beneficios para la sociedad.

Palabras clave: Quinoa; investigación; innovación; retornos económicos.

ABSTRACT

The public funds of the countries are scarce, especially in developing countries, with the government making decisions in the allocation of resources for agricultural research. The objective was to determine the economic return of investment in scientific research on the productivity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) in Peru from 1999 to 2020. For this, data from the United Nations Food and Agriculture Organization was used. (FAO) and the Ministry of Economy and Finance of Peru; the research is non-experimental and basic. Likewise, linear regression was used for data analysis and an increase in production was found from 1978 (529 kg/ha) to 2020 (1480 kg/ha), the Internal Rate of Return (IRR) is 16.1% and the Benefit/Cost ratio is on average 1.42; Therefore, investment in research has high economic returns and great benefits for society.

Keywords: Quinoa; research; innovation; economic returns.

1. Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es originaria de América del Sur, se caracteriza por su alto contenido en nutrientes y alta capacidad de adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas; asimismo, existe gran variabilidad genética que expresan múltiples respuestas fisiológicas y fenológicas (García-Parra et al., 2019; Vilcacundo & Hernández, 2017). Esta planta produce granos de alta calidad y contenido proteico, por contener aminoácidos como la lisina, treonina y metionina, que son considerados como esenciales. El aporte de lípidos en la quinua varía entre 1,8-9,5% y tiene un promedio de 5,0-7,2% (Hernández-Ledezma, 2019; Lorusso et al., 2017). Además, según (Bhargava & Ohri, 2016), 100 g de quinua brinda 0,20 mg de vitamina B6; 0,61 mg de ácido pantoténico; 23,5 g de ácido fólico y 7,1 g de biotina. Las características nutricionales varían según las condiciones ambientales, como temperatura, intensidad de luz, humedad relativa y precipitación. Estas condiciones son factores clave en la calidad y número de granos por panícula (Morales et al., 2017), así como en el comportamiento fenológico y fisiológico de las plantas relacionadas con la capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales (Winkel et al., 2016).

La planta de quinua presenta propiedades adaptativas que le permiten expresar su potencial productivo. Además de haber experimentado diversos procesos evolutivos y adquirir resistencia a problemas de salinidad, adaptabilidad a las sequías y tolerancia a las heladas (Jarvis et al., 2017; Ccoyllar-Quintanilla et al., 2021).

La producción de quinua ha incrementado en los últimos años, por el aumento en su precio y por la demanda del mercado nacional e internacional (Pinedo-Taco et al., 2018), debido al aporte a la seguridad alimentaria y nutrición (Caicedo, 2016), generando incremento en el uso de factores de producción como son, la tierra, mano de obra y maquinaria. Sin embargo, gran parte del incremento es consecuencia del cambio tecnológico, el cual incrementa la productividad y mejora el nivel de vida del productor; debido a la mano de obra familiar que es la principal herramienta del sistema de producción, así como la implementación de prácticas agroecológicas, utilizando los saberes campesinos, para fortalecer la proyección social del conocimiento científico (Plazas & García, 2017). Asimismo, Pinedo-Taco et al. (2018) señalan que el aumento de la superficie cultivada de quinua y la introducción de

tecnologías, con insumos externos, incrementan el rendimiento y cambios en el sistema de cultivo. La quinua se siembra bajo cuatro sistemas de producción: convencional, presenta dependencia de insumos externos, servicios de mano de obra y maquinaria (Mercado & Ubillus, 2017); tradicional, tienen bajos índices de producción y productividad, este sistema es utilizado en áreas de economías de subsistencia (Bolívar, 2011); mixtos o también llamados alternativos, se realiza el uso racional de agroquímicos y manejo responsable de la producción; y orgánico, es con asistencia técnica para llegar al mercados de exportación (Campos et al., 2017). A nivel internacional, para el 2030 se espera que los sistemas de producción sean sostenibles, con prácticas agrícolas que incrementen la producción y productividad, económicamente viables y ecológicamente adecuados. Además, debe ser cultural y socialmente aceptable y, conservar los ecosistemas.

Evaluar la sostenibilidad de la producción es difícil (Benítez et al., 2016) porque en general, se propone en mayor porcentaje la evaluación de las dimensiones: ecológica, económica y social o socio-cultural (Blandi et al., 2015). Para evaluar la sustentabilidad de cada dimensión mencionada, existen métodos de análisis multicriterio por medio de la evaluación de un conjunto de indicadores para conocer los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas. Por otro lado, según datos del año 2017 Ruiz et al. (2018) señalan en Ecuador una producción nacional de 1296 toneladas; mientras que, Perú y Bolivia presentaron, en conjunto, al mercado 80 mil toneladas. La sobre oferta del producto genera la disminución de precios del producto en el mercado, lo que genera la producción de productos elaborados con quinua. En el Perú gran parte del incremento se debe al cambio tecnológico, el cual mejora la productividad y aumenta el nivel de vida del productor (Quintanilla, 2019).

El objetivo del estudio fue determinar los retornos económicos de la inversión en investigación científica agrícola realizados para incrementar la productividad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.).

2. Material y métodos

La investigación se realizó utilizando información oficial publicada en la Organización de las Naciones, Unidad para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (FAOSTAT, 2022) que corresponde al área cosechada, medida en

hectáreas; producción total, medida en toneladas; y, rendimiento medido, medido en kilogramos por hectárea. Mientras que, los datos de inversión en investigación se obtuvieron de la página web del Ministerio de Economía y Finanzas de Perú (MEF, 2022).

El cálculo de los retornos económicos fue obtenido mediante la diferencia de los rendimientos en Perú y como testigo Bolivia (donde no ha habido incrementos sensibles) multiplicados por el área sembrada y el precio en chacra a precios del año 2022 a precios corrientes tomados de la página web de FAOSTAT (2022). Los métodos utilizados, para analizar los datos obtenidos, fueron por procedimientos estadísticos como el análisis de regresión lineal aplicado a transformaciones y determinando la polinómica cuadrática que se ajusta a los datos procesados.

3. Resultados y discusión

En la [Tabla 1](#) se presentan el área cosechada, producción y el rendimiento de la quinua en Perú y Bolivia entre los años 1999 al 2020, las tendencias se representan en las [Figuras 1 a, b y c](#). Los resultados obtenidos difieren del reporte presentado por [Ramos & García \(2010\)](#) quienes afirmaron que el principal productor de quinua del mundo es Bolivia con 64,789 hectáreas cultivadas; 38,257 toneladas totales producidas y 590 kg*ha⁻¹ de grano promedio; sin embargo, en la [Tabla 1](#) los datos muestran que la producción y rendimiento de la quinua es mayor en el Perú en comparación con Bolivia. En América latina, el

cultivo de quinua, es liderado por países como Perú y Bolivia ([Dueñas, 2014](#)), ambos países se encuentran dentro de las principales zonas productoras de quinua de la región andina y del mundo, al igual que Colombia y Ecuador.

El incremento en la producción se debe al incremento en el uso de los factores de producción como son tierra, mano de obra y maquinaria. En el caso de Bolivia los incrementos son consecuencia del uso de mayor superficie sembrada y cosechada; en el Perú gran parte del incremento se ha derivado del cambio tecnológico, el cual mejora la productividad y aumenta el nivel de vida del productor ([Quintanilla, 2019](#)). Los datos analizados al año 2020 confirman que el Perú, con menos áreas cosechadas que Bolivia, la supera en producción en el año 2020: 100,115 frente a 70,170 toneladas ([Figura 1](#)).

En el Perú, según las estadísticas del MEF (2022) la producción total pasó de 28,413 mil t el 1999 a 100,115 mi t el 2020; asimismo, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2020), reportó una producción total de 30 mil t el 2008 a 86 mil t para el 2018, con 14,2% tasa de crecimiento anual. La producción nacional registró mayor crecimiento en el año 2014 con 115 mil t, mejora el rendimiento y la producción por hectárea (IICA, 2015), en los siguientes años la producción y los precios fueron variables. En el año 2019, el departamento de Puno fue el primer productor, luego se expandió el cultivo en Arequipa, Ayacucho, Junín y otros 15 departamentos del Perú.

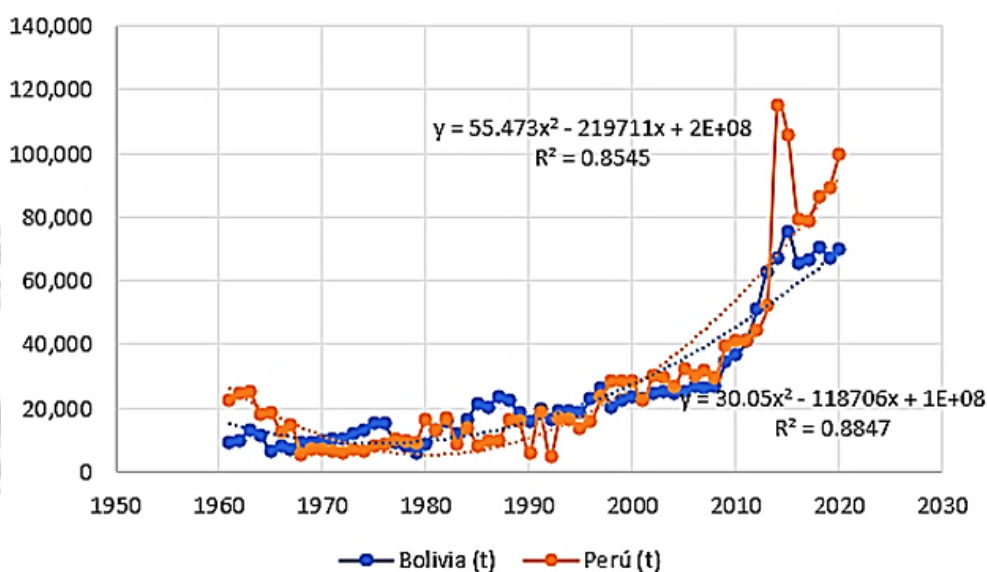


Figura 1. Producción de quinua de Perú y Bolivia.

Tabla 1
Producción y rendimiento de quinua por hectárea en Perú y Bolivia

Año	Área (ha)		Producción (t)		Rendimiento (kg/ha)		Incremento (kg/ha)	Perú, área (ha)	Incremento (kg)	Incremento (S/.)	Ejecución de gasto		Flujo neto	Precio S/
	Bolivia	Perú	Bolivia	Perú	Bolivia	Perú					Girado (S/.)	B/C		
1999	35,963	28,979	22,498	28,413	626	980	355	28,979	10,284,102	12,752,287	26,924,115	0,47	-14,171,828	1,24
2000	36,847	28,889	23,785	28,191	646	976	330	28,889	9,542,945	11,165,246	27,958,507	0,40	-16,793,261	1,17
2001	37,223	25,601	23,299	22,267	626	870	244	25,601	6,242,561	7,428,647	25,582,300	0,29	-18,153,653	1,19
2002	37,817	27,851	24,179	30,373	639	1,091	451	27,851	12,565,947	14,073,860	26,021,485	0,54	-11,947,625	1,12
2003	38,289	28,326	24,936	30,085	651	1,062	411	28,326	11,637,479	12,917,602	42,060,622	0,31	-29,143,020	1,11
2004	38,649	27,676	24,688	26,997	639	976	337	27,676	9,318,274	10,343,284	40,248,021	0,26	-29,904,737	1,11
2005	39,302	28,632	25,201	32,590	641	1,138	497	28,632	14,230,755	16,507,676	43,251,626	0,38	-26,743,950	1,16
2006	42,431	29,947	26,873	30,429	633	1,016	383	29,947	11,462,543	13,525,801	44,239,684	0,31	-30,713,883	1,18
2007	45,454	30,381	26,601	31,824	585	1,048	462	30,381	14,044,157	17,133,872	48,034,414	0,36	-30,900,542	1,22
2008	46,369	31,163	27,169	29,867	586	958	372	31,163	11,607,655	18,572,249	52,983,694	0,35	-34,411,445	1,60
2009	59,924	34,026	34,156	39,397	570	1,158	588	34,026	20,002,566	67,208,622	48,430,359	1,39	-18,778,263	3,36
2010	58,496	35,313	36,724	41,079	628	1,163	535	35,313	18,909,371	63,913,674	50,032,179	1,28	13,881,495	3,38
2011	63,307	35,475	40,943	41,182	647	1,161	514	35,475	18,238,993	67,119,495	49,435,159	1,36	17,684,336	3,68
2012	131,192	38,495	50,874	44,213	388	1,149	761	38,495	29,285,301	113,626,970	45,286,262	2,51	68,340,708	3,88
2013	147,312	44,868	63,075	52,129	428	1,176	734	44,868	32,917,740	207,052,586	57,170,277	3,62	149,882,309	6,29
2014	113,506	68,140	67,711	114,725	597	1,684	1,087	68,140	74,076,686	583,353,901	68,216,368	8,55	515,137,533	7,88
2015	121,186	69,303	75,449	105,666	623	1,525	902	69,303	62,518,755	306,717,011	120,560,311	2,54	186,156,700	4,91
2016	118,913	64,223	65,548	79,269	551	1,234	683	64,223	43,867,579	174,856,169	120,069,383	1,46	54,786,786	3,99
2017	110,639	61,721	66,792	78,657	604	1,274	671	61,721	41,396,459	152,338,968	163,931,506	0,93	-11,592,538	3,68
2018	111,605	65,736	70,763	86,828	634	1,321	687	65,736	45,148,178	173,730,188	185,867,912	0,93	-12,137,724	3,85
2019	116,746	64,859	67,135	89,414	575	1,379	804	64,859	52,116,714	242,655,420	193,916,490	1,25	48,738,930	4,66
2020	115,973	67,638	70,170	100,115	605	1,480	875	67,638	59,190,315	271,801,928	154,919,054	1,75	116,882,874	4,59
Promedio											1,42	TIR: 16,4%		

Fuente: FAOSTAT (2022) y MEF (2022).

Bedoya-Perales et al. (2018) reportaron que el auge de la quinua fue debido al incremento de siembra en el 2014, provocando una aceleración de la producción en áreas tradicionales y su cultivo en nuevas regiones, teniendo consecuencia en los ecosistemas, provocando la degradación de tierras, el uso excesivo de plaguicidas, problemas fitosanitarios, entre otros. Entre los años 2006 al 2014 las tasas de crecimiento de producción de quinua fueron positivas, pero entre los años 2015 y 2016 la producción descende. Ello se pudo deber a la caída del precio de la quinua Post AIQ a causa de la sobre producción y por el incremento de las plagas del cultivo en la Costa, los Estados Unidos devolvieron 200 contenedores el 2014, y el 2015 se aprobó los Límites Máximo de Residuos (LMR) de plaguicidas utilizados en quinua (Chávez et al., 2017). Asimismo, Pinedo et al. (2020) indican que, la producción de quinua en el Perú, en los últimos diez años, se ha intensificado, pasando de las prácticas tradicionales a sistemas de producción tecnificados debido a la demanda del mercado, lo que genera cambios en términos económicos, sociales y ambientales.

El incremento de la producción de quinua por mayor uso del recurso tierra desde el año 1999 hasta 2020 ha sido casi la misma (Figura 2, Tabla 1); sin embargo, Bolivia ha duplicado, durante dicho periodo, el uso de área sembrada y cosechada. En el 2020 Bolivia cosechó 115,973 ha y Perú solamente 67,638 ha; sin embargo, los

mayores rendimientos permitieron a Perú superar a Bolivia en producción y exportaciones (FAOSTAT, 2022), por adaptarse la quinua ante el cambio climático logrando un normal desarrollo vegetativo a altitudes entre 2000 y 3500 msnm, cumpliendo con el índice de cosecha y rendimiento esperado (Amador & Montesinos, 2017). Ambos países producen el 74% de la producción mundial (Alandia et al., 2020). Es así que, en los andes del Perú, en la mayoría de los departamentos la quinua se ha adaptado, permitido la renovación de prácticas agrícolas durante la etapa de siembra (Stevens, 2017) y la producción de varias cepas (Bedoya-perales et al., 2018). Lo cual es confirmado por Ccoyllar-Quintanilla et al. (2021).

En la Figura 3 se observa el incremento de la producción por aumento en la productividad (cambio tecnológico). Un ejemplo es el incremento en la producción de quinua por área de terreno agrícola usado en el Perú, especialmente en el altiplano, que ha llevado la productividad de 526 kg/ha a 1,480 kg/ha en cuarenta y dos años de investigación e innovación agraria por el INIA desde 1978 hasta 2020. Ello gracias a la tolerancia a los estreses abióticos de la quinua como a la sequía, la salinidad y distribución potencial; que le permite una buena productividad, favorecido por la demanda a nivel mundial. Además, Ccoyllar-Quintanilla et al. (2021) evidencian zonas de mayor capacidad de movilidad de *Chenopodium quinoa* Willden los

Andes del Perú como los departamentos de Puno, Apurímac, Ayacucho y Cuzco, donde las variables bioclimáticas como precipitación y temperatura son adecuadas para la producción, a diferencia de la costa o la selva.

Se distinguen dos tipos de innovación: la innovación de procesos representa cuando un nuevo conocimiento de ingeniería agrícola mejora las técnicas de producción para los productos existentes y la *innovación de productos*, por la cual se introducen nuevas variedades mejoradas de quinua al mercado. [Zurita-Silva et al. \(2014\)](#) reportaron que la quinua es de calidad y presenta

propiedades de tolerar el estrés abiótico, además la introducción del cultivo se está llevando a cabo en varias regiones y se está produciendo en altitudes más bajas de lo habitual como en la costa ([Cruces et al., 2020](#)).

La importancia de la innovación (nuevas variedades mejoradas) son más difíciles de cuantificar, pero son importantes para elevar el nivel de vida que las innovaciones en procesos productivo ([Quintanilla, 2019](#)). La diversidad de variedades mejoradas en Perú es mucho mayor que hace 50 años y en este proceso el INIA del Perú han tenido un rol importante.

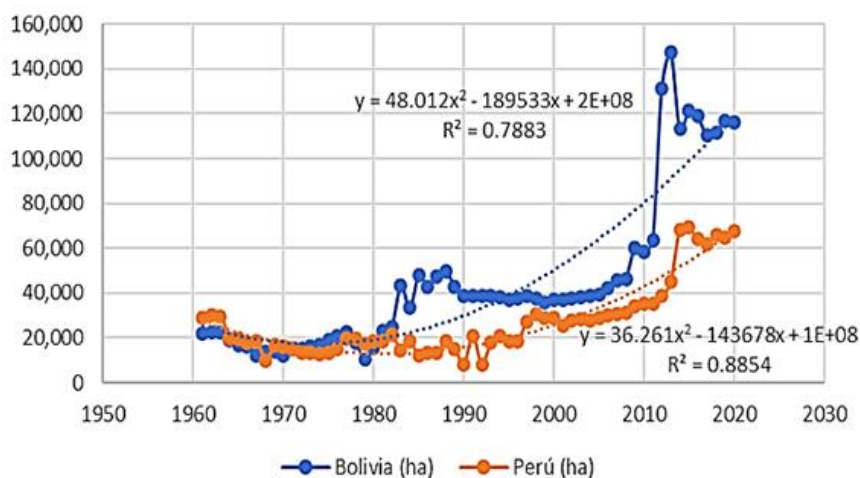


Figura 2. Área de cosechada de quinua de Perú y Bolivia.

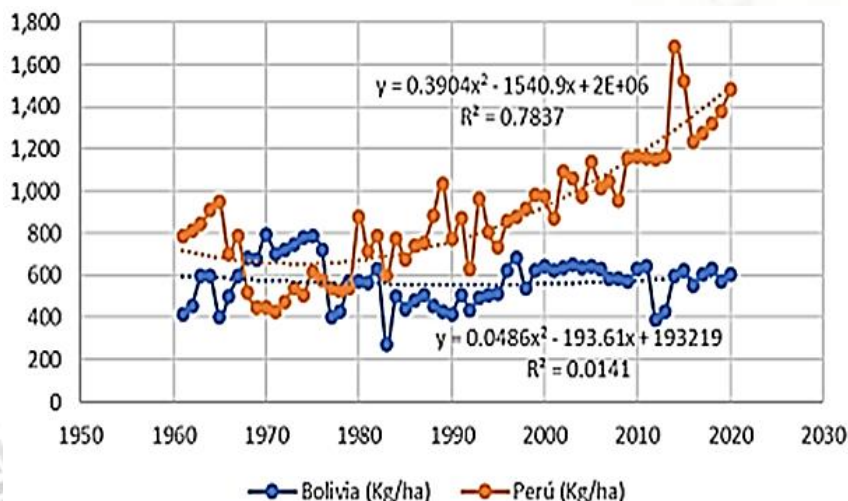


Figura 3. Rendimiento de quinua de Perú y Bolivia.

4. Conclusiones

El avance de la tecnología incrementa la producción de la quinua por unidad de área de terreno usado. El cambio positivo se logra con la innovación en la agricultura. Siendo la ecuación que se ajusta a los datos de rendimientos

analizados es la polinómica de segundo grado: $y = 2E+06 - 1540,9x + 0,3904x^2$ con una bondad de ajuste de $R^2 = 0,7837$. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 16,1%. Asimismo, La relación B/C es en promedio de 1,42 lo que significa que, por cada unidad monetaria invertida, en este caso el Sol, se

tiene un retorno de S/1,42 con un beneficio neto de 42 centavos de Sol. La inversión en investigación tiene altos retornos económicos y grandes beneficios para la sociedad. Se recomienda realizar encuestas a los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Alandia, G., Rodríguez, J. P., Jacobsen, S. E., Bazile, D., & Condori, B. (2020). Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. In *Global Food Security*, 26, 1004-29.
- Amador, E., & Montesinos, E. (2017). Adaptación del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) al cambio climático en los Andes del Perú. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 19(37), 15-23.
- Bhargava, A., & Ohri, D. (2016). Origin of Genetic Variability and Improvement of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In: Rajpal, V., Rao, S., Raina, S. (eds) Gene Pool Diversity and Crop Improvement. Sustainable Development and Biodiversity, vol 10. Springer, Cham.
- Benítez, G., Alvarado, G., Ortíz, G., Sangabriel, W., & Lara, A. (2016). Evaluación rápida de la sostenibilidad en la región de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Interciencia*, 41, 588-595.
- Bedoya-Perales, N. S., Pumi, G., Talamini, E., & Padula, A. D. (2018). The quinoa boom in Peru: Will land competition threaten sustainability in one of the cradles of agriculture? *Land Use Policy*, 79, 475-480.
- Blandi, M. L., Sarandón, S. J., & Flores, C. C., Veiga, I. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 114, 251-264.
- Bolívar, H. (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas agrícolas hacia el desarrollo sostenible. *CICAG*, 8, 1-18.
- Caicedo, J. (2016). Seguridad alimentaria y nutricional: Experiencias con huertas rurales de la comunidad Chapacual, Nariño. Trabajo de investigación. Bogotá (Colombia): Pontificia Universidad Javeriana.
- Campos, A., Cabrera, P., Pérez, C., & Laura, C. (2017). Tendencia del mercado y la producción de los productos orgánicos en el Perú. *Revista Investigación Altoandina*, 19, 427-431.
- Ccoyllar-Quintanilla, K. P., Zaravia-Povis, A. F., Lozano-Povis, A. A., & Comejo-Tueros, J. V. (2021). Vulnerabilidad de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ante eventos de estrés ambiental en las regiones altoandinas del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 589-597.
- Chávez, A., Trujillo, S., Janampa, T., & Yulisa, Y. (2017). Análisis de la cadena productiva de la quinua en San Román Puno para usos prospectivos. Tesis e Licenciado en Gestión. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. 188pp.
- Cruces, L., de la Peña, E., & De Clercq, P. (2020). Insect diversity associated with quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in three altitudinal production zones of Peru. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(4), 955-968.
- Dueñas, D. (2014). Vigilancia competitiva de la quinua: potencialidad para el departamento de Boyacá. *Suma de negocios*, 5(12), 85-95.
- FAOSTAT, (2022). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO.
- García-Parra, M., García-Molano, J., & Deaquiz-Oyola, Y. (2019). Comportamiento fisiológico de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones agroclimáticas de Boyacá, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 37(2), 144-152.
- Hernández-Ledezma, B. (2019). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as source of bioactive compounds: a review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 2, 3, 27-47.
- IICA-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). El mercado y la producción de quinua en el Perú. Lima, Perú. 163 pp.
- Jarvis, D., Ho, D., Lightfoot, S., Schmöckel, B., Li, T., Borm, H., et al. (2017). The genome of *Chenopodium quinoa*. *Nature*, 542(7641), 307-312.
- Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobetti, M., & Rizzello, C. (2017). Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT-Food Science and Technology*, 78, 215-221.
- MEF. (2021). Seguimiento de la Ejecución Presupuestal. <https://www.mef.gob.pe/es/seguimiento-de-la-ejecucion-presupuestal-consulta-amigable>.
- Mercado, W., & Ubillus, K. (2017) Characterization of producers and quinoa supply chains in the Peruvian regions of Puno and Junin. *Scientia Agropecuaria*, 8, 251-265.
- MINAGRI-Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). Boletín Estadístico Mensual "El Agro en Cifras". Lima, Perú. 166 pp.
- Morales, A., Silva, A., Maldonado, J., & Silva, H. (2017). Transcriptional responses of Chilean Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under water deficit conditions uncovers ABA-Independent expression patterns. *Front. Plant. Sci.*, 8, 216.
- Pinedo-Taco, R., Gómez-Pando, L., & Julca-Otiniano, A. (2018). Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(15) 399-409.
- Pinedo-Taco, R., Gómez-Pando, L., & Julca-Otiniano, A. (2020). Environmental sustainability of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) production in the inter-Andean valleys of Peru. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1309.
- Plazas, N., & García, M. (2017). Empoderamiento de las comunidades rurales a través de la proyección social del conocimiento científico. *Revista Cultura Científica*, 15, 124-133.
- Quintanilla, L. E. (2019). *Perú: Retornos Económicos de la Investigación Científica en Quinoa*. (I. Chile, Ed.) Recuperado el 22 de Enero de 2022, de VII Congreso Mundial de la Quinoa.
- Ramos, H., & García, M. (2010). La Agricultura Ecológica de la quinua, una alternativa a los impactos de desertización en el Altiplano Sur. Resumen tercer congreso internacional de la quinua, 147 p. Oruro-Bolivia.
- Ruiz, D., de la Torre, Y., & Yanel, A. (2018). Acceso a mercados en el comercio internacional de quinua, Ecuador-Unión Europea., Tesis presentada en opción al Título de Diploma, Carrera de Ingeniería en Comercio Exterior y Negociación Internacional, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, 2018.
- Stevens, A. W. (2017). Quinoa quandary: Cultural tastes and nutrition in Peru. *Food Policy*, 71, 132-142.
- Vilcacundo, R.; & Hernández, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Current Opinion in Food Science*, 14, 1-6.
- Winkel, T., Bommel, P., Chevarría-Lazo, M., Cortés, G., Del castillo, C., et al. (2016). Panarchy of an indigenous agroecosystem in the globalized market: the quinoa production in the Bolivian Altiplano. *Glob. Environ. Change*, 39, 195-204.
- Zurita-Silva, A., Fuentes, F., Zamora, P., Jacobsen, S. E., & Schwember, A. R. (2014). Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Potential and perspectives. *Molecular Breeding*, 34(1), 13-30.