

## Producción agroecológica de ecotipos de quinua de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con microorganismos eficaces

Agroecological production of quinoa native ecotypes of colors (*Chenopodium quinoa* Willd.) with effective microorganisms

Luis Alfredo Palao Iturregui<sup>1</sup>\*, Ali William Canaza-Cayo<sup>1</sup> & Pablo Antonio Beltrán Barriga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú.

\* Autor para correspondencia E-mail: [lpalao@hotmail.com](mailto:lpalao@hotmail.com)

Ali William Canaza-Cayo  <https://orcid.org/0000-0002-4189-4747>

### ARTÍCULO ORIGINAL

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Artículo recibido: 28/10/2018

Artículo aceptado: 20/06/2019

En línea: 26/07/2019

#### PALABRAS CLAVE:

Rendimiento,  
Pigmentos,  
Microorganismos eficaces

### RESUMEN

La investigación, fue realizada en el Centro de Investigación y Producción Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en el distrito de Paucarcolla provincia y Región Puno, a una altitud de 3850 msnm, con el objetivo de evaluar la producción agroecológica de ecotipos de quinua nativa de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con la utilización de Microorganismos Eficaces; asimismo, evaluar las características físico químicas y biológicas del suelo al inicio y final del experimento, caracterizar los pigmentos de los ecotipos y comparar los costos de producción. El experimento fue conducido bajo un diseño de bloque completo al azar con un arreglo factorial de 9 x 3 x 2, nueve ecotipos de quinua, tres dosis de Microorganismos Eficaces y dos prácticas agroecológicas (materia orgánica y control ornitológico) haciendo 54 tratamientos en 3 bloques con un total de 162 unidades experimentales. Los análisis de suelo fueron realizados por procedimientos de rutina, el análisis microbiológico, fue realizado mediante recuento en Unidades Formadoras de Colonias de microorganismos. El mejor rendimiento de grano fue con el ecotipo Negra Collana con 3072.17 kg/ha, con la dosis de 15% de EM y aplicaciones agroecológicas. Hubo un incremento significativo de la microbiología del suelo al final del periodo de cultivo, en bacterias aerobias, levaduras, mohos, lactobacillus y actinomicetos. Los pigmentos caracterizados fueron betacianinas (roja a violeta) y betaxantinas (amarilla a naranja) con predominio de las codificaciones 150 a 159. Los ecotipos Negra Collana y Mistura, con dosis de EM al 15% y aplicaciones agroecológicas tuvieron mayores utilidades netas, rentabilidad y relación B/C.

### ORIGINAL ARTICLE

#### ARTICLE INFORMATION

Article received: 28/10/2018

Article accepted: 20/06/2019

On line: 26/07/2019

#### KEYWORDS:

Ecotypes,  
native Quinoa,  
Pigments,  
effective microorganisms

### ABSTRACT

The research was carried out at the Illpa Research and Production Center of the National University of the Altiplano, located in the district of Paucarcolla province and Region Puno, located at 3850 m.a.s.l. The aim of this research was to evaluate the agroecological production of quinoa ecotypes of colors (*Chenopodium quinoa* Willd.) by the use of Effective Microorganisms (EM); to evaluate the physical and chemical characteristics of the soil at the beginning and end of the experiment; to characterize the pigments of the quinoa ecotypes and compare production costs. The experiment was conducted under a randomized complete block design with a factorial arrangement of 9 x 3 x 2, of nine quinoa ecotypes, three doses of EM and two agroecological practices (organic matter and ornithological control) with 54 treatments in 3 blocks and a total of 162 experimental units. The soil analyzes were performed by routine procedures, the microbiological analysis was carried out by counting in colony forming units. The best grain yield was with the Black Collana ecotype with 3072.17 kg / ha, with the dose of 15% of EM and agro-ecological applications. There was a significant increase in soil microbiology at the end of the growing period, in aerobic bacteria, yeasts, molds, lactobacillus and actinomycetes. The characterized pigments were betacyanines (red to violet) and betaxanthins (yellow to orange) with a predominance of 150 to 159 codings. The Black Collana and Mistura ecotypes, with 15% EM doses and agroecological applications had higher net profits, profitability and B/C ratio.

## INTRODUCCIÓN

La quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.), es una planta con propiedades funcionales y de alto valor nutritivo por su alto contenido de proteína, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales; es considerado como un cultivo nutraceutico (Gewehr et al., 2012). En los ecotipos de color, los pigmentos como las betalainas son mayores que en muchas de las especies vegetales del planeta (Vidaurre-Ruiz et al., 2017)., Con una amplia valencia ecológica, se adapta bien a zonas secas y salinas como el altiplano del sur del Perú y Bolivia y otros pisos ecológicos, cultivándose en altitudes de 0 a 4000 msnm, por lo que se constituye en un cultivo estratégico de primer orden para el país y la humanidad (Rojas et al., 2014).

En la actualidad, existe fuerte demanda del mercado internacional por la quinua orgánica de ecotipos de color por su alto valor nutritivo (Pinedo-Taco et al., 2018); así como su uso por los chefs en la cocina internacional para la preparación de platos selectos. Esta demanda se extiende a los empresarios agroindustriales por su diversidad de colorantes orgánicos para su utilización en procesos de industrialización (Peralta, 2014).

Dentro de las prácticas agroecológicas, la tecnología de los microorganismos eficaces (EM) ha empezado a demostrar un extraordinario potencial para resolver uno de los mayores problemas de ámbito mundial como es la polución en general (Nikitin et al., 2018), con el deterioro resultante de la contaminación del medio ambiente (Alaña et al., 2017). Los EM, están constituidos por 80 especies de microorganismos benéficos que incluyen especies aeróbicas y anaeróbicas, capaces de restaurar los agroecosistemas dañados por la fuerte intervención antrópica (Nikitin et al., 2018).

Los abonos químicos, plaguicidas, funguicidas y algunas técnicas de laboreo, están vinculados con una rápida disminución de la actividad microbiana del suelo (Hernández et al., 2013). El uso de

funguicidas en particular, ha mostrado que es capaz de cambiar el equilibrio de los organismos del suelo (Lampkin, 2015); por lo que se hace importante la utilización de otras alternativas de manejo y técnicas agroecológicas de producción. Dentro de éstas, se han probado estrategias de control ornitológico en la producción de quinua que disminuyen considerablemente el daño, entre 100% mallas y 80% papeles de colores dorado y plateado (Pauro et al., 2018). Los objetivos del trabajo fueron: i) evaluar la producción agroecológica de ecotipos de quinua nativa de colores (*Chenopodium quinoa* Willd.) con la utilización de EM, ii) evaluar las características físico químicas y biológicas del suelo al inicio y final del experimento y iii) caracterizar los pigmentos de los ecotipos y comparar los costos de producción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en el Centro de Investigación y Producción Illpa (CIP ILLPA) de la Universidad Nacional del Altiplano ubicado en la Región Puno, Distrito de Paucarcolla, el Sur Oeste de la Ciudad de Puno, a una altitud de 3850 msnm. El área experimental total fue de 2139 m<sup>2</sup> con una pendiente del 3% y un área por parcela individual de 6 m<sup>2</sup>.

El experimento fue conducido bajo un diseño de bloque completo al azar y arreglo factorial de 9 x 3 x 2, resultando 54 tratamientos en 3 bloques con un total de 162 unidades experimentales. Fueron utilizados 9 ecotipos de quinua de color (E): Negra collana, Roja, Amarilla de marangani, Pasancalla ploma, Mistura, Chullpi Rosada, Cuchiwilla, Ayara y Chullpi blanca; tres niveles de Microorganismos eficaces (EM): EM-A0 al 0%, EM-A1 al 10% y EM-A2 al 15% y dos practicas agroecológicas: Aplicación de estiércol de ovino (10 t/ha) y protector ornitológico con papel metálico dorado (A1) y sin aplicaciones agroecológicas (A0).

La siembra se realizó a finales de primavera en forma manual a chorro continuo en líneas al fondo

*Rev. Investig. Altoandín. 2019; Vol 21 Nro 3 173 - 181*

del surco con una densidad de 10 kilos por hectárea de semilla, el tapado fue superficial de 2 a 3 cm. de profundidad. El estiércol de ovino fue aplicado al momento de la siembra, previamente inoculado con Microorganismos Eficaces activados (EMa) en las dosis de 0, 10 y 15% de disolución. La aplicación del EMa; se realizó en dos fases fenológicas durante el desarrollo del cultivo, la primera fue en la fase de emergencia y la segunda aplicación fue a inicios de la formación de grano. Fueron aplicados 2 l/ha para la dosis de EMa al 10% y 3 l/ha para la dosis de EMa al 15%.

La instalación de banderines de papel dorado, se realizó al inicio de la fase fenológica de grano pastoso, la cual fue fijada en rafias con grapas al centro de la parcela y colocadas en forma horizontal en dos carrizos a manera de tutores.

La evaluación de la productividad (kg/ha) de grano de los ecotipos de quinua se realizó en la cosecha y para cada tratamiento. Previamente se realizó un análisis de caracterización de suelo determinándose las características físicas y químicas del suelo en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. El análisis microbiológico del suelo antes y después de la aplicación del EMa; fue realizado mediante el recuento en Unidades Formadoras de Colonias de microorganismos (UFC) en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano, para determinar: bacterias aerobias (mesófilos), mohos, levaduras, lactobacillus y actinomicetos. La identificación de los pigmentos fue realizada por comparación con patrones identificados de cada ecotipo de quinua, utilizando una tabla colorimétrica; caracterizándose a los pigmentos individualmente. La evaluación y comparación de los costos de producción de la tecnología tradicional

y la agroecológica se realizó en base a la referencia planteada por el Instituto Nacional de Innovación Agrarias considerando los costos directos e indirectos durante la campaña agrícola 2011-2012, desde la siembra hasta la cosecha del cultivo y teniendo en cuenta otros estudios costos (Arellano, Quispe, Ayaviri, & Escobar, 2017).

Los datos de las variables de rendimiento de quinua fueron sometidos al análisis de varianza a través del procedimiento PROC GLM utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2013. Cuando los efectos fueron significativos, los promedios fueron comparados por la prueba de Duncan al 5% ( $P < 0.05$ ).

## RESULTADOS

El rendimiento de los ecotipos de quinua presentó diferencia significativa entre bloques ( $P < 0.05$ ). Se hallaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para la interacción triple entre los factores: ecotipo de quinua de color (E), dosis de EM (M) y aplicaciones agroecológicas (A). Este comportamiento indica que cada factor actúa de forma dependiente uno del otro sobre el rendimiento del cultivo. El coeficiente de variación (CV) fue de 36.25 %.

Se observa que la interacción E1M2A1 (Negra collana x 15% EM x con aplicaciones agroecológicas) presentó el mayor rendimiento con 3072.17 kg/ha de grano en promedio, a este valor le siguen las interacciones del 2 al 12 según orden de mérito, con rendimientos que varían entre 2394.67 kg/ha y 1784.83 kg/ha en promedio, los cuales son estadísticamente similares y superiores a las demás interacciones; por último se ubica la interacción E6M1A0 (Chullpi rosada x 10% EM x sin aplicaciones agroecológicas) el cual tiene un rendimiento de 128.83 kg/ha (Figura 1).

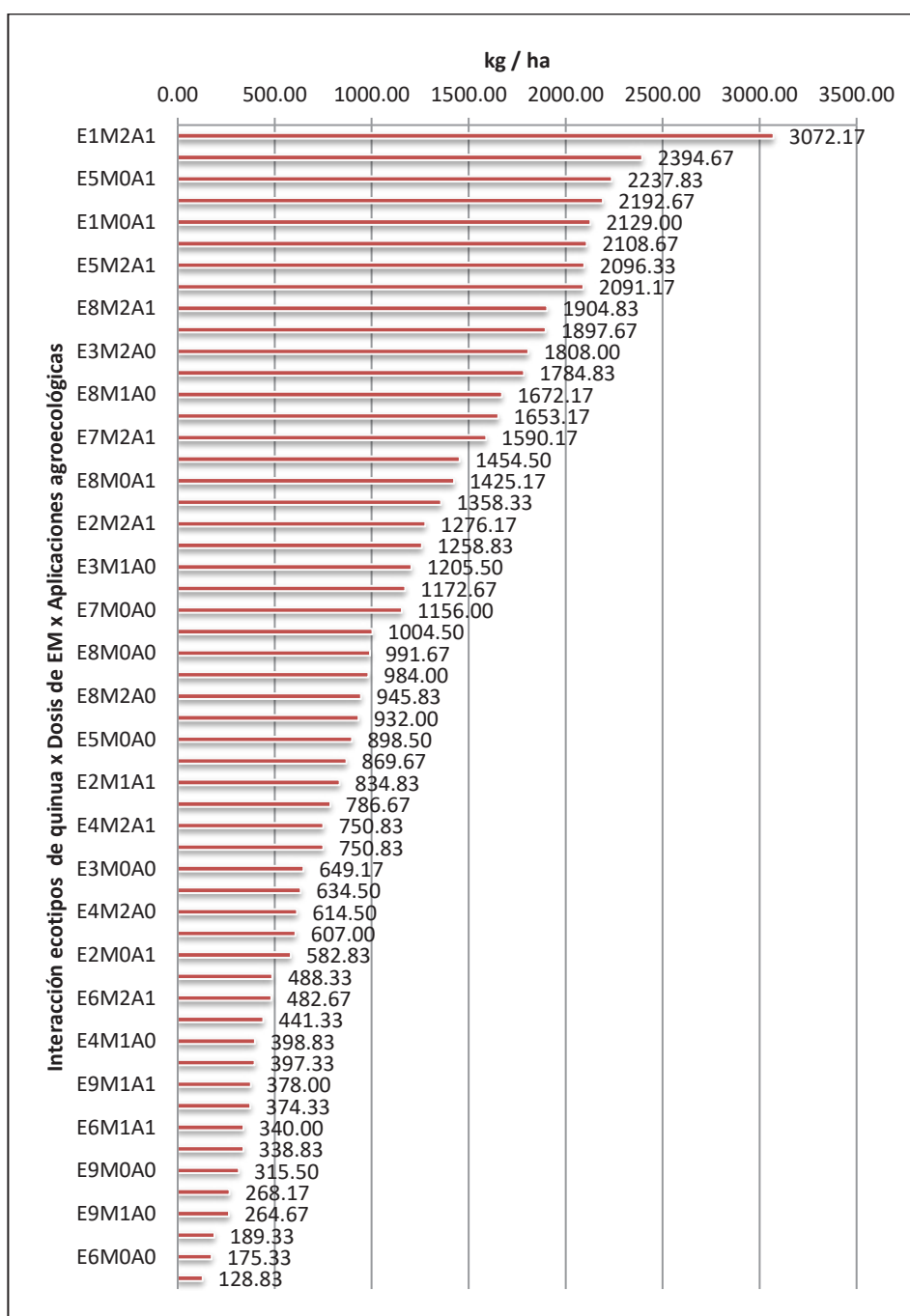


Figura 1. Promedio de rendimiento de quinua según la interacción ecotipos de quinua x dosis de EM x aplicaciones agroecológicas (kg/ha).

Al evaluar las características microbiológicas del suelo, se observó incremento de microorganismos mesófilos, levaduras, mohos, lactobacillus y actinomicetos al final del experimento respecto a la

evaluación inicial. Dentro de estos, los mesófilos y actinomicetos tuvieron un mayor nivel de incremento durante el periodo de evaluación (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Comparación de análisis microbiológico del suelo: inicial – final del periodo experimental*

Grupo de microorganismos	Análisis inicial del suelo	Análisis final del suelo (tratamiento con EM)
Recuento total de Bacterias Aerobios (Mesofilos)	45 x 10 <sup>2</sup>	112 x 10 <sup>2</sup>
Recuento total de Levaduras	Negativo	2 x 10 <sup>2</sup>
Recuento total de mohos	24 x 10 <sup>2</sup>	32 x 10 <sup>2</sup>
Recuento total de Lactobacillus	Negativo	1 x 10 <sup>2</sup>
Recuento de actinomicetos	12 x 10 <sup>2</sup>	60 x 10 <sup>2</sup>

*Fuente:* Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

El suelo mostró un ligero incremento de la materia orgánica de 0.4% y de 0.03 % de nitrógeno total, ligera disminución del fósforo, incremento en conductividad eléctrica, en cationes intercambiables de Ca, Mg, K, Na y de la capacidad de intercambio catiónico.

Al identificar los pigmentos en los ecotipos de quinua y comparando los diferentes colores de los granos de quinua, fue observado dos tipos de pigmentos (betacianinas y betaxantinas), siendo las betacianinas los más predominantes en los ecotipos de quinua; según la clasificación de colores naturales de la Comunidad Económica Europea.

En relación a los costos de producción, con dosis de EM al 15% (M2) y con utilización de prácticas agroecológicas (A1) mostró que, los ecotipos Negra collana y Mistura tuvieron los mayores rendimientos de 3072.17 kg/ha y 2096.33 kg/ha, con un costo total de S/. 4534.92 y S/. 4295.39, utilidades netas de S/. 32331.12 y S/. 20860.57, con rentabilidad de 712.94% y 485.65% y una relación B/C de S/. 7.13 y S/. 4.86 respectivamente. El ecotipo con menor rendimiento fue Chullpi blanca con 374.33 kg/ha, con un costo total de S/. 3690.83 ingreso neto de S/. 801.13, rentabilidad 21.71% y relación B/C muy baja de S/. 0.22, lo cual indica una condición de pérdida, para que un cultivo sea rentable tiene que ser mayor a 1.

## DISCUSIÓN

La diferencia estadística entre bloques muestra la variación del ambiente experimental, la cual repercute en el comportamiento del rendimiento de los ecotipos y variedades comerciales de quinua influenciado por las características propias del suelo. Estas diferencias de productividad se deben a las características morfológicas y genotípicas propias de cada ecotipo, dosis de EM y aplicaciones agroecológicas (A) que influyeran sobre el rendimiento.

MINAGRI (2017), menciona que durante los años 2005 al 2013 el rendimiento promedio a nivel nacional de quinua, fue de 1100 a 1200 kg/ha en comparación a los años 2014 al 2016 con un promedio de 1700 kg/ha. Estos rendimientos comparados con los obtenidos en la presente investigación son superiores en algunas variedades con la utilización de prácticas agroecológicas; asimismo, por el comportamiento del ecotipo afectado por los factores climáticos de la campaña agrícola, los cuales influyeron directamente sobre el desarrollo del cultivo. Los resultados encontrados difieren con lo reportado por Cahui (2010), quien al utilizar Bokashi-EM elaborado en base a papa y aplicado en el cultivo tuvo un rendimiento promedio de 2375 kg/ha.

Con relación a la aplicación de EM, Quispe (2010), indica que el mayor rendimiento fresco en ají paprika (42196.08 kg/ha) fue obtenido con la variedad Queen con 7 t/ha de estiércol de lombriz y 0.5 litros de EMa en 200 litros agua. Medina (2009), obtuvo los mejores resultados en cultivo de melón en la variedad Piel de Sapo con la aplicación de Humus de lombriz de 0.5 kg/planta y 100 ml de EMa en 20 litros de agua logrando 12.6 t/ha, rendimientos que confirman los efectos benéficos de la aplicación de EM en la producción de cultivos, en concordancia con lo encontrado en los ecotipos de quinua con aplicación de EM y utilización de prácticas agroecológicas en el presente experimento.

Las aves causan daños significativos al rendimiento de granos en los campos agrícolas (Rodríguez et al., 2014). Cuando fueron utilizados banderines de papel dorado como práctica agroecológica se ha obtenido buenos resultados en rendimiento del cultivo, comportamiento que es coincidente con lo reportado por Pauro (2018), quien al usar estos banderines obtuvo un rendimiento promedio de 3053.4 kg/ha, valor superior al obtenido en el testigo con un rendimiento de grano de 1626.6 kg/ha. El efecto positivo de los banderines de papel dorado también es confirmado por los siguientes autores: Robles *et al.*, 2003; Rasmussen *et al.*, 2003; Carpio et al., 2016, quienes sostienen que, las tiras de papel aluminio producen reflejo del brillo solar reduciendo el daño causado por aves, protegiendo el cultivo, producto del cual ocurre una mejora en el rendimiento del cultivo.

Por otro lado, las estrategias de manejo del cultivo pueden mejorar la productividad de los granos de quinua. Carpio et al., (2016), indican que con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización, y labores culturales oportunas), es posible obtener rendimientos promedios de 5 t/ha. Sin embargo, en condiciones actuales el rendimiento promedio en Puno es de 1.1 t/ha (MINAGRI, 2012).

Dentro de los componentes que fueron considerados en la producción de quinua, la aplicación agroecológica tuvo efecto positivo sobre el rendimiento del cultivo de quinua. Lesjak y Calderini (2017), indican que el rendimiento de grano de quinua alcanza a 6 t/ha, sin embargo, en condiciones actuales, en el altiplano Boliviano presenta minifundios, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, donde la producción promedio no sobrepasa las 1.4 t/ha (Caballero et al., 2015); estas afirmaciones muestran que el rendimiento de la quinua está influenciado por el clima y suelo, razones por las cuales en esta investigación se tiene diferentes rendimientos por tratamiento, factores que interactúan con las estrategias de manejo aplicadas. Las características microbiológicas del suelo mejoraron posiblemente a

la aplicación de materia orgánica y su sinergismo con los microorganismos eficaces.

Dentro de los beneficios de la aplicación de EM en los cultivos, varios autores señalan efectos positivos en la relación suelo-planta tales como: incremento de la eficiencia de utilización de la materia orgánica, mejora de la población microbiana del suelo, incremento de la población y biodiversidad de bacterias, hongos y actinomicetos (BIOEM, 2019; Vega, 2011; Ramos y Terry, 2014; Ibañez, 2011; José, 2005).

Los resultados obtenidos, muestran diferentes colores de grano (pigmentos) de quinua, lo cual es corroborado por Mujica et al., (2004), quienes indican que el color varía, de acuerdo al ecotipo, fase fenológica de desarrollo y nutrientes, dando colores muy vistosos y sobre todo permanentes. Además, los compuestos bioactivos de la quinua como las betalaínas pueden diferir según los ecotipos, estos pigmentos pueden subdividirse como betacianinas de color rojo-violeta o como betaxantinas de color amarillo, con valores entre 0.278 - 0.883 mg/100 g, y entre 1.139 - 13.760 mg/100 g respectivamente (Valencia et al., 2017) y según Abderrahim et al. (2015), entre 0.15 - 5.23 mg/100 g y 0.00 - 1.63 mg/100 g respectivamente. Tang et al., (2015) afirman que los pigmentos betalámicos de los granos de quinua puede diferir por factores ecológicos, agronómicos y morfológicos.

## CONCLUSIONES

El rendimiento de grano fue mayor en el ecotipo Negra Collana con 3072.17 kg/ha, dosis de 15% de EM y aplicación agroecológica de protector ornitológico con papel metálico dorado. Se incrementó significativamente la composición microbiológica del suelo al final del periodo de cultivo, en bacterias aerobias, levaduras, mohos, lactobacillus y actinomicetos. Los pigmentos caracterizados en los ecotipos de quinua de color fueron betacianinas (roja a violeta) y betaxantinas (amarilla a naranja). Los ecotipos Negra Collana y Mistura, con dosis de

*Rev. Investig. Altoandina. 2019; Vol 21 Nro 3 173 - 181*

EM al 15% y practicas agroecológicas de protector ornitológico con papel metálico dorado presentaron las mayores utilidades netas, rentabilidad y relación B/C.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abderrahim, F., Huanatico, E., Segura, R., Arribas, S., Gonzales, M., Condezo-Hoyos, L. (2015). Physical features, phenolic compounds, betalains and total antioxidant capacity of coloured quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) from Peruvian Altiplano. *Food Chemistry*, 183, 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.029>
- Alaña, T.P., Capa, L.B., Sotomayor, J.G. (2017). Desarrollo sostenible y evolución de la legislación ambiental en las MIPYMES del Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(1):91-99. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202017000100013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100013)
- Arellano, O., Quispe, G., Ayaviri, D., & Escobar, F. (2017). Estudio de la Aplicación del Método de Costos ABC en las Mypes del Ecuador. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 19(1), 33–46. <https://doi.org/10.1002/ria.2016.253>
- BIOEM. (2019). *Agricultura Sostenible*. (Acceso el 14 de mayo del 2019-12:00 pm.) Disponible en URL: <http://www.bioem.com.pe>
- Cahui, J. (2010). *Efecto de tres formulaciones de Bokashi-EM en cinco variedades del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)* (tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Puno. 100.
- Caballero, A., Maceda, W., Miranda, R., Bosque, H. 2015. Rendimiento y contenido de proteína de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en cinco fases fenológicas, bajo cuatro niveles de incorporación de estiércol. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2(1), 7-118. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182015000100009](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182015000100009)
- Carpio, L. D., Clavitea, J., & Delgado, P. (2016). Incidencia de aves granívoras y su importancia como plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano Peruano. *Bioagro*, 28(3), 139-150. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85749314001>
- Gewehr, M.F, Danelli, D., de Melo, L.M., Flôres, S.H. de Jong, E.V. (2012). Análises químicas em flocos de quinua: caracterização para a utilização em produtos alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15(4), 280-287. Epub October 02, 2012. <https://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232012005000023>.
- Hernández, F.L., Munive, H.J.A., Sandoval, C.E., Martínez, C.D., Villegas, H.M. (2013). Efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo en Chihuahua, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 353-365. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000300002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000300002).
- Ibáñez, J.J. (2011). *Microorganismos Eficientes o Efectivos (EM) y Rehabilitación de Suelos*. En: *MIOD, Un lugar para la ciencia y la tecnología*. (Acceso mayo 13 de 2019). [on line] <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/02/137556>
- José, L.N. (2005). *Cuantificación de la Composición Microbiológica de Cuatro Abonos Orgánicos usando EM (Microorganismos Eficaces) como Índice Comparativo* (tesis de pregrado) Universidad Earth, Guácimo, Costa Rica. 54.
- Lampkin, N. (2015). *Organic food systems—an agro-ecological perspective*. Assessing Sustainable Diets Within the Sustainability of Food Systems. Mediterranean diet, organic food: new challenges. FAO, Rome., 49. (Acceso julio 23 de 2019). <http://www.fao.org/3/a-i4806e.pdf>
- Lesjak, J., Calderini, D.F. (2017). Increased night temperature negatively affects grain yield, biomass and grain number in Chilean quinoa. *Frontiers in Plant Science*, 8(352), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00352>.

- Marca, M. (2007). Informe final sobre procesos e investigaciones agroindustriales en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). 54. <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2016/02/BVCI0000079.pdf>
- Medina, D. (2009). *Efecto de abonos orgánicos y microorganismos eficaces en dos variedades de melón (Cucumis melo L.) – Moquegua* (tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 102.
- Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI (2014). *Compendio Estadístico – Series Históricas de Producción Agrícola*. (Acceso julio 23 de 2019). Disponible en: <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=salida>.
- Moral, M.C. (2001). *Estudio de los colorantes alimentarios para su aplicación en las Bellas Artes* (tesis doctoral). Facultad de Bellas Artes - Universidad Complutense de Madrid España, 79. (Acceso julio 23 de 2019). <https://eprints.ucm.es/1724/1/T20054.pdf>
- Mujica, A.; Izquierdo, J.; Marathe, J. y Jacobsen, E. (2004). *Quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Ancestral cultivo del presente y futuro*. FAO Santiago, Chile. 30-49.
- Nikitin, A.N., Okumoto, S., Gutzeva, G.Z., Shintani, M., Leferd, G.A., Chesnyk, I.A., Higa, T. (2018). *Effective Microorganisms as a Potential Tool for the Remediation of 137 Cs-contaminated Soils*. In 2018 4th International Conference on Universal Village (UV) (1-5). IEEE. doi: 10.1109/UV.2018.8642116.
- Pauro, L., Palao, L.A., Delgado, P. (2018). Mecanismos de Protección para el control de aves plaga en el cultivo de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd.) en Salcedo – Puno. *In press* Revista de Ciencias Agrarias UNA Puno.
- Peralta, I., Mazón, N., Murillo, I., Rodríguez, D.G. (2014). *Manual agrícola de granos andinos: Chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades, costos de producción*. n° 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 71. (Acceso julio 23 de 2019). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/833>
- Quispe, V. (2010). *Rendimiento de dos variedades de ají páprika (Capsicum annum L.) con dos abonos orgánicos y microorganismos eficaces en Pampa San Antonio – Moquegua* (tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 190
- Rasmussen, C., Lagnaoui, A., Esbjerg, P. (2003). Los avances en el conocimiento de alimañas de la quinua. *La Revolución de la comida*. 19, 61-75.
- Robles, J.; Jacobsen, S-E.; Rasmussen, C.; Otazu, V.; Mandujano, J. 2003. Plagas de aves en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y medidas de control en el Perú Central. *Revista Peruana de Entomología*. 43, 147-151. (Acceso julio 23 de 2019). <http://quinua.pe/plagas-de-aves-en-quinua-y-medidas-de-control-en-el-peru-central/>.
- Rodríguez, E., Olivera, L., Calvo, M. V., Telechea, G., Amaral, V., Olivelli, V. (2014). *Aumentando rendimiento cultivos extensivos disminuyendo daño de aves*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Uruguay). (Acceso julio 23 de 2019). <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-servicios-agricolas/comunicacion/materiales-de-divulgacion/incremento>.
- Rojas, W., Pinto, M., Alanoca, C., Gomez Pando Pedro Leon-Lobos, L. G., Alercia, A., Diulgheroff, S., Padulos, S. Bazile, D. (2014). *Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua*. Capítulo Numero 1,5. IN: Bazile D. et al. (Editores), “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): 65-94. [https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Estado\\_de\\_la\\_conservacion\\_ex\\_situ\\_de\\_los\\_recurso\\_geneticos\\_de\\_Quinoa\\_1829.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Estado_de_la_conservacion_ex_situ_de_los_recurso_geneticos_de_Quinoa_1829.pdf).



- 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. Visitado 09 julio de 2019 en [https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Estado\\_de\\_la\\_conservacion\\_ex\\_situ\\_de\\_los\\_recursos\\_geneticos\\_de\\_Quinoa\\_1829.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Estado_de_la_conservacion_ex_situ_de_los_recursos_geneticos_de_Quinoa_1829.pdf)
- Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P.X., Liu, R., Tsao, R. (2015). "Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. Genotypes". *Food Chemistry*. 166, 380-388. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.06.018
- Ramos, D. y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&nrm=iso). accedido en 13 mayo 2019.
- Valencia, Z., Cámara, F., Ccapa, K., Catacora, P., Quispe, F. (2017). "Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.)". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(1), 16-29. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2017000100003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000100003)
- Vega, A.L. (2011). *Agricultura sostenible. Reflexiones para el bienestar. Fundación servicio jesuita para el desarrollo*. San Salvador. [http://cafodca.org/uploads/documentos/Libro\\_I\\_Agricultura\\_Sostenible\\_Arte\\_final.pdf](http://cafodca.org/uploads/documentos/Libro_I_Agricultura_Sostenible_Arte_final.pdf).
- Vidaurre, R. J. M., Días, R. G., Mendoza, L. E., y Solano, C. M. Á. (2017). "Variación del contenido de Betalainas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante durante el procesamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.)". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(3), 319-330. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2017000300007&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2017000300007&script=sci_abstract).