

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en los sistemas de producción agraria¹

Miguel Ángel García Parra², Nubia Zoraida Plazas Leguizamón³

Resumen

En Suramérica, la quinua ha generado interés social y agroecológico, características que se resaltan en los sistemas diversificados de las comunidades campesinas, según la documentación consultada sobre el tema. En este sentido, se visualiza la necesidad de reconocer el desarrollo de la producción de quinua al nivel de investigación, como factor de importancia para la adaptabilidad del cultivo, a partir de la caracterización de las condiciones edáficas y climáticas de las localidades, que aportan a los procesos morfológicos, fenológicos y fisiológicos, con el fin de fortalecer el sistema de producción agrario frente a la relación suelo-planta-clima.

Palabras clave: fenológico, agroecológico, condiciones.

Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) in agrarian production systems

Abstract

Introduction. In South America, quinoa has generated social and agroecological interest. According to the literature consulted on the topic, this aspect is highlighted in relation with the diversified systems of peasant communities. In this sense, we foresee the need to recognize the development of quinoa production at the research

level as an important factor for crop adaptability, departing from the characterization of edaphic and climatic conditions of the region, which contribute to the morphological, phenological and physiological processes, with the aim of strengthening the agrarian production system in relation to the soil - plant - climate relationship.

Keywords: phenological, agroecological,

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) em sistemas de produção agrícola

Abstract

Introduction. Na América do Sul, a quinua gerou interesse social e agroecológico, características que se destacam nos sistemas diversificados das comunidades camponesas, segundo a documentação sobre o assunto. Nesse sentido, percebe-se a necessidade de reconhecer o desenvolvimento da produção de quinua em nível de pesquisa, como fator de importância para a adaptabilidade da cultura, a partir da caracterização das condições edafoclimáticas das localidades, que contribuem para a os processos morfológicos, fenológicos e fisiológicos, a fim de fortalecer o sistema de produção agrícola contra a relação solo - planta - clima.

Keywords: alternativa., sustentabilidade, condições.

1 Artículo de reflexión derivado del proyecto de investigación: "Determinación de las condiciones agronómicas de la quinua, su potencial nutricional y agroindustrial en la zona centro de Boyacá". Grupo de Investigación en Abonos Orgánicos Fermentados, financiado por la Fundación Universitaria Juan de Castellanos.

2 Ingeniero Agropecuario, integrante grupo de investigación en Abonos Orgánicos Fermentados, Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja, Colombia, mangelgarcia@jdc.edu.co ORCID: 0000-0001-8541-5181

3 Ingeniera Agrónoma, M.Sc. Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja, Colombia Integrante grupo de Investigación en Abonos Orgánicos Fermentados, Email: nplazas@jdc.edu.co ORCID: 0000-0003-3730-5863

Introducción

El desarrollo de la agricultura en el mundo ha tomado importancia debido a la demanda constante de alimentos requeridos por la población (FAO, 2011), dada la exigencia por parte del consumidor en cuanto a las características nutricionales, organolépticas y medicinales del producto, con el fin de obtener el mayor aprovechamiento de las moléculas que lo componen y que beneficiarían la salud humana (Carbajal, 2013).

Debido a esto, el cultivo de quinua, originario de América del Sur, es de gran interés como alimento óptimo, limpio y con beneficios para la salud humana (Vega et al., 2010), así como suplemento en la alimentación animal (Jacob, 2014 y Pasko, et al. 2010) y transformación industrial (Bernal, 2015). Estas características han permitido que países como Bolivia, Perú y Ecuador sean pioneros en producción y comercialización (Álvarez y Benítez, 2014), garantizando que cerca del 80 % del grano producido a nivel interno se convierta en materia prima de consumo de alta calidad, dados el contenido de proteína, disponibilidad de todos los aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, fibra y ausencia de gluten que hacen de la quinua un alimento de importancia (Schmöckel et al., 2017) en países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra y España (Bazile et al., 2014).

En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró al 2013 el “Año internacional de la Quinua” con el propósito de generar iniciativas en investigación acerca de temas como prácticas ancestrales en el cultivo, propagación, producción, pos-cosecha, agroindustria, comercialización e introducción en los sistemas agroalimentarios sostenibles, con el fin de perfilar este cultivo como principal alimento para la seguridad alimentaria en varias regiones del mundo (Bazile y Santivañez, 2014) logrando, así, incluirlo dentro de la lista de cultivos promisorios más importantes de las producciones agrícolas sostenibles (Cogliatti y Heter, 2014).

En Colombia, las iniciativas públicas y privadas para impulsar este cultivo han generado apoyo para pequeños y medianos productores. Así, departamentos como Nariño, Cauca, Cundinamarca y Boyacá representan el 100 % de la producción de este pseudo-cereal (Minagricultura, 2016), destinado para la obtención de grano y forraje en la nutrición animal

(Rubio y Lemus, 2007). No obstante, el desarrollo de las labores en campo se ven influenciado por factores relacionados con condiciones agroclimáticas, que inciden en el porcentaje de sostenibilidad de la unidad productiva, por ser complejos de controlar y condicionar (Mancilla, 2012).

En la actualidad, las investigaciones apuntan a la evaluación de adaptabilidad del cultivo, frente a factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que favorecen el sistema de producción, según el entorno, propiciando la interacción suelo-planta-ambiente-hombre, que busca la armonía en la producción (Gómez, 2012), teniendo como principio que las plantas, como individuos autótrofos y seres primarios en la cadena alimentaria (Azcón y Talón, 2000), son la expresión del suelo donde se anclan y del clima que las rodea (García, 2014).

En esta reflexión, se describen los componentes de la relación suelo-quinua-clima, desarrollada para el cultivo en diferentes regiones del mundo, donde ha tomado gran importancia como alternativa nutricional y agroindustrial, así como de interés en la seguridad y soberanía alimentaria de los territorios.

Relevancia de la producción de quinua

Cultivos como la quinua han sido por muchos años un eslabón en el fortalecimiento de la agricultura familiar y campesina, ya que aportan a la seguridad, soberanía y autonomía alimentaria de los territorios (Díaz et al. 2015), lo que ha permitido la adaptación en muchas de las regiones que incursionan en la producción de este cultivo, a través de prácticas que requieren poca inversión económica y capital humano (Meyhuay, 2013), debido a que el empleo de la mano de obra familiar es la principal herramienta aliada al sistema de producción, permitiendo implementar prácticas agroecológicas a través de saberes campesinos, para fortalecer la proyección social del conocimiento científico (Plazas & García, 2017).

En Colombia, el desarrollo diversificado de especies asociadas con el cultivo de quinua ha generado valor agregado en las cadenas agroindustriales (FAO, 2013), a través de las producciones orgánicas y sostenibles, que involucran diferentes actores, como es el caso del territorio nacional, donde se desarrollan proyectos

encaminados a poblaciones indígenas, de minifundios y pequeños agricultores de los departamentos de Cauca, Boyacá, Nariño y Cundinamarca (tabla 1) (Montoya, Martínez y Peralta, 2005).

Tabla 1. Estrategias de fortalecimiento de la producción de quinua en diferentes zonas de Colombia.

Fuente: autoría propia

LUGAR	PROPUESTA	REFERENCIA
Cauca	Fortalecimiento de la producción primaria y secundaria del cultivo de quinua en comunidades indígenas Caucanas para el desarrollo de la seguridad alimentaria.	(Universidad Nacional de Colombia, 2017)
Boyacá	Producción de semillas de quinua de la mano con asociaciones campesinas municipios y universidades, en el marco del subprograma de recursos fitosanitarios de la Gobernación de Boyacá.	(Gobernación de Boyacá, 2017)
Nariño	Seguridad alimentaria y nutrición: experiencias con huertas rurales de la comunidad chapacual Nariño.	(Caicedo, 2016)

Las entidades gubernamentales y no gubernamentales territoriales han venido fortaleciendo la implementación y consumo de especies propias que aporten a la reducción de problemáticas nutricionales en Colombia, a través del acompañamiento técnico y económico en la producción primaria y secundaria, y en la comercialización de la quinua, mediante la consolidación de cadenas productivas que aporten a la estabilidad, resiliencia y adaptabilidad en los agroecosistemas tropicales (Cerón, 2002).

Por esta razón, diferentes entidades internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, han impulsado la implementación de los Objetivos del Milenio para el Desarrollo Sostenible 2030, donde la mitigación y adaptabilidad a los efectos del cambio climático, son factores determinantes en la producción de alimentos de calidad y uso racional de los recursos naturales (Rubio, 2017). Por tal razón, el 2013 se promovió como el Año Internacional de la Quinua, debido a su adaptabilidad a condiciones difíciles de clima y suelo que permite obtener alimentos de buena calidad en diferentes regiones del mundo.

El recurso suelo como factor de producción

Colombia cuenta con una amplia diversidad de suelos, donde cerca de 43,1 millones de hectáreas

son aptas para producciones agrícolas (Minagricultura, 2011); sin embargo, tan solo 8,4 millones de hectáreas son dedicadas a esta labor (Dirección Nacional de Estadística - DANE, 2014); de allí que las producciones agrícolas se posicionen como el tercer renglón productivo que genera mayor degradación en los suelos, antecedido del pastoreo y la deforestación (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD, 2014).

Si bien, uno de los recursos de mayor importancia en la producción agraria es el suelo, respecto de las condiciones físicas, químicas y biológicas (García, 2006) es de resaltar que las plantas de quinua, por su alta variabilidad genética (Costa, 2014), tienen la capacidad de adaptarse a fenómenos de degradación de suelos por efecto de procesos ambientales y antrópicos (García, Miranda y Fajardo, 2004), generados por la influencia del laboreo y la mecanización que producen cambios en las propiedades del suelo, lo que deriva en desertificación y erosión (Plazas-Leguizamón & García Molano, 2014), como consecuencia de pérdida del material orgánico mineral, fijación de elementos, pérdida de estructura y de capa arable y desaparición de poblaciones microbianas, entre otros.

Los requerimientos nutricionales para la producción de quinua se enfocan en los elementos más importantes a la hora de realizar el plan de fertilización, tales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), además de calcio (Ca) y magnesio (Mg) (Nishikawa, 2012). En general, la planta requiere de altos niveles de N, que pueden ser suplementados mediante la presencia o aplicación de materia orgánica (García, 2006), dependiendo de factores formadores del suelo como clima y microorganismos para lograr su mineralización y formar parte del complejo órgano mineral del suelo (Castro, 1998).

Sin embargo, algunos países han desarrollado estrategias de aplicación de enmiendas orgánicas, que logran mantener los niveles de producción de quinua y que aportan al desarrollo de alternativas sostenibles para los pequeños productores, además de ser una necesidad inherente frente a las problemáticas de contaminación ambiental (Dixit, 2015) causadas por el uso indiscriminado de agroquímicos. Por tal razón la aplicación de abonos orgánico-minerales ha mostrado rendimientos en producción por hectárea, mayores en comparación a planes de fertilización mineral (García, 2017).

Características de la planta

La quinua es una planta que presenta sus más altos niveles de producción en alturas sobre 2400 y 3200 m. s. n. m. (Cerón, 2002); por esta característica, se clasifican cinco grandes grupos que van de acuerdo con las condiciones de adaptación a diferentes ambientes agroecológicos de los Andes, entre ellas: quinuas de los valles interandinos, quinuas del altiplanura, quinuas de los salares, quinuas de nivel de mar y quinuas de los yungas (García, 2017).

En Colombia, la producción actual de quinua es de 2550 hectáreas, con un total de 4781 toneladas, cultivadas principalmente en los departamentos de Nariño, Cundinamarca, Cauca y Boyacá (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, 2016) en donde se ha permitido aumentar la diversidad y cantidad de cultivares de quinua con la siembra de variedades predominantemente dulces, que presentan bajos contenidos de saponina (Apaza, 2013), con una mayor susceptibilidad al ataque por plagas debido a los bajos contenidos de compuestos preformados (Malaguti, 1997); además, se han implementado cultivares mejorados, que se han desarrollado a partir de variedades amargas, como alternativa de producción en condiciones adversas, ya que estas variedades, con altos contenidos de saponina, presentan mayor adaptabilidad al medio y resistencia a enfermedades y plagas (Melo, 2016).

Por esta razón, esta planta desarrolla estrategias adaptativas de acuerdo con su morfología y su anatomía; así, aunque se desconocen agentes simbióticos al nivel rizosférico, existen microorganismos de vida libre que facilitan la disponibilidad de algunos elementos minerales que son absorbidos por la raíz (Castillo et al., 2012) la cual presenta un comportamiento pivotante, que consta de una estructura principal muy ramificada con longitudes que pueden llegar hasta 1,5 metros según el suelo, la variedad y el clima (Gómez y Aguilar, 2016).

De igual manera, la aparición de hojas está relacionada con el clima, debido a que los niveles de precipitación son directamente proporcionales al número de estas (Meakawa, 2005), donde las más jóvenes presentan pubescencias vesiculares compuestas de oxalato de calcio que le dan a la lámina foliar la capacidad de incrementar la humedad, interviniendo así en el comportamiento de los estomas (Bojanic, 2011) frente a la adaptabilidad en climas secos y muy secos.

En relación con el tallo, este cambia en longitud y

diámetro según la disponibilidad de agua y minerales, lo que puede ser influyente en la resistencia de la planta para el soporte de la inflorescencia que se encuentra ligeramente fundida al tallo y, además, puede cambiar, de acuerdo con la variedad, en laxa o compacta según la disposición de los glomérulos florales (Bhargava et al., 2007). Al respecto, el ambiente es un agente influyente en la arquitectura de la panoja, debido a que algunas inflorescencias compactas, son influenciadas por la precipitación durante su desarrollo, al conformar estructuras laxas (García, 2017).

Requerimientos climáticos

Esta planta es reconocida en el mundo por su amplia diversidad genética (Bonifacio, 2013), adaptabilidad a estrés hídrico (200-2000 mm anuales), temperaturas entre -1 °C y 35 °C (Canahua, 2012), y resistencia a diferentes rangos de fotoperíodo según las variedades (Jensen et al., 2000).

La mayoría de variedades cultivadas en Colombia pertenecen al grupo de quinuas de los valles secos a húmedos, y se caracterizan por presentar leve susceptibilidad a estrés hídrico (Mendoza, 2012). A pesar de que esta planta es una C3, posee alternativas de plasticidad metabólica que le permite acondicionarse a déficit hídrico o anegación, mediante mecanismos fisiológicos y bioquímicos (SESAN, 2013), razón por la cual expresan características fenotípicas determinantes de una zona; así, se han caracterizado rasgos de altura entre los 1 y 2,3 m, con ciclos vegetativos medios de 110-180 días.

Relación suelo-quinua-clima en diferentes regiones

El cultivo de quinua ha colonizado diferentes regiones del mundo y, a través de ellas, ha logrado expresarse de acuerdo con sus condiciones de suelo y clima, lo que repercute directamente en su respuesta morfológica, fisiológica y productiva (tabla 2).

Figura 2. Comparación de relación suelo planta clima de quinua en diferentes zonas del mundo

Fuente: autoría propia

PAÍS	VARIEDAD	CLIMA			SUELO		RESPUESTA	AUTOR
		T°	HR	Precipitación (mm/ año)	FÍSICO	QUÍMICO		
ITALIA	Real de Juli	10°C	-	576,8	-	80 Kg/Ha N	Crecimiento de planta 173,7cm con producción de 1,3 Ton/Ha	Melo, 2016
KIRGUISTÁN	Regalona	10°C	-	375	Arcillosos	-	Producción de 1,45 Ton/Ha	Bazile <i>et al.</i> , 2016
COLOMBIA	Blanca Soraca	10°C	82%	882	-	Fertilización química y orgánica	Producción 2,28 Ton/Ha, Altos contenidos de clorofila en etapas iniciales	García <i>et al.</i> , 2017
RUMANIA	Jas on Red	17-22 °C	-	240	-	80 Kg/Ha N	Periodo de 130 días, producción 1,7 Ton/Ha, con 122,5 cm de altura	Szilgyi & Jarns gard, 2014
BOLIVIA	Real Blanca	10-21°C	-	-	Franco arcillo limoso	-	peso de 1000 semillas 4,6g	Apaza, 2006

La tabla 2 muestra la respuesta de la quinua a diferentes zonas del mundo; para el caso de Italia, la variedad blanca de Juli presentó alturas superiores a lo evaluado por Apaza (2013) quien determinó y estandarizó el crecimiento promedio para esta variedad, y encontró que la dispersión estaría cercana a 120 cm. Esta respuesta puede deberse a la aplicación de nitrógeno que, junto que el contenido de este mismo elemento en el suelo, aportó a la producción constante de tejidos, expresados en biomasa.

En Kirguistán, el establecimiento experimental con variedad de quinua regalona expresó un alto potencial productivo a pesar de las bajas precipitaciones, mostrando rendimientos por hectárea de 1,48 t; esto, como consecuencia del programa de mejoramiento genético desarrollado para esta variedad con el que se ha conseguido que presente mayor adaptabilidad a las condiciones de clima y suelo sin repercutir fuertemente en el potencial productivo.

Para el caso de la zona centro de Colombia, la producción de quinua ha estado regida por materiales genéticos no identificados, debido al uso de mezclas varietales que expresan constantemente cambios fisiológicos y fenológicos; no obstante, los niveles productivos son competitivos en comparación con los demás países expuestos en la tabla.

Dentro de las últimas incursiones de producción, Rumania es uno de los países que a finales de la última década desarrolló programas de sistemas agrarios diversificados por parte de entidades

estatales y no gubernamentales, como estrategia a la reducción en el porcentaje de importación de este grano. Por esta razón, la producción de quinua se ha desarrollado a través de técnicas agronómicas adecuadas que han permitido rendimientos promedio de 1,7 t / ha-1) a pesar de que la precipitación es muy baja.

En el mismo sentido, Bolivia es uno de los países que presentan el mayor potencial productivo y de exportación de quinua en el mundo, gracias a la diversidad de semillas que expresan potenciales genéticos adecuados para cada región agroecológica en la relación suelo y clima, lo que le ha permitido ser el pseudocereal más importante en la seguridad y soberanía alimentaria de esta nación.

Por esta razón este cultivo, después de ser resaltado en el 2013 como el año internacional de la quinua, logró traspasar fronteras, gracias a sus propiedades nutricionales y potenciales agroindustriales, que la reconocen como alternativa de seguridad alimentaria en diferentes regiones del mundo, así como cultivo promisorio que se adapta con facilidad a condiciones edafoclimáticas adversas, a raíz del efecto de cambio climático.

Conclusiones

La amplia diversidad genética de la quinua y su rusticidad han permitido que esta planta exprese diferentes comportamientos morfológicos, fenológicos y fisiológicos, dependientes de las

condiciones de clima y suelo, aspectos que deben ser tenidos en cuenta en los procesos de investigación para evitar el avance de la erosión genética. Esto, en la medida que *Chenopodium quinoa Willd* juega papeles de gran importancia en la seguridad y soberanía alimentaria para diferentes territorios suramericanos.

Bibliografía

- Azcón, J. y Talón, M. (2000). *Fundamentos de la fisiología vegetal*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Apaza, V. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de Quinoa de Perú*. Lima -Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Apaza, V. (2006). *Evaluación comparativa del comportamiento agronómico de diez variedades de quinoa (Chenopodium quinoa Willd) en el altiplano Norte*. Trabajo de investigación. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. 113 pp.
- Álvarez, C. y Benítez, R. (2014). *Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinoa*. Documento conjunto de la. Santiago de Chile – Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO) y la asociación Latinoamericana de integración (ALADI).
- Bhargava, A.; Shukla, S. y Ohri, D. (2007). *Gynomonocycy in Chenopodium quinoa (Chenopodiaceae) variation in inflorescence and floral types in some accessions*. *Journal Biologia versita Botanic*, 61(1), 19-23.
- Bazile, D.; Pulvento, C.; Verniaut, A.; Al-Nusairi, M.; et al. (2016). *Worldwide evaluations of quinoa: preliminary results from post international year of quinoa FAO projects in nine countries*. *Front. Plant. Sci.*, 7(280), 1-18.
- Bazile, D. (2014). *Estado del arte dela quinoa en el mundo 2013*. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), 35-67.
- Bazile, D. y Santiváñez, T. (2014). *Introducción al estado del arte de la quinoa en el mundo*. Capítulo I. In Bazile D. *Estado del arte de la quinoa en el mundo*. Santiago de Chile: FAO y CIRAD.
- Bernal, C. (2015). *Una breve reflexión sobre la quinoa*. Centro de bioprospección e ingeniería química aplicada al estudio de biomoléculas e industria. Bogotá: Fundación Universitaria América.
- Bonifacio, A. (2013). *Mejoramiento genético de la quinoa en los Andes*. Disponible En <http://quinoa.pe/wp-content/uploads/2016/11/ALEJANDRO-BONIFACIO-Mejoramiento-genetico-quinoa-Andes.pdf>.
- Bojanic, A. (2011). *La quinoa: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Bolivia: FAO - PROIMPA.
- Caicedo, J. (2016). *Seguridad alimentaria y nutricional: Experiencias con huertas rurales de la comunidad chapacual, Nariño*. Trabajo de investigación. Bogotá (Colombia): Pontificia Universidad Javeriana.
- Canahua, A. (2012). *Gestión del espacio agrícola y agrobiodiversidad en papa y quinoa en las comunidades campesinas de Puno*. En *Sepia IX*. Puno. Disponible en: http://www.sepia.org.pe/facipub/upload/cont/881/cont/file/20080903022232_gestionespacio_canahuatapia.pdf. Consultado en: 12 / 11 / 2017.
- Carbajal, A. (2001). *La dieta mediterránea como modelo de dieta prudente y saludable*. *Revista chilena de nutrición*, 28(2), 224-236.
- Castillo, S.; Santos C.; Mazo, S. y Yaya, D. (2012). *Investigación de un alimento complementario fortificado en el departamento del Cauca*. Bogotá: FAO, Ministerio de Salud.
- Castro, H. (1998). *Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas*, Manual técnico. Tunja: Instituto Universitario Juan de Castellanos.
- Cerón, E. (2002). *La quinoa un cultivo para el desarrollo de la zona andina*. Pasto (Colombia): Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño.
- Cogliatti, M. y Heter, D. (2014). *Perspectivas de producción de Quinoa en la región agrícola del centro de la provincia de Buenos Aires*. Centro de investigaciones integradas sobre sistemas agronómicos sustentables (CIISAS). Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Costa, S. (2014). *Variabilidad genética de Chenopodium quinoa Willd en el noroeste argentino y su relación con la dispersión de la especie*. Tesis doctoral, Ciencias de la Agricultura. La Plata (Argentina): Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- DANE, (2014). *Tercer censo nacional agropecuario de Colombia*. Novena entrega de resultados 2014. Disponible en www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-9-cultivos/9-Boletin.pdf. Consultado en 21 / 11 / 2017.
- Díaz, J.; Seguel, I. y Morales, A. (2015). *Quinoa: oportunidad y desafío para la agricultura familiar campesina en Chile*. Disponible en: https://www.opia.cl/static/website/601/articles-77124_archivo_01.pdf.
- Diouf, J. (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015 / 2030*. Informe resumido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. Italia: FAO

- Dixit, A. (2015). Adaptación del cambio climático: aumento de la producción de quinua mediante técnicas nucleares. Boletín del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), 10-11.
- FAO. (2013). Producción sostenible: historia de la quinua. Disponible en <http://www.fao.org/in-action/quinua-platform/quinua/produccion-sostenible/en/>.
- FAO. (2011). La quinua cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>.
- García, J. (2006). Principios generales de agricultura orgánica. Tunja: Ed. Fundación Universitaria Juan de Castellanos. 180p.
- García, J.; Jaramillo, L.; Gómez, L.; Castillo, R.; Burgos, A. y Gómez D. (2012). Memorias de seminario en Sistemas Integrados de producción agropecuaria sostenible. Tunja: Fundación Universitaria Juan de Castellanos.
- García, M., García, J., Melo, D. y Deaquiz, Y. (2017). Respuesta agronómica de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Var. Dulce de Soracá a la fertilización en Ventaquemada-Boyacá. Revista Cultura Científica, 15, 66-77.
- García, M. (2017). Respuesta fisiológica de la quinua variedad dulce de Soracá a la fertilización y condiciones climáticas de Oicatá-Boyacá. Trabajo de investigación. Fundación Universitaria Juan de Castellanos.
- García, M.; Miranda, R. y Fajardo, H. (2004). Manual de manejo de la fertilidad de suelo bajo riego deficitario para el cultivo de la quinua en el altiplano boliviano. Bolivia: Unesco.
- Gobernación de Boyacá. (2016). Plan de desarrollo departamental "Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad 2016-2019". Disponible en: www.boyaca.gov.co
- Gómez, L. y Aguilar, E. (2016). Guía del cultivo de la quinua. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, FAO.
- Jacob, J. (2014). Using quinoa in organic poultry diets. University of Kentucky. Recuperado de <http://articles.extension.org/pages/70244/using-quinoa-in-organic-poultry-diets>.
- Jager, M. y Hurtado, J. (2015). El cultivo de la quinua en Colombia y sus perspectivas futuras. Memorias de taller. Cali: Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Jacobsen, S. & Stølen, E. (1993). Quinoa – Morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. European Journal of Agronomy, 2(1), 19-29.
- Jensen, C.; Jacobsen, S.; Andersen, J.; Núñez, N.; Andersen, S.; Rasmussen, L. y Mogensen, V. (2000). Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) during soil drying. European Journal of Agronomy, 13(1), 11-25.
- Malaguti, G. (1997). Apuntes acerca de las enfermedades de plantas, causa y control. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Mancera, N. (SF). Evolución y pérdida de variabilidad genética. En http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/Vida_Silvestre_Pregrado/vida%20silvestre%20II2008/Vida%20Silvestre_Nov_27/presentaciones/11_Perdida_de_variabilidad_genetica.pdf.
- Mancilla, G. (2012). Aplicación de sombrero del café en Colombia. Revista Conexión Agropecuaria, Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja, pp. 37-48.
- Maekawa, W. (2005). Efecto del estrés hídrico en la fisiología y rendimiento de cuatro variedades del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú. 88p.
- Melo, D. (2016). Studio di adattabilità culturale della quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) in Italia Settentrionale. Tesi di Dottorato, Università Cattolica del Sacro Cuore. Italia 120pp.
- Mendoza, M. (2012). Efecto del fotoperiodo sobre la duración de la fase vegetativa en tres accesiones chilenas de quinua *Chenopodium quinoa Willd*. Trabajo de Tesis. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 40p.
- Meyhuay, M. (2013). Quinoa: Operaciones de poscosecha. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago de Chile: Instituto de desarrollo Agroindustrial (INDDA) 36p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR. (2016). La quinua en Colombia es uno de los cultivos con gran potencia de crecimiento. Recuperado en <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/La-quinua-en-Colombia-es-uno-de-los-cultivos-con-gran-potencial-de-crecimiento.aspx>.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR. (2011). El momento del agro. Finagro. Disponible en: <https://www.finagro.com.co/noticias/el-momento-del-agro>.
- Montoya, L.; Martínez, L. y Peralta, J. (2005). Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de Quinoa en Colombia. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, Universidad Nacional de Colombia. 103-119.
- Nishukawa, J. (2012). Manual de nutrición y fertilización de quinua. Lima-Perú: Ed. Funart.
- Pasko, P.; Barton, H.; Zadrozki, P.; Izewska A.; Kroinskiak, A.; Gawlik, M. y Gorinstein, S. (2010). Effect of diet supplemented with quinoa seeds on oxidative status in plasma and selected tissues of high fructose-fed rats. Journal plant foods human nutrition, 62(2), 146 – 151.

- Plazas, N. y García, M. (2017). Empoderamiento de las comunidades rurales a través de la proyección social del conocimiento científico. *Revista Cultura Científica*, 15, 124-133.
- Plazas-Leguizamón, N. y García-Molano, F. (2014). Los abonos orgánicos y la agremiación campesina: una respuesta a la agroecología. *Revista de Biotecnológica en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(21), 170- 176.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD (2014). Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Disponible en: <http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/Medio Ambiente/undp-co-pazyambiente-2015.pdf>.
- Rojas, M. & Acosta, D. (2017). Escuelas campesinas agroecológicas en sistemas ganaderos sostenibles. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios, sede Cundinamarca.
- Rubio, A. (2017) El desarrollo sostenible en los sistemas de producción agraria. Tesis de pregrado. Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja. 78p.
- Rubio, P. & Lemus, E. (2007). Forraje de Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) como sustrato de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en dietas para conejos de engorde. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, (México) 74p.
- Salamanca, C.; Bernal, J. & Arguello, J. (1998). Efecto de la interacción de Ca, Mg y K sobre la producción de soya en suelos ácidos de la Orinoquía colombiana. IX congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 132p.
- Schmöckel, S.; Lightfoot, D.; Tazali, R.; Tester, M. y Jarvis, D. (2017). Identification of putative transmembrane proteins involved in salinity tolerance in *Chenopodium quinoa* by integrating physiological data, RNAseq, and SNP analyses. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1-12.
- Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Gobierno de Guatemala – SESAN. (2013). Investigación sobre el cultivo de la quinua o quinoa *Chenopodium quinoa*. Unidad de gestión del riesgo en SAN y cambio climático. Guatemala. 65p.
- Szilágyi, L. & Jørnsgard, B. (2014). Preliminary agronomic evaluation of *Chenopodium quinoa* Willd. Under climatic conditions of Romania. *Scientific papers. Series A. Agronomy*. 339-343.
- Universidad Nacional de Colombia - UNAL, (2017). Cultivo ancestral de quinua vuelve a florecer en Colombia. Disponible en <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/cultivo-ancestral-de-quinua-vuelve-a-floreecer-en-el-cauca.html>.
- UNESCO. (2015). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo. Disponible En: Agua para el mundo sostenible datos y cifras. En http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf.
- Vega, A.; Miranda, M.; Vergara, J.; Uribe, E.; Puente, L. y Martínez, E. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *J Sci Food Agric*. 90(15), 2541-7. doi: 10.1002/jsfa.4158.