

ESTADO DEL ARTE DE
LA QUINUA
EN EL MUNDO EN 2013
LIBRO DE RESÚMENES



Secretaría del Año Internacional de la Quinua: Salomón Salcedo (FAO)
Coordinación General del Año Internacional de la Quinua: Tania Santivañez (FAO)
Coordinación científica y técnica: Didier BAZILE (CIRAD)
Edición científica: Didier BAZILE, Daniel BERTERO y Carlos NIETO
Diseño: Marcia Miranda
Colaboradores : Sara Granados y Gonzalo Tejada

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o del Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO o el CIRAD los aprueben o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO o del CIRAD.

© FAO, 2013

©CIRAD, 2013

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente¹ y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO aprueba los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org. Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

¹ BAZILE D. et al. (Editores), 2013. “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013”: Libro de resúmenes. Una publicación FAO/CIRAD en el marco del Año Internacional de la Quinua.

ESTADO DEL ARTE DE LA QUINUA EN EL MUNDO EN 2013 LIBRO DE RESÚMENES

Coordinación científica por
Didier BAZILE
Edición científica por Didier
BAZILE, Daniel BERTERO y
Carlos NIETO

FAO
Santiago, Chile
CIRAD
Montpellier, France



INDICE

Reconocimientos	9
Presentación	11
Introducción general	13
Parte 1. Botánica, Domesticación y Circulación de Recursos Genéticos.	15
Capítulo 1.1. Botánica, filogenia y evolución	
Capítulo 1.2. Herramientas moleculares y genómicas	
Capítulo 1.3. La domesticación y distribución prehistórica	
Capítulo 1.4. Distribución actual y futura de la quinua en el mundo	
Capítulo 1.5. Estado de la conservación ex situ de los recursos genéticos de quinua	
Capítulo 1.6. Los sistemas que regulan el intercambio de los recursos genéticos: importancia para el acceso, la circulación y la innovación en el caso de la quinua	
Capítulo 1.7. Pagos voluntarios para la conservación de la diversidad de la quinua: explorando el rol de pagos por servicios ecosistémicos en los Andes.	
Parte 2. Aspectos agronómicos y ecológicos	25
Capítulo 2.1. Aspectos generales y producción del cultivo.	
Capítulo 2.2. Control ambiental del desarrollo de la quinoa	
Capítulo 2.3. Fisiología de las semillas y respuesta a las condiciones de germinación	
Capítulo 2.4. Tolerancia a condiciones salinas.	
Capítulo 2.5. Respuestas y adaptación a la sequía	
Capítulo 2.6. Mejoramiento genético y desarrollo de variedades modernas	
Capítulo 2.7. Plagas y enfermedades del cultivo de quinua	

Parte 3. Aspectos técnicos y nutricionales 33

- Capítulo 3.1. Procesos tradicionales e innovaciones tecnológicas en la cosecha, beneficiado e industrialización de la quinoa
- Capítulo 3.2. Forraje e alimentación para los animales
- Capítulo 3.3. Saponinas
- Capítulo 3.4. Aspectos nutricionales
- Capítulo 3.5. Perspectivas nutraceuticas: propiedades biológicas y aplicaciones funcionales
- Capítulo 3.6. Quinoa, enfermedad celiaca y la dieta libre de gluten.
-

Parte 4. Aspectos Sociales y Económicos 41

- Capítulo 4.1. Comercio internacional
- Capítulo 4.2. Diversidad de modos de comercialización
- Capítulo 4.3. Asociatividad, pequeña agricultura, seguridad y soberanía alimentaria en torno a la quinoa
-

Parte 5. Contexto del cultivo en su área originaria. 45

- Capítulo 5.1.a. Bolivia
- Capítulo 5.1.b Altiplano Sur de Bolivia
- Capítulo 5.2. Perú
- Capítulo 5.3. Ecuador
- Capítulo 5.4. Chile
- Capítulo 5.5. Argentina
-

Parte 6. Experimentación y difusión actual 53

- Sub-Parte 6.1. Europa y cuenca del Mediterráneo
- Capítulo 6.11. Adaptación y alcances de la Quinoa en las latitudes norte de Europa.
- Capítulo 6.12. « Quinoa d'Anjou »: comienzos de un sector francés de quinoa.
- Capítulo 6.13. Quinoa en Italia: investigación y perspectivas

Capítulo 6.14	Experimentación y producción de Quinoa en Turquía
Capítulo 6.15	Estatus de la investigación y producción de Quinoa en Marruecos
Capítulo 6.16	Investigación con Quinoa en Grecia
Sub-Parte 6.2.	Asia
Capítulo 6.21.	Quinoa en el sub continente Indio
Sub parte 6.3.	África
Capítulo 6.31.	Evaluación de quinoa y adaptación a las condiciones agroclimáticas de Mali, África Oeste: Un ejemplo de colaboración Sur-Norte-Sur
Capítulo 6.32.	Producción y utilización de quinoa fuera de sus áreas tradicionales de cultivo: El caso de Kenia.
Sub parte 6.4.	América del Norte y Brasil
Capítulo 6.41.	Quinoa en Estados Unidos y Canadá
Capítulo 6.42.	Avances y desafíos para la producción de quinoa y su uso en Brasil.
Listado de Autores	



RECONOCIMIENTOS

Este libro es el resultado de la activa participación de personas comprometidas con la investigación y el desarrollo sostenible de la Quinua.

Un especial reconocimiento a los autores de los diferentes artículos aquí presentados, que tienen a la quinua como principal elemento de investigación, y cuyos hallazgos son un aporte a la lucha contra el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo.

A los funcionarios FAO y CIRAD que apoyaron en las distintas etapas de esta publicación.

A Andean Naturals por apoyar la impresión y distribución de este libro.

PRESENTACIÓN

11

La quinua ha sido referida, por el Secretario General de la ONU, el Sr Ban Ki-moon, como un actor relevante en apoyo al Desafío Hambre Cero, no sólo por su valor nutricional, sino también porque la mayor parte de la quinua es producida actualmente por pequeños agricultores. El Director General de la FAO, el Sr José Graziano da Silva, ha llamado a la quinua "un aliado en la lucha contra el hambre y la inseguridad alimentaria"; y muchos investigadores se han referido a la misma como "el grano de oro".

Cabe recordar que desde 1934 la investigación científica en torno a la quinua ha hecho un aporte fundamental en la comprensión, desarrollo y expansión del cultivo dentro y fuera de la zona andina.

En el 2002, cuando FAO realizó los primeros estudios globales sobre el panorama de este cultivo, varios centros de investigación en el mundo establecieron líneas de trabajo en temáticas que van desde la botánica y la nutrición hasta los impactos socioeconómicos de este grano.

Y es en el 2013, en el marco de la celebración del Año Internacional de la Quinua, que los mejores 166 investigadores de diferentes lugares del mundo, se unen a esta conmemoración plasmando los principales hallazgos y avances científicos sobre la quinua en esta publicación titulada "Libro de resúmenes: Estado del Arte de la Quinua en el Mundo", que busca contribuir en la gestión de conocimientos de este noble cultivo y uno de los alimentos de mejor calidad nutricional.

El "Libro de resúmenes: Estado del arte de la quinua en el mundo" es un documento único que provee información técnico-científica sobre el pasado, presente y futuro de la quinua, desde su botánica hasta los impactos socio-económicos que conlleva, remarcando que la quinua más allá de ser un producto de exportación, es un alimento base para las comunidades andinas y el mundo.

La FAO ha convocado para esta labor al Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD, siglas en francés), quienes aceptaron el gran reto de buscar y coordinar con los autores de los diferentes capítulos, a quienes agradecemos por su dedicación y esfuerzo.

Con este documento, la FAO y en particular la Oficina Regional para América Latina y el Caribe en su papel de Secretaria Técnica del Año Internacional de la quinua reafirma su compromiso institucional de ofrecer y compartir información especializada para la toma de decisiones que conlleven a acciones en favor de las poblaciones más vulnerables.

Raúl Benítez
Representante Regional de FAO para América Latina y el Caribe



INTRODUCCIÓN AL ESTADO DEL ARTE DE LA QUINUA EN EL MUNDO EN 2013

* Autor para correspondencia: DIDIER BAZILE: Didier.bazile@cirad.fr
Didier BAZILE¹ y Tania SANTIVAÑEZ²

¹ CIRAD-ES ; TA C-47/F; Campus International de Baillarguet; 34398 Montpellier Cedex 5; France

² FAO-RLC, Av. Dag Hammarskjöld 3241, Vitacura, Santiago de Chile

¿Por qué escribir el estado del arte de la quinoa en el mundo en el 2013?

En el 2013 las Naciones Unidas declara el Año Internacional de la Quinoa, situándola en un espacio privilegiado a nivel global, generando expectativas y desafíos, tales como contar con estudios y artículos científicos, compilados y accesibles que describan con precisión el aporte potencial de la quinoa y sus limitaciones para implementar el cultivo y promover su consumo en diferentes zonas del mundo.

El estado de arte consiste en ir tras las “huellas de la quinoa” determinando cómo se encuentra actualmente y cuáles son las tendencias sectoriales en el 2013 de este cultivo excepcional, que por sus cualidades nutricionales, su diversidad y su resistencia a la sequía y al frío ha sido catalogada como una importante alternativa para contribuir a la seguridad alimentaria mundial, especialmente en aquellas zonas donde la población no tiene acceso a fuentes adecuadas de proteína, o donde existen limitaciones ambientales para la producción de cultivos alimenticios.

En este contexto, el Estado del arte de la quinoa en el mundo, tiene como objetivo principal reunir en un documento único información técnico-científica actualizada sobre el cultivo de la quinoa para favorecer la difusión de estos conocimientos, promover

el dialogo y el debate entre actores del desarrollo de la quinoa a nivel mundial y generar nuevas expectativas del cultivo en el mundo, considerando sus aportes a la seguridad alimentaria y a la economía de la agricultura familiar, pero también considerando los riesgos inherentes de una expansión descontrolada, en particular poniendo énfasis: en la necesidad de regulación de la circulación de los recursos fitogenéticos y la redistribución justa y equitativa de los beneficios de su utilización fuera de la zona andina y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

El libro está estructurado en 6 partes que permite transitar por los distintos conocimientos actuales sobre los varios temas de interés alrededor del cultivo de quinoa a nivel mundial.

En la Parte 1 se presentan aspectos sobre “Botánica, domesticación y circulación de los recursos genéticos”. La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta anual que presenta una amplia diversidad de cultivos y variedades. Es una de las especies domesticadas en los alrededores del lago Titicaca, entre Perú y Bolivia. Este lugar es considerado como el centro de origen de la quinoa donde se conserva in situ la mayor diversidad de esta especie, como de sus parientes silvestres. Una reflexión sobre el estado de conservación actual de los

recursos genéticos de la quinua nos permite entender más después la importancia de los instrumentos de regulación de la circulación de estos recursos fitogenéticos según los usos.

En la Parte 2, los diversos capítulos abordan los “Aspectos agronómicos y ecológicos” para entender cuáles son los requisitos para el desarrollo del cultivo de quinua, con una atención particular a su tolerancia a la salinidad o a la sequía. El capítulo sobre mejoramiento genético aporta una visión histórica del desarrollo de variedades modernas de quinua.

En la Parte 3, se consideran los “Aspectos técnicos y nutricionales”. La quinua cosechada tiene que ser beneficiada, desaponificada para ser consumida por los seres humanos. Varios capítulos de esta parte abordan el alto valor nutricional de la quinua para la alimentación humana como también animal, considerando la ausencia de gluten del grano para los celíacos y las perspectivas nutraceuticas que están emergiendo.

En la Parte 4, se tratan “Aspectos sociales y económicos” para abordar la importancia de la quinua a nivel mundial desde el punto

de vista económico y las relaciones que existen entre países. Pero como la quinua antes de ser un producto de exportación es un alimento base para las comunidades andinas, el capítulo “Diversidad de modos de comercialización” nos muestra las diferentes formas de relacionamiento al mercado por los grupos de productores de los países andinos. Eso nos permite la comprensión de la lógica y fortaleza de la asociatividad de la pequeña agricultura en torno a la quinua.

En la Parte 5, los capítulos presentan la información actualizada de los “Cultivos de quinua en los países andinos”: Bolivia, Perú, Ecuador, Chile y Argentina.

La Parte 6, reúne varios capítulos sobre la “Experimentación y difusión actual” de la quinua en los nuevos países productores. Se consideran así la adaptación de la quinua en Europa en el Mediterráneo, su introducción en Asia a partir del caso del análisis de India y Pakistán, su experimentación en África, y también en Estados Unidos y Brasil.

En avance a esta publicación, se presentan a los resúmenes o abstracts de los artículos científicos presentados en el libro.



PARTE 1. BOTÁNICA, DOMESTICACIÓN Y CIRCULACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS



CAPÍTULO 1.1

TÍTULO: BOTANY,
PHYLOGENY AND
EVOLUTION

*Corresponding author: Eric JELLEN: jellen@byu.edu
 ERIC N. JELLEN*¹ ; PETER J. MAUGHAN¹; FRANCISCO
 FUENTES²; BOZENA A. KOLANO³,
¹275 WIDB, Department of Plant & Wildlife Sciences,
 Brigham Young University, Provo, Utah, 84602, U.S.A.
²School of Renewable Natural Resources, Arturo Prat
 University, 2120 Arturo Prat Avenue, Iquique, Chile.
³Department of Plant Anatomy & Cytology, University of
 Silesia, Jagiellonska 28, 40-032, Katowice, Poland

ABSTRACT:

Quinoa (*Chenopodium quinoa*, $2n = 4x = 36$) is an Andean seed crop belonging to a complex of allotetraploid taxa that includes wild, weedy, and other domesticated forms from throughout the temperate and subtropical Americas. Quinoa was likely domesticated 3,500+ meters above sea level within the interior basin of the Lake Titicaca drainage. Consequently, the crop was initially domesticated and experienced prolonged selection in an environment that is extremely adverse with respect to abiotic stresses (heat excepted), but relatively mild in terms of biotic stresses. Subsequently, quinoa cultivation spread throughout the central and north-central Andean valleys and southward into the Araucanian coastal region and adjacent Patagonia, diversifying in the process into its five principal ecotypes: Altiplano, Salar, Valley, Coastal, and Yunga. Quinoa biodiversity likely suffered as a result of 400+ years of post-Conquest neglect and

cultural stigmatization. Recent evidence from in situ hybridization and phylogenetic studies employing molecular genetic markers and DNA sequencing, combined with previous reports involving isozyme and inter-taxa hybridization studies, confirm that the allotetraploids can be considered as a single biological species. This is critical to understand because quinoa is on the brink of becoming an international commercial crop, targeted for large-scale production in lowland subtropical environments where disease and insect pest pressures are currently harboring on alternate hosts (i.e., the cosmopolitan weeds *C. album* and *C. murale*). Quinoa pathologists and breeders will need to discover, transfer, and deploy defensive alleles that should already be present in its sister taxa, particularly the ecologically diverse North American weed *C. berlandieri*, in anticipation of these threats.

CAPÍTULO: 1.2**TÍTULO: QUINOA
MOLECULAR AND
GENOMIC TOOLS**

*Corresponding author: P. J. MAUGHAN: Jeff_Maughan@byu.edu

PETER J. MAUGHAN*¹; ERIC N. JELLEN¹; JOSHUA A. RANEY¹

285 WIDB, Department of Plant & Wildlife Sciences,
Brigham Young University, Provo, Utah, 84602, U.S.A.

ABSTRACT:

A sophisticated toolbox of DNA-based genetic markers and genomic resources have been developed and are readily accessible to quinoa researchers. These genomic tools include thousands of characterized and mapped microsatellite and single nucleotide polymorphism markers, expressed sequence tag libraries, bacterial artificial chromosome libraries, and several immortalized recombinant inbred line populations as well as 2nd generation recombination linkage maps. Appropriate use of these resources should allow for the identification and cloning of genes of agronomic importance. Indeed, the tools necessary to identify quantitative trait loci (QTL) through genetic linkage analysis are in place. Once marker-QTL associations have been identified, they should greatly accelerate the process of breeding elite cultivars

through marker assisted selection (MAS). The same tools should also facilitate the introgression of novel alleles into quinoa from wild relatives. We note that the utilization of marker assisted breeding will greatly improve genetic gains without the incorporation of transgenic technology, an important consideration since many Andean countries have an unfavorable view of transgenic crops. Lastly, these genomic resources readily expand our ability to understand the diversity and evolutionary history of quinoa (and related taxa) and should be immediately utilized by national and regional institutions and breeding programs to characterize and maintain quinoa germplasm banks – including the development of core breeding collections.

CAPÍTULO: 1.3**TÍTULO: LA DOMESTICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN PREHISTÓRICA**

* Autor para correspondencia: Maria Teresa PLANELLA: mtplanella@gmail.com
 MARÍA TERESA PLANELLA¹; MARÍA LAURA LÓPEZ²; MARÍA CRISTINA BRUNO³

¹Sociedad Chilena de Arqueología. El Amancai 505, Santiago de Chile, Chile.

²Departamento Científico de Arqueología. Museo de Ciencias Naturales de La Plata. CONICET. Paseo del Bosque s/nº, La Plata (1900), Argentina.

³Dickinson College en Carlisle, Pennsylvania EEUU, Carreras de Arqueología y Antropología. PO Box 1773 Carlisle, PA 17013, USA.

RESUMEN:

Este trabajo da cuenta del conocimiento actual sobre la historia de *Chenopodium quinoa* en cuatro países del área andina: Argentina, Bolivia, Chile y Perú (Figura 1). La reconstrucción de los contextos culturales donde la quinoa fue domesticada, adoptada, intercambiada y/o cultivada desde tiempos remotos, ha sido posible gracias a la información que proveen las investigaciones arqueológicas, y particularmente arqueobotánicas, desarrolladas por numerosos especialistas en los países mencionados. Se suma a esto el aporte de la etnohistoria y la observación de las continuidades culturales que se aprecian en las comunidades actuales que aún producen de modo tradicional este grano.

En primer lugar, se expone la domesticación de *Chenopodium*. Los rasgos morfológicos que presentan las semillas arqueológicas han demostrado ser producto de la manipulación por parte del hombre desde al menos 3000 años. Asimismo, esta situación manifiesta el consumo de *Chenopodium silvestre* por grupos cazadores-recolectores del Arcaico (8000-3000 a.C.) en la región andina, quienes

debieron aplicar procesos de selección, protección, cuidado y trasplante que condujeron a cambios en su estructura, obteniendo los rasgos característicos de la quinoa domesticada.

Posteriormente, se da a conocer el registro arqueobotánico, desde el Arcaico hasta el período de dominación Inka. Se exponen las discusiones sobre los atributos morfológicos distintivos en cada región estudiada, las condiciones ecológicas en que se dio su cultivo, las zonas de proveniencia y rutas de acceso, los diversos contextos de uso, y las relaciones con los procesos socio-políticos acaecidos a lo largo del tiempo.

Finalmente se destaca el valor (o necesidad) de continuar las investigaciones regionales, la optimización de metodologías e intercambio de avances y resultados entre investigadores, para responder a numerosos problemas aún por resolver, entre ellos la presencia de semillas no identificadas específicamente por poseer rasgos que posiblemente se correspondan con las etapas incipientes en el proceso de domesticación.

CAPÍTULO: 1.4**TÍTULO: ACTUAL AND
FUTURE DISTRIBUTION OF
QUINOA IN THE WORLD**

*Corresponding author: Didier BAZILE: didier.bazile@cirad.fr

DIDIER BAZILE*¹; FLORA BAUDRON¹, ¹UPR GREEN, CIRAD-ES ; TA C-47/F, Campus International de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5 – France.

ABSTRACT:

Domesticated and improved first in the Andean countries 5000 years ago, the *Chenopodium quinoa* is not considered just has an “Indian food” anymore. Its potential was discovered during the XX's century and since, the number of countries cultivating it jumped from 6 to 13 while 23 countries are under experimentation and 20 are looking forward to starting. The impact of the research organization has been high, creating major event as the CIP/ DANIDA or the SWUP-MED projects or simply establishing network around the world, as the United Kingdom did with India, Australia, China and Nepal. Today, the experimentation centers spread in new countries that were not used to produce

neither import quinoa. Countries out of South America are now owners of PVR or requesting it. Even if the major part of the production and of the research publication is based in the Andean Countries (especially Bolivia and Peru), the research is spreading around and working on new themes, as virology, dietetics, quinoa processing.

CAPÍTULO: 1.5**TÍTULO: ESTADO DE LA CONSERVACIÓN EX SITU DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE QUINUA**

* Autor para correspondencia: Wilfredo ROJAS <w.rojas@proinpa.org>
 WILFREDO ROJAS^{*1}; MILTON PINTO¹; CAROLINA ALANOCA²; LUZ GÓMEZ PANDO³; PEDRO LEÓN⁴; ADRIANA ALERCIA⁵; STEFANO PADULOSI⁵; STEFANO DIULGHEROFF⁶; DIDIER BAZILE⁷.

¹Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos - PROINPA; Américo Vespucio 538, Piso 3, La Paz, Bolivia. w.rojas@proinpa.org

²Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF; Batallón Colorados 24, Edif. El Cóndor Piso 12, La Paz, Bolivia. carol_aqc@hotmail.com

³Universidad Nacional Agraria La Molina – UNALM; Av. La Molina S/N, La Molina, Lima, Perú. luzgomez@lamolina.edu.pe

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIA; Banco Base de Semillas, Estación Experimental Vicuña, Camino Peralillo s/n Vicuña. Chile. pleon@inia.cl

⁵Bioversity International; Sede Central, Via dei Tre Denari 472/ a 00057 Maccarese (Fiumicino), Roma, Italia. a.alercia@cgiar.org

⁶FAO, Roma, Italia. Stefano.Diulgherooff@fao.org

⁷UPR GREEN, CIRAD-ES ; TA C-47/F, Campus International de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5 – France. Didier.bazile@cirad.fr

RESUMEN:

La quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) es un cultivo potencialmente estratégico que desempeña un rol esencial en la seguridad y soberanía alimentaria, contribuye de forma significativa a las necesidades básicas de la población y es parte del patrimonio ancestral y cultural de los países andinos. Su amplia diversidad conforma un acervo genético extraordinariamente valioso y que se expresa en la variabilidad de colores de la planta, inflorescencia y semilla, duración del ciclo de cultivo, valor nutritivo y agroindustrial, así como en el contenido de saponina del grano. Esta diversidad, confiere al cultivo una amplia adaptación a diferentes condiciones agroecológicas (suelos, precipitación,

temperatura, altitud, tolerancia a heladas, sequía, salinidad). A nivel mundial son 16422 las accesiones de quinua y sus parientes silvestres que se conservan en 59 bancos de semillas de 30 países (*Chenopodium quinoa*, *C. album*, *C. berlandieri*, *C. hircinum*, *C. petiolare*, *C. murale* y *Chenopodium* sp.). Los bancos de semilla de la región Andina conservan más del 88% de la variabilidad genética del cultivo. A pesar de disponer esta amplia diversidad, en la actualidad no se utiliza adecuadamente. El grano perlado y los productos procesados en los mercados derivan de un conjunto reducido de variedades cultivadas, lo que evidencia una subutilización del potencial genético.

En general, los países no poseen políticas claras en materia de conservación ex situ de las colecciones de germoplasma de quinua. Los bancos de germoplasma de los países con mayor diversidad están escasamente vinculados entre sí en el mismo país y menos entre diferentes países. Cada banco de semillas desarrolla sus actividades según los objetivos de la institución y muchas veces según intereses individuales de los investigadores, en vez de que sea sobre la base de una estrategia planificada a beneficio del programa nacional. En este capítulo se hace una revisión de las

colecciones de germoplasma de quinua de los diferentes países, particularmente de la región Andina, la distribución de su variabilidad genética y una descripción de la infraestructura e instalaciones utilizadas para su conservación. Se incluye también información relativa a la caracterización y evaluación, los procedimientos para la regeneración y multiplicación y los sistemas de documentación que se utilizan. Finalmente se describen los vínculos entre la conservación in situ y ex situ.



CAPÍTULO: 1.6.**TÍTULO: LOS SISTEMAS QUE REGULAN EL INTERCAMBIO DE LOS RECURSOS GENÉTICOS: IMPORTANCIA PARA EL ACCESO, LA CIRCULACIÓN Y LA INNOVACIÓN EN EL CASO DE LA QUINUA.**

* Autores para correspondencia: Didier BAZILE: Didier.bazile@cirad.fr y Marco CHEVARRIA-LAZO <mcheva@yahoo.com>

Marco CHEVARRIA-LAZO¹, Didier BAZILE^{2*}, Dominique DESSAUW³, Selim LOUAFI⁴, Michel TROMMETTER⁵ y, Henri HOCDE⁶

¹ (Perú), Consultor UNOPS – PNUMA; Av. De la Cultura H3, Cusco – Perú. Tel +51.945.18.54.20.

²UPR GREEN, CIRAD-ES; TA C-47/F; Campus International de Baillarguet; 34398 Montpellier Cedex 5 – Francia. Tel +33.4.67.59.38.53.

³CIRAD, DGDRS-VALO, TA 181/04; Avenue Agropolis; 34398 Montpellier Cedex 5, Francia. Tel +33.4.67.61.55.21.

⁴CIRAD-BIOS, UMR AGAP, TA A-108 / 03, Avenue Agropolis; 34398 Montpellier Cedex 5, Francia. Tel +33.4.67.61.57.22.

⁵UMR GAEL INRA UPMF, BP 47, 38040 Grenoble Cedex 9, Francia. Tel +33.4.76.82.78.03.

⁶CIRAD, UMR ARTDEV, Montpellier, Francia.

RESUMEN:

A propuesta de la FAO, la Asamblea General de la ONU declaró el 2013 “Año Internacional de la Quinua” resaltando el rol que podría tener la biodiversidad de la quinua para la seguridad alimentaria mundial, en virtud de sus altos valores nutritivos y su gran potencial de adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas. La declaración reconoce el rol de las comunidades andinas en la creación de esta biodiversidad y la conservación de múltiples variedades locales de quinua. La expansión actual de su cultivo en otros continentes continuará en los próximos años aunada a la generalización de sistemas de derechos de propiedad intelectual sobre las

variedades o los genes, tal situación hace urgente un reconocimiento efectivo del aporte de los pueblos andinos, así como, la implementación de instrumentos que permitan una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos de la quinua y de los conocimientos tradicionales asociados. Estos son los aspectos que trata el presente capítulo.

Se identificaron cuatro metas principales: el reconocimiento de la identidad andina de los recursos genéticos de la quinua y de los conocimientos tradicionales vinculados a ésta; la conservación de los elementos

constitutivos de la diversidad biológica y los ecosistemas; la utilización sostenible y eficaz de los recursos genéticos de la quinoa que permitan promover la innovación; la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de estos recursos y de los conocimientos tradicionales asociados. Los marcos internacionales existentes no responden de manera satisfactoria a las cuestiones mencionadas. El CDB y el Protocolo de Nagoya regulan el acceso y la distribución de beneficios de manera bilateral, mientras que los recursos genéticos de la quinoa son transfronterizos y en parte se encuentran dispersos desde hace décadas fuera de la zona andina. El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos útiles a la alimentación y a la agricultura – TIRFAA de la FAO – no considera los diferentes y numerosos usos no agrícolas y no alimentarios que se dan también en el caso de la quinoa, (usos medicinales, cosméticos, etc.). La conservación in situ de las variedades de quinoa y la distribución justa y equitativa de la utilización de sus recursos genéticos a las poblaciones andinas son igualmente una de las limitaciones del TIRFAA. Los derechos de la propiedad intelectual incluso sui generis, entre otros, las patentes, los COV, las indicaciones geográficas o las marcas colectivas se concentran sobre una pequeña parte del problema, (la regulación del acceso), éstos son temporales, (duración y validez limitadas), y no son reconocidos por todos los países. Los derechos de propiedad intelectual (DPI) no se interesan en la conservación de los recursos genéticos. Por tanto se debe encontrar o crear soluciones alternativas. Los Sistemas

Ingeniosos del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM) y los paisajes bioculturales de la UNESCO toman en cuenta la conservación in situ para la protección de los sistemas agrarios que enriquecen la biodiversidad. Sin embargo, no están adaptados para abordar la conservación ex situ de la biodiversidad ni la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos. Incluso si el Sistema de Licencias Abiertas de Semillas (Open Source Seed License en inglés) parece interesante como marco regulatorio para múltiples actores comprometidos en las diferentes etapas de producción, selección, difusión y conservación; no cuenta con un marco legal que le permita proteger el material genético intercambiado y evitar casos delictivos. De otro lado, los parientes silvestres de los cultivos no están comprendidos por éstos sistemas que se interesan sobre todo en las variedades de las especies cultivadas. Finalmente, se constata que no existe un marco legal único capaz de tratar simultáneamente y globalmente estos cuatro aspectos identificados. La evidencia de vacíos en cada uno de estos instrumentos debería permitir la generación de propuestas para optimizarlos. Consecuentemente queda por construir colectivamente una solución que permita armonizar diferentes marcos legales existentes y/o inventar unos nuevos que los complementen. La rápida difusión de la quinoa a nivel mundial ofrece una oportunidad a tomar en cuenta para reflexionar sobre las consecuencias de los instrumentos de regulación de los recursos genéticos actuales para mejorarlos e implementarlos nuevamente.

CAPÍTULO 1.7.

TÍTULO: VOLUNTARY PAYMENTS FOR THE CONSERVATION OF QUINOA DIVERSITY: EXPLORING THE ROLE OF PAYMENTS FOR ECOSYSTEM SERVICES IN THE ANDES

*Corresponding author: Unai PASCUAL: unai.pascual@bc3research.org
 ADAM G. DRUCKER¹, UNAI PASCUAL^{*234}, ULF NARLOCH⁵, ESTELLE MIDLER³, JOSÉ LUIS SOTO⁶, MILTON PINTO⁷, ENRIQUE VALDIVIA⁶ AND WILFREDO ROJAS⁷

¹ Bioversity International, Rome, Italy

² University of Cambridge, Department of Land Economy, Cambridge, UK

³ Basque Centre for Climate Change (BC3), Bilbao, Spain

⁴ IKERBASQUE, Basque Foundation for Science, Bilbao, Spain

⁵ World Bank, Washington, USA

⁶ Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Puno, Peru

⁷ Fundación Promoción e Investigación de Productos Andinos, La Paz, Bolivia

ABSTRACT:

Quinoa farming in the Altiplano has become more market orientated relative to its traditional role as a subsistence crop. This has resulted in the increasing marginalization of many quinoa landraces and therefore a loss of quinoa diversity. From an economics perspective, the maintenance of socially desirable levels of agrobiodiversity requires the implementation of mechanisms that provide farmers with the incentive to conserve these quinoa landraces. Payments for Environmental Services (PES) may be part of a broader set of incentive mechanisms but, so far, they have not been developed in the context of agrobiodiversity conservation. The aim of this chapter is therefore to analyse the potential of Payments for Agrobiodiversity Conservation Services (PACS) instruments, in particular in the context of quinoa farming. The impact of different PES-type approaches on quinoa diversity conservation (cost-effectiveness) is analysed together with their interactions with collective action. In

particular, the chapter focuses on two types of reward systems: competitive tenders and fixed-price payments. Key issues addressed relate to the design of these PESs as well as the effect of the context on PES' effectiveness. Experiments were run in two study sites – a Peruvian site where farming systems are mainly subsistence-based and a Bolivian site where farming systems are more commercialized – to permit a comparison across market contexts. Results show that:

- The conservation goals and targeting rules chosen for the competitive tender significantly condition the scheme's performance and as such cost-effectiveness and equity trade-offs.
- The way a fixed-price payment is designed impacts farmers' behaviour and therefore the conservation outcome.
- Fixed-price payments have different impacts depending on the market context and on existing collective action institutions.



PARTE 2.

ASPECTOS AGRONÓMICOS Y ECOLÓGICOS



CAPÍTULO: 2.1**TÍTULO: ASPECTOS GENERALES Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO**

* Autor para correspondencia: José DELATORRE-HERRERA jose.delatorre@unap.cl
 DELATORRE-HERRERA, J.^{1*}; MUJICA, A.^{2*}; CÁRDENAS, J.^{3*}; PERALTA, E.^{4*}; GARCÍA, M.^{5*}; DELFINO, I.^{1*}; SÁNCHEZ, M.^{1*} MANZÓN, N.^{4*}.

¹Universidad Arturo Prat. Facultad Recursos Naturales Renovables, Iquique- Chile

²Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

³Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias. Universidad Técnica de Oruro. Oruro- Bolivia

⁴INIAP, Pronaleg-GA, Ecuador

⁵Universidad Mayor San Andrés. La Paz- Bolivia

RESUMEN:

La quinua es un cultivo ancestral domesticado por las etnias altoandinas de América, posee una gran plasticidad consecuencia de su gran diversidad genética que le permite adaptarse a muy variadas condiciones edafoclimáticas. Esta amplitud y tolerancia ecológica del milenario cultivo, ha permitido que trascienda más allá de las fronteras de su origen, existiendo ecotipos adecuados a las más diversas condiciones edafoclimáticas.

La quinua por su amplia variabilidad genética y gran plasticidad, presenta genotipos de días cortos, de días largos e incluso indiferentes al fotoperiodo. Se adapta a diferentes tipos de suelos, además existen genotipos adecuados para diversas condiciones extremas como, salinidad, alcalinidad, acidez, bajas temperaturas, entre otros.

La quinua presenta una alta eficiencia en el uso del agua (E.U.A) debido a diversos mecanismos que le permiten no solo escapar al déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo. Esta planta se le encuentra creciendo y dando producciones

aceptables con precipitaciones mínimas de 90 mm en el altiplano sur de Bolivia y de Chile. En general, la quinua prospera con 250 a 500 mm anuales en promedio.

Se distinguen ocho zonas agroecológicas donde se cultiva la quinua: Zona agroecológica del altiplano, Zona agroecológica de salares, Zona agroecológica de valles interandinos, Zona agroecológica de lugares áridos y secos, Zonas agroecológica de áreas altas y frías, Zona agroecológica de Costa y cercanas al mar, Zona agroecológica de ceja de selva y áreas tropicales, Zonas agroecológica de alta precipitación y humedad y Zonas agroecológicas donde se encuentran los parientes silvestres de la quinua.

En este capítulo analizaremos los requerimientos de suelo, agua y clima que presenta la quinua, como una manera de entender su comportamiento y sus respuestas adaptativas, así como los requerimientos nutricionales e hídricos, finalmente se describen las diversas zonas agroecológicas donde prospera este cultivo.

CAPÍTULO: 2.2.**TÍTULO: CONTROL AMBIENTAL
DEL DESARROLLO**

* Autor para correspondencia: Héctor Daniel BERTERO bertero@agro.uba.ar

HÉCTOR DANIEL BERTERO, Cátedra de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires y CONICET-IFEVA. Av. San Martín 4453, (C1417DSE), Buenos Aires, Argentina.

RESUMEN:

La duración de etapas del desarrollo es uno de los determinantes principales de la adaptación de una especie. Esta condiciona el ajuste a la estación de crecimiento, la partición de fotoasimilados, la absorción de agua y nutrientes y, en último grado, el rendimiento alcanzado. Al menos cuatro factores afectan la progresión del desarrollo en quínuas: la temperatura, el fotoperíodo, el status hídrico y la radiación, y existe variabilidad genética documentada en la sensibilidad a los dos primeros. La temperatura es el factor ambiental con mayor impacto relativo sobre la duración del desarrollo. La sensibilidad a la temperatura fue evaluada para el tiempo hasta yema floral visible y la tasa de aparición de hojas: la variabilidad para ambas variables se asocia a características de los ambientes de origen, siendo mayor en ambientes con limitaciones hídricas y bajas temperaturas, indicando que la adaptación a estaciones de crecimiento cortas se expresa mediante una mayor

precocidad, en parte compensada con una mayor tasa de aparición de hojas, mientras que genotipos más tardíos se encuentran en ambientes más húmedos y cálidos. Quínuas se comporta como una planta de día corto y la mayor sensibilidad al fotoperíodo se expresa en genotipos de valle, cultivados entre Argentina y Colombia. En el extremo opuesto, aquellos del altiplano sur, incluidos Bolivia y el Noroeste de Argentina, junto con genotipos de nivel del mar en Chile, poseen escasa o nula sensibilidad a este factor. La sensibilidad al fotoperíodo se manifiesta desde etapas tempranas del desarrollo hasta etapas avanzadas del llenado de granos, existiendo a su vez variabilidad en la duración del período sensible. Al margen del alto impacto ambiental existe un alto control genético de la duración de etapas, expresada en baja interacción genotipo x ambiente, que permite su manipulación por el mejoramiento y en decisiones de manejo.

CAPÍTULO 2.3.

TÍTULO: FISIOLÓGÍA DE LAS SEMILLAS Y RESPUESTA A LAS CONDICIONES DE GERMINACIÓN

*Autor para correspondencia: Diana CECCATO dceccato@cnia.inta.gov.ar
 DIANA CECCATO^{1*}, JOSÉ DELATORRE-HERRERA², HERNÁN BURRIEZA³, DANIEL
 BERTERO⁴, ENRIQUE MARTÍNEZ⁵, IGNACIO DELFINO², SANDRA MONCADA², DIDIER
 BAZILE⁶, MARTINA CASTELLÓN³

¹Banco Base de Germoplasma, IRB, CIRN, INTA, B1686EYR Hurlingham, Bs. As., Argentina.

²Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile.

³Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, C1428EGA CABA, Argentina.

⁴CONICET-IFEVA /Cátedra de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, UBA, C1417DSE Bs. As., Argentina.

⁵Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CEAZA, La Serena/Facultad de Ciencias del Mar, UCN-Coquimbo, Chile.

⁶UPR GREEN, CIRAD-ES; TA C-47/F, Campus International de Baillarguet 34398 Montpellier Cedex 5, Francia.

RESUMEN:

En este capítulo se reúnen los conocimientos sobre el comportamiento germinativo y en conservación de semillas de quinua a través de tres aspectos generales: la respuesta de la germinación a diferentes factores y ante situaciones de estrés, la tolerancia al brotado pre-cosecha y el control de la dormición, y la dinámica de envejecimiento y longevidad potencial de las semillas en conservación. Las semillas de quinua mostraron capacidad de germinar a temperaturas cercanas a cero y tolerancia a exposiciones breves a heladas en algunos casos. Accesiones que provienen de zonas salinas y áridas tienen en general mayor tolerancia al estrés hídrico y la salinidad, producto de su adaptación. No obstante, la diferenciación de los efectos de la salinidad en iónico y osmótico reveló diversas respuestas y niveles de tolerancia en accesiones de diferente origen. El brotado pre-cosecha es uno de los problemas que limitan la expansión del cultivo de quinua hacia regiones húmedas.

El estudio del comportamiento germinativo en accesiones con dormición permitió determinar el efecto de factores ambientales (temperatura y fotoperíodo), hormonales (ABA y Ga_3) y estructurales (espesor de cubiertas) sobre el nivel de dormición de semillas de quinua durante su desarrollo, maduración y almacenamiento. Las semillas de quinua poseen la capacidad de tolerar la pérdida de agua y mantener la viabilidad, recuperando las funciones vitales al ser rehidratadas. La cinética de las reacciones de deterioro conducentes a la pérdida de viabilidad está determinada principalmente por el grado de movilidad del agua de multicapas. Entre las reacciones de deterioro se destacan la lipooxidación y la formación de compuestos de Maillard. Existen referencias sobre diferencias en la tolerancia al almacenamiento de diferentes cultivares, pero no son concluyentes en cuanto a la asociación entre la longevidad y las características de las regiones de origen.

CAPÍTULO 2.4.

TÍTULO: TOLERANCE TO SALINE CONDITIONS

*Corresponding author: Stefania BIONDI stefania.biondi@unibo.it

BIONDI Stefania¹, RUIZ Karina B², MARTÍNEZ Enrique A^{3,4}, ZURITA-SILVA Andrés⁵, ORSINI Francesco⁶, ANTOGNONI Fabiana⁷, DINELLI Giovanni⁶, MAROTTI Ilaria⁶, GIANQUINTO Giorgio⁶, MALDONADO Sara⁸, BURRIEZA Hernán⁸, BAZILE Didier⁹, ADOLF Verena Isabelle¹⁰, JACOBSEN Sven-Erik¹⁰

¹ Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, via Irnerio 42, 40126 Bologna, Italy

² Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Av. Santa Rosa 11315, 8820808 La Pintana, Casilla 1004, Santiago, Chile

³ Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Colina El Pino s/n, La Serena, Chile

⁴ Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Larrondo 1281, Coquimbo, Chile

⁵ Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro de Investigación Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, PO Box 36-B, La Serena, Chile

⁶ Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna, viale Fanin 44, 40127 Bologna, Italy

⁷ Dipartimento di Scienze della Qualità della Vita, Università di Bologna, Corso D'Augusto 237, 47921 Rimini, Italy

⁸ Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, C1428EGA Ciudad de Buenos Aires, Argentina
⁹ UPR-GREEN, CIRAD-ES; TA C-47/F, Campus International de Baillarguet 34398 Montpellier Cedex 5, France

¹⁰ Faculty of Science, University of Copenhagen, Højbakkegaard Allé 13, DK-2630 Taastrup, Denmark

ABSTRACT:

Salinity is today amongst the most widespread constraints in irrigated agriculture. Thus, salt tolerance is an agronomically important trait that is receiving increasing attention among scientists worldwide. Quinoa is tolerant to soil salinity and other adverse environmental factors, hence attracting the attention of researchers as a possible crop in a changing world scenario in which scarcity of water resources and increasing soil and water salinization are the primary causes of crop loss. Quinoa's exceptional tolerance to salinity, frost, drought and other types of abiotic stress also makes it a model species for investigating cellular, physiological, bio-molecular and morphological mechanisms at the basis of stress tolerance in halophytes and in plants as a whole. There are

quinoa ecotypes adapted to valley, altiplano, salt desert, sea level and tropics, which display broad genetic variability in salinity tolerance. For this reason, quinoa represents a valuable resource for selection of the most suitable material and for breeding new varieties adapted to different environmental and geographical conditions. In this chapter, scientific studies on salinity tolerance in quinoa conducted in the last decade by numerous research groups operating in at least nine different countries are described. We focus on studies in which different quinoa genotypes are compared for their response to saline conditions, demonstrating that salt tolerance is a complex, multigenic trait involving a plethora of physiological and structural adaptations. Results available up to now regarding the effect of salinity on the nutritional properties of quinoa are reported.

CAPÍTULO 2.5.

TÍTULO: QUINOA DROUGHT RESPONSES AND ADAPTATION

*Corresponding author: Andrés ZURITA-SILVA andres.zurita@inia.cl
 ZURITA-SILVA Andrés¹, JACOBSEN Sven-Erik², RAZZAGHI Fatemeh³, ALVAREZ-FLORES Ricardo⁴, JOFFRE Richard⁴, WINKEL Thierry⁵, RUIZ Karina B.⁶, MORALES Andrea⁷, SILVA Herman⁶

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro de Investigación Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, PO Box 36-B, La Serena, Chile.

² Faculty of Science, University of Copenhagen, Højbakkegaard Allé 13, DK-2630 Taastrup, Denmark.

³ Water Engineering Department, College of Agriculture, Shiraz University, Iran

⁴ Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), UMR 5175 CEFE, F-34293 Montpellier, France.

⁵ Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR 5175 CEFE, F-34293 Montpellier, France.

⁶ Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Producción Agrícola, Laboratorio de Genómica Funcional & Bioinformática, Av. Santa Rosa 11315, 8820808 La Pintana, Santiago, Chile.

⁷ Programa Doctorado en Biotecnología, Universidad Andres Bello, Santiago, Chile.

ABSTRACT:

Quinoa thrives over a wide range of soil and climate conditions, from cold and arid areas to wet tropical regions. The adaptability of quinoa to various levels of drought is due to the differentiation of a diversity of ecotypes originating in contrasting agro-environments. Plants display various adaptive strategies to drought stress, from morphological to physiological adaptations that serve a range of responses to water deficit, from avoidance to resistance and tolerance. Plants cope with drought stress by changing and modifying key physiological processes such as photosynthesis, respiration, water relations and antioxidant and hormone metabolism. Whole-plant responses to drought involve changes in leaf and root growth, in some cases with strong ontogenetic variation. These drought responses at both the

physiological and morphological levels show intraspecific variation related to ecotypic differentiation. This chapter will explore the responses to this abiotic stress and review possible mechanisms concurring at both whole plant and tissue levels, including recent determinations from architectural, morphological, physiological and molecular perspectives. Quinoa thus represents an invaluable opportunity and potential crop with regard to present and future climate change challenges, as well as an important source of genes with biotechnological applications.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, drought, ontogeny, physiological responses, morphological traits, plant architecture, molecular responses, intraspecific variation.

CAPITULO: 2.6**TÍTULO: MEJORAMIENTO GENÉTICO DE LA QUINUA Y EL DESARROLLO DE VARIEDADES MODERNAS**

* Autor para correspondencia: Alejandro BONIFACIO < a.bonifacio@proinpa.org>

BONIFACIO ALEJANDRO¹, GOMEZ-PANDO LUZ², y ROJAS WILFREDO¹,

¹Fundación PROINPA; Américo Vespucio 538, Piso 3, La Paz, Bolivia. ;

² Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina S/N, La Molina, Lima-Perú

ABSTRACT:

El mejoramiento genético de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) puede lograrse empleando diversos métodos desde los convencionales como la selección masal, individual, hibridaciones o cruzamientos (intra e intervarietales), la inducción de mutaciones; los cuales pueden ser combinados con las herramientas biotecnológicas modernas. El objetivo fundamental es el desarrollo de variedades sobresalientes que combinan alto potencial de rendimiento, tolerancia y/o resistencia a factores bióticos y abióticos, adaptación a diversas regiones agroclimáticas y con la calidad adecuada del grano para la alimentación e industria. Otros objetivos adicionales surgen recientemente, por el incremento de su popularidad y la expansión de su área de cultivo, como son, entre otros, cambios en su morfología y fisiología que favorezcan las cosechas mecanizadas y mejoren su tolerancia a las sales, al calor y una respuesta adecuada al empleo de mayor cantidad de insumos agrícolas. El empleo de los métodos de

mejoramiento ha permitido el desarrollo de variedades valiosas en países como Bolivia, Perú, Ecuador, Chile, Dinamarca, Estados Unidos y otros. Considerando la amplia variabilidad genética que se dispone en los centros de origen y diversidad, el trabajar con el mejoramiento de manera continua y su introducción a otros países puede convertir a la quinua en el nuevo cultivo básico para la humanidad, especialmente en aquellos países donde la población no tiene acceso a fuentes de proteína, o donde tienen limitaciones en la producción de alimentos. De esta forma se puede ampliar la base alimentaria actual que depende de pocas especies como el trigo, maíz, arroz, papa, soya y otros y también a reducir los problemas de desnutrición, considerando el alto valor nutritivo de la quinua y así de esta forma enfrentar los problemas que van surgiendo por el cambio climático.

CAPÍTULO 2.7.

TÍTULO: PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE QUINUA

*Autor para correspondencia: Raúl SARAVIDA r.saravia@proinpa.org
 RAÚL SARAVIDA¹; ALEJANDRO BONIFACIO¹²; LUIS CRESPO¹³ ; GIOVANNA PLATA¹⁴;
 ANTONIO GANDARILLAS¹⁵, RENÉ ORTIZ-ROMERO².

¹Fundación PROINPA; Américo Vespucio 538, Piso 3, La Paz – Bolivia.

¹²a.bonifacio@proinpa.org

¹³l.crespo@proinpa.org

¹⁴g.plata@proinpa.org

Fundación PROINPA; Av. Meneces s/n, Km. 4 El Paso, Cochabamba – Bolivia. ¹⁵

a.gandarillas@proinpa.org

²Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca (Puno), Perú. zitror28@hotmail.com

RESUMEN:

La producción y productividad de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) esta determinada por factores hereditarios, resistencia ambiental abiótica y resistencia ambiental biótica. Las fitopestes en quinoa son: insectos plaga, enfermedades, pájaros plaga y malezas, estos, ocasionan pérdidas directas e indirectas sobre el rendimiento en 30 %. Los insectos plaga se agrupan en tres categorías: plaga clave, plaga ocasional y plagas ocasionales; *Eurysacca quinoa* Povolny y *Copitarsia turbata* H.S. son de importancia económica. Las enfermedades son producidas por hongos, bacterias, virus y nematodos; mildiu ocasiona pérdidas económicas, su agente causal es *Peronospora farinosa* (Fr.) Fr., infecta en diferentes estados fenológicos a nivel de hojas, ramas, tallos e

inflorescencia. Los pájaros *Sicalis uropigialis* y *Polytelis* sp infestan durante la cosecha; el comportamiento alimentario, persistencia, distribución y densidad poblacional, tipifican su condición de pájaros plaga. Las malezas, compiten con el cultivo por agua, luz, nutrientes, anhídrido carbónico y espacio, aparentemente, la cobertura vegetal y distribución espacial en cantidad y calidad es variable, condicionada por la plasticidad y capacidad de adaptación. Las tácticas de control de fitopestes deben fundamentarse en conceptos ecológicos de Manejo Integrado de Fitopestes en Quinoa (MIFQ).



PARTE 3. ASPECTOS TÉCNICOS Y NUTRICIONALES



CAPÍTULO: 3.1.**TÍTULO: PROCESOS TRADICIONALES
E INNOVACIONES TECNOLÓGICAS
EN LA COSECHA, BENEFICIADO E
INDUSTRIALIZACIÓN DE LA QUINUA**

*Autor para correspondencia: Carla QUIROGA ccquirolga@upb.edu
CARLA QUIROGA, RAMIRO ESCALERA, GENARO ARONI, ALEJANDRO BONIFACIO,
JUAN ANTONIO GONZALES, MILTON VILLCA, RAÚL SARA VIA Y ANTONIO RUIZ

RESUMEN:

El incremento en la demanda de la quinua a nivel mundial ha promovido el crecimiento de la producción en las zonas de origen y la inclusión de esta especie en otras regiones, principalmente de las variedades y ecotipos con alto contenido de saponinas, que en forma previa a su consumo deben ser removidas de la superficie del grano, por sus propiedades antinutricionales y organolépticas indeseables.

Ante esta situación, las etapas de cosecha y poscosecha que implican las sub-etapas de siega o corte, emparvado o formación de arcos, trilla, aventado y limpieza del grano, secado, selección, almacenamiento, beneficiado, elaboración de productos de valor agregado y uso directo del producto, han sido objeto de innovaciones tecnológicas a escala industrial, en substitución de las prácticas tradicionales, generalmente concebidas para una producción de pequeña escala.

De la cosecha depende el éxito para la obtención de la calidad comercial del grano. En esta etapa, la introducción paulatina de sistemas mecanizados en cultivos de mediana y gran escala, tales como segadoras, venteadoras, trilladoras, desbrozadoras, equipos combinados de trilla y zaranda han propiciado varias ventajas respecto de las prácticas manuales tradicionales relacionadas con la reducción de la

contaminación de impurezas, disminución de mermas y pérdida de grano, además de facilitar las tareas y reducir los requerimientos de mano de obra, en muchos casos escasa en las zonas de cultivo. Tales sistemas han sido innovados y mejorados para mitigar sus impactos ambientales negativos intrínsecos.

En el beneficiado, los sistemas tradicionales de remoción de saponinas han sido innovados con un consecuente desarrollo y aplicación de equipos y tecnología apropiada a escala industrial. Siendo los sistemas combinados los más utilizados porque garantizan la calidad nutritiva y estabilidad morfológica del grano, así como el contenido final de saponinas por debajo de los niveles de los estándares internacionales. En estos sistemas las saponinas se remueven en 2 etapas: escarificado y lavado, seguidos de las etapas de centrifugado y secado de los granos. En los procesos optimizados se eliminan las saponinas en seco hasta en un 95 %, en el escarificador, y el resto en la lavadora con agua. Sin embargo, los volúmenes de agua requeridos aún son importantes, generalmente mayores a 5 m³/TM de quinua procesada, y los efluentes que se generan están contaminados con saponinas. La remoción de impurezas tales como piedrecillas, ramas, granos inmaduros, quebrados o de otro color, se realiza en zarandas o clasificadores, despedregadores, sistemas magnéticos y ópticos, acompañados casi siempre por el trabajo manual.

Las fuerzas del mercado, con normativas ambientales más exigentes, mayores precios y la menor disponibilidad del recurso agua en las zonas productoras, seguirán impulsando el desarrollo de equipos y tecnología aún más eficientes e innovadores, con tendencia hacia los sistemas de remoción de saponinas vía seca, los cuales además de no requerir agua permiten la recuperación total de las saponinas que tienen buenos precios en el mercado por sus aplicaciones en diferentes rubros del sector industrial. Aunque a escala artesanal se han propuesto modelos interesantes para el procesamiento de la quinua por vía seca, aún se deben realizar mayores investigaciones hasta lograr escalar a nivel industrial.

Los alimentos elaborados en base a la quinua han estado presentes en la dieta de los pobladores de Los Andes durante siglos y debido a sus atributos nutricionales su uso no sólo se ha extendiendo a otras zonas y sino que hay una mayor diversificación de productos derivados de la quinua sola (harina, hojuelas, expandidos del grano) o mezclas con cereales, oleaginosas y otros alimentos (pan de harinas compuestas, fideos, extruidos, pastas libres de gluten). Se espera que, con la expansión del mercado de la quinua, se generaran nuevos productos derivados del grano, tales los concentrados y aislados proteicos, aceites, almidones y derivados de saponinas con alto valor agregado.

CAPÍTULO: 3.2.**TÍTULO: FORRAJE Y ALIMENTACIÓN ANIMAL**

*Autor para correspondencia: Jose Antonio BLANCO
CALLISAYA ablanco@ucm.cl
JOSE ANTONIO BLANCO CALLISAYA. Departamento
de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias y
Forestales, Universidad Católica del Maule, Curicó, Chile

Resumen

La quinua, desde tiempos prehispánicos, fue utilizada en la alimentación animal. Por sus propiedades nutritivas y los subproductos derivados de la cosecha y beneficiado del grano, este cultivo surgió como una alternativa para la alimentación de rumiantes y no rumiantes. Diferentes trabajos demuestran que el grano de quinua ya sea suministrada como grano entero o molida en diferentes proporciones de la ración, son capaces de suplir y aportar los requerimientos de animales monogástricos, especialmente aves y porcinos. El contenido de saponina, que le proporciona el característico sabor amargo, disminuye su consumo, por tanto, antes de suministrar debe ser eliminada o bien utilizar cultivares dulces, con los cuales se tuvieron experiencias por demás interesantes y se evita el desaponificar. La adición de subproductos de la cosecha, trilla y beneficiado de la semilla, como el afrecho o cascarilla de la semilla constituye otra fuente

alimenticia, si proviene de quinuas amargas poseerá un alto contenido de saponina y por tanto una disminución en el consumo, que puede ser mejorada mezclándolo con otros ingredientes. En rumiantes, los trabajos se enmarcaron en la producción de forraje, ensilaje y la adición de residuos de la cosecha (tallos y hojas) en las dietas. Si bien los rendimientos de materia seca son aceptables, la ventaja está en su buena digestibilidad y contenido de proteína que lo hace un forraje de buena calidad. Al contrario de los monogástricos, no existe un efecto adverso de la saponina, más bien tiene la ventaja de controlar ciertos parásitos internos. La quinua al ser un cultivo multipropósito, debiera ser una opción de alimentación animal en lugares donde la producción de grano es importante, por la cantidad de residuos producto de su beneficiado, y en zonas con escasez de agua y altitudes considerables donde otras especies no prosperan.

CAPÍTULO: 3.3

TÍTULO: SAPONINS

*Corresponding author: Jacopo TROISI < laboratorio.troisi@na.camcom.it >

J. TROISI¹*, R. DI FIORE¹, C. PULVENTO², R. D'ANDRIA², ANTONIO VEGA-GÁLVEZ³,
MARGARITA MIRANDA³, ENRIQUE A. MARTÍNEZ⁴ AND A. LAVINI²

¹Laboratorio Chimico Merceologico, Az. Spec. CCIAA, Corso Meridionale 58, I-80134 Napoli, Italy. e-mail: laboratorio.troisi@na.camcom.it; phone: +39 081 5547757; fax: +39 081 5633740.

²CNR – Institute for Agricultural and Forest Mediterranean System (ISAFoM), Ercolano (NA), Italy

³Universidad de La Serena, Facultad de Ingeniería, Av. Raúl Bitrán s/n, Box 599, La Serena, Chile.

⁴Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CEAZA, Avda. Raúl Bitrán s/n, La Serena, Chile.

ABSTRACT:

The term saponin is deduced from the Latin word *sapo*, meaning “soap”, reflecting its readiness to form stable soap-like foams in aqueous solutions. The biological role of saponins is not completely understood, but they are generally considered to be part of plants’ defense system against pathogens and herbivores particularly because of their bitter flavor. Saponins consist of aglycone and sugar, each representing about 50% of the total weight of the molecule. In quinoa, saponins are a complex mixture of triterpene glycosides that derive from seven aglycones: oleanolic acid, hederagenin, phytolaccagenic acid, serjanic acid, 3 β -Hydroxy-23-oxo-olean-12-en-28-oic acid, 3 β -Hydroxy-27-oxo-olean-12-en-28-oic acid and 3 β ,23 β ,30 β -Trihydroxy-olean-12-en-28-oic acid while the best represented sugars may be arabinose, glucose and galactose. Saponins have been considered a serious antinutritional factor because of their hemolytic activity, which has contributed to a longstanding controversy about their functions in food. It is believed that saponins can form complexes with membrane sterols of the erythrocyte, causing an increase in permeability and a subsequent loss of hemoglobin. Recent extensive studies of their biological activity in vitro and in vivo have associated saponins with several health benefits. The numerous biological activities associated with saponins include anti-inflammatory, anticancerogenic, antibacterial, antifungal and antiviral effects. They are also

of interest as valuable adjuvants and the first saponin-based vaccines have been introduced commercially. Traditionally, quinoa seeds are either mechanically abraded to remove the bran, where saponins are predominantly located, or washed with water to remove bitterness prior to use. During washing procedures to eliminate bitter saponins, valuable nutrients are also lost and may change the chemical composition and amino acid profiles of quinoa seeds. The final level of saponin content in to-be-consumed quinoa seeds is still a big concern in terms of its bitterness and possible negative biological effects. A mathematical model based on Fick’s second law has been created to optimize leaching process of saponins from quinoa seeds during washing with water.

Many studies have been focused on the effects of different agronomic variables, such as irrigation and salinity, on the saponin profiles of quinoa. These have been observed that saponins decreased if samples that have been exposed to drought and saline regimes. These results suggest that irrigation and salinity may regulate the saponin content in quinoa, influencing its nutritional and industrial values.

Current studies are evaluating the different composition of saponin content in seven varieties of quinoa seed grown up in Italy and six varieties of quinoa grown up in Chile under rain-fed or low-irrigation conditions. Seeds from more arid or stressing Chilean localities have higher saponin content.

CAPÍTULO: 3.4.**TÍTULO: QUÍNOA: ASPECTOS NUTRICIONALES DEL ARROZ DE LOS INCAS**

* Autor para correspondencia: Enrique A. MARTÍNEZ
 enrique.a.martínez@ceaza.cl
 MARTÍNEZ, Enrique A.* Centro de Estudios Avanzados en
 Zonas Áridas, CEAZA, La Serena, Chile

RESUMEN:

El arroz de los Incas, es uno de los nombres dados a la quínoa. En cada gran región del mundo se ha originado algún tipo de grano básico para consumo humano. El menos conocido y menos expandido masivamente es la quínoa. El más expandido es precisamente el arroz, de origen asiático. Éste se cultiva casi en todo el mundo. Los granos de quínoa y de arroz poseen efectivamente un tipo de consumo humano (y hábitos culinarios asociados) que son muy similares. Por otro lado ambos granos pueden decortarse antes de su consumo, mediante el uso de máquinas. Ambos no poseen gluten. Sin embargo la quinoa posee ventajas que han sido poco aprovechadas para una mayor expansión de su consumo y de su cultivo. Por un lado al pelar el arroz se pierde gran parte de sus proteínas y otros elementos asociados al salvado. Sin embargo, la quinoa, al poseer la estructura de las semillas Amarantáceas

casi no pierde sus cualidades nutricionales con el pelado en seco y/o lavado. Además la quinoa se cultiva con mucho menos agua que los cereales permitiendo un rendimiento mayor, particularmente de producción de proteínas en función de la demanda hídrica. Esta adaptabilidad a la aridez es otra de las razones esgrimidas por la FAO para fomentar la valorización de este cultivo. Nuevos estudios hacen falta para determinar con mayor precisión la asimilación efectiva de sus ricos contenidos proteicos, minerales, vitamínicos, de aceites de alta calidad, flavonoides. Finalmente, el pelado de la quínoa produce saponinas, desecho de un gran potencial de usos altamente valorizables, incluso como control de plagas de caracoles que atacan los arrozales. La lucha contra el hambre y contra la malnutrición, dos grandes flagelos de los mundos opuestos (aquel del subdesarrollo y también del desarrollado) tiene en la quínoa una valiosa aliada.

CAPÍTULO: 3.5.

TÍTULO: PERSPECTIVAS NUTRACÉUTICAS DE LA QUÍNOA: PROPIEDADES BIOLÓGICAS Y APLICACIONES FUNCIONALES

*Autor para correspondencia: Francisco F. FUENTES francfue@unap.cl
FRANCISCO F. FUENTES¹; XIMENA PAREDES-GONZALEZ²

¹Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Arturo Prat, Avenida Arturo Prat 2120, Iquique, Chile.

²Department of Pharmaceutics, Ernest Mario School of Pharmacy, Rutgers, The State University of New Jersey, 160 Frelinghuysen Road, Piscataway, New Jersey 08854, USA.

RESUMEN:

La quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta amarantácea que ha sido reconocida por siglos como un importante cultivo alimenticio en los Andes de Sudamérica. Sus granos son altamente nutritivos con una importante cantidad de proteínas y compuestos bioactivos superando en valor biológico a los tradicionales granos de cereales. De esta manera la quínoa representa un alimento nutricionalmente bien balanceado con múltiples propiedades

funcionales relevantes para la reducción de factores de riesgo de enfermedades crónicas atribuibles a sus actividad anti-oxidante, anti-inflamatoria, inmunomodulatoria y anti-carcinogénica, entre otras. El presente capítulo entrega una visión global actualizada de las perspectivas nutraceuticas de la quínoa basada en diversas investigaciones que reportan sus propiedades biológicas y aplicaciones funcionales de beneficio a la salud humana.

CAPÍTULO: 3.6.**TÍTULO: QUINOA, COELIAC DISEASE AND GLUTEN-FREE DIET / QUINUA, ENFERMEDAD CELÍACA Y LA DIETA SIN GLUTEN**

*Corresponding authors: Victor ZEVALLOS vfzevallos@yahoo.co.uk y Paul CICLITIRA paul.ciclitira@kcl.ac.uk

V. F. ZEVALLOS¹, L. I. HERENCIA², P. J. CICLITIRA¹

¹ Nutritional Sciences, Gastroenterology, King's College London, United Kingdom.

² Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Madrid, Spain.

ABSTRACT:

Quinoa is an Andean crop with multiple agronomical, nutritional and industrial applications. Coeliac disease (CD) is a condition characterised by an inappropriate immune response to dietary gluten leading to histological damage of the small intestine, an effective treatment is a life-long gluten-free diet (GFD). Quinoa contains low concentrations of gluten and has a distant phylogenetic link with gluten containing cereals (wheat, rye and barley), this prompted consideration of quinoa as a naturally gluten-free product, suitable for patients with CD, although evidence is scant. The present chapter aims to review the current scientific literature pertaining quinoa and coeliac disease.

Initial in-vitro studies examined the suitability of quinoa for patients with CD using the agglutination activity of undifferentiated myeloid leukemia cells (De Vincenzi et al. 1999), measuring concentration of celiac-toxic peptides (Berti et al. 2004) and analysing immune reactivity in T-cell-proliferation studies and organ culture explants (Bergamo et al. 2011). The main limitation of these studies was the use of one non-described

cultivar. Recently, we have identified cultivars with putative toxic quinoa peptides that seem to elicit immunological activation of gliadin-specific CD4+ T-cells as well as to elicit secretion of cytokines when cultured with coeliac duodenal biopsies (Zevallos et al. 2012). In-vivo studies are almost absent with the exception of a retrospective review of dietary history of patients eating quinoa (Lee et al. 2009) and our feeding study (Zevallos et al. 2013) that show that short term consumption of quinoa is well tolerated among individuals with CD and has a mild hypocholesterolemic effect that could also be relevant for non-CD subject at risk of obesity.

To conclude, results from in-vitro and in-vivo studies indicated that some quinoa cultivars have small amounts of gluten-like proteins which can stimulate immune cells in-vitro, but that do not exacerbate coeliac disease when eating as part of the GFD. Although, further studies evaluating the long term effects of quinoa consumption are needed, based on the current literature we anticipate that quinoa can be safely consumed by CD patients.

Key Words: quinoa, coeliac disease, gluten-free diet



PARTE 4. ASPECTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS



CAPÍTULO: 4.1.**TÍTULO: COMERCIO
INTERNACIONAL**

*Autor para correspondencia: Salomón SALCEDO Salomon.
Salcedo@fao.org

SALCEDO Salomón¹; FURCHE Carlos¹; KRIVONOS Ekaterina²;
RABCZUK Pablo³; JARA Byron¹; FERNANDEZ Diego³

FAO, Santiago, Chile

²FAO, Roma, Italia

³ALADI, Montevideo, Uruguay

Desde hace algunos años se constata un sistemático aumento de la demanda en los mercados internacionales por la quinua y sus productos derivados, lo que se ve reflejado igualmente en el rápido aumento de la superficie bajo cultivo así como de los volúmenes de producción. Los principales países exportadores son Bolivia y Perú, sin perjuicio de lo cual, existen otros países interesados en aumentar su producción y participar en los mercados internacionales, como es el caso de Ecuador, y en menor medida Chile y Colombia. Las razones que explican este aumento en la demanda son diversas, entre ellas la alta calidad nutricional de la quinua y sus derivados, la propensión hacia patrones de alimentación saludables, la revalorización de las culturas ancestrales, el hecho de que se trata de un producto originado en pequeñas explotaciones campesinas y la condición mayoritariamente orgánica de la oferta. Todo ello permite suponer que las perspectivas de aumento de la demanda internacional para los próximos años continuaran siendo favorables dado que responde a procesos de tipo más bien estructural.

Los principales países importadores son Estados Unidos y algunos de la Unión Europea, especialmente Alemania y Francia, a los cuales se agregan en menor escala Italia, Australia, Canadá y el Reino Unido, entre otros. Las perspectivas de precios son igualmente auspiciosas, pues en los últimos años prácticamente se han triplicado, pasando desde US\$ 1 el kg a poco más de US\$ 3 el kg, lo que representa un poderoso estímulo para los productores.

Las condiciones de acceso de la quinua a los mercados internacionales, tanto regionales como globales, son igualmente favorables, pues enfrentan bajos niveles de protección arancelaria y pocas restricciones de tipo fito sanitario. Estas positivas perspectivas requieren ser reforzadas con políticas públicas que permitan mejorar las diversas áreas de la producción, manejo post cosecha, procesamiento y distribución, de forma que los beneficios de este ciclo de expansión sean retenidos en una mayor proporción por los productores y sus organizaciones.

CAPÍTULO: 4.2.**TÍTULO: “DIVERSIDAD DE MODOS DE COMERCIALIZACIÓN DE LA QUINUA”
O “RELACIONARSE CON LOS MERCADOS DE LA QUINUA”**

* Autor para correspondencia:: Aurélie CARIMENTRAND < aureliecarimentrand@yahoo.fr>

AURELIE CARIMENTRAND¹ ; ANDREA BAUDOIN² ; PIERRIL LACROIX³; DIDIER BAZILE⁴; EDUARDO CHIA⁵

¹ADESS- UMR 5185, Maison des Suds, 12 Esplanade des Antilles, 33607 Pessac cedex. France.

, ²Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras AVSF- Bolivia, Calle Ricardo Mujia, N1008 (esq. Jaimes Freyre), Sopocachi. La Paz. Bolivia

³Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras AVSF – Ecuador, Juan Bayas 0e 1-50, Apdo 17-12-821. Quito. Ecuador

, ⁴CIRAD-ES ; TA C-47/F ; Campus International de Baillarguet, 34398 Montpellier Cedex 5 – France

, ⁵INRA/CIRAD, UMR Innovation, 2 place Viala, Montpellier, France.

RESUMEN:

La revalorización de la quinua despierta muchos intereses tanto en los países andinos que europeos y americanos. Este producto andino antes marginado y circunscrito al autoconsumo ha entrado en la dieta de la población urbana de los países andinos y su consumo se difunde en EEUU, Europa y en otras partes del globo. En los Andes los precios en chacra aumentan y el sector quinuero ha pasado a ser un sector atractivo para las inversiones. De esta chenopodiácea se está comercializando una gran variedad de productos como cereales para el desayuno, golosinas nutritivas, fideos, bebidas, cervezas y hasta helados... Estos productos tienen buena aceptación

en los mercados de calidad específica como nutraceuticos, orgánicos y del comercio justo. En este contexto coexisten hoy en día varios modos de relacionarse con el mercado, de los más tradicionales como el trueque hasta los más modernos, como la venta por internet, pasando por la agricultura bajo contrato con agroindustrias modernas que incluye la certificación orgánica y sellos del comercio justo. Este capítulo presenta los cambios en los modos de relacionarse en “el mercado” de la quinua y más aun en los distintos segmentos de ese mercado, à través de las experiencias que han sido estudiadas en Bolivia, Perú, Ecuador y Chile.

CAPÍTULO: 4.3.**TÍTULO: ASOCIATIVIDAD, PEQUEÑA AGRICULTURA, SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA EN TORNO A LA QUINUA**

* Autor para correspondencia: Pablo LAGUNA <lagunalopez@hotmail.com>
 PABLO LAGUNA⁶, RAMIRO N. CURTI^{1,2}; RAUL H. VIVEROS^{3,4}; ALBERTO RAMIREZ⁵;
 CELESTE GOLSBERG⁷.

⁶Centro de Estudios en Geografía Humana, El Colegio de Michoacán, cerro de Nahuatzen # 85, Fracc. Colinas del Cerro Grande, 59300 La Piedad, Michoacán, México. lagunalopez@hotmail.com, laguna@colmich.edu.mx

, ¹Departamento de Producción Vegetal, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía y CONICET;

²Laboratorio de Investigaciones Botánicas (LABIBO-CONICET), Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales. rcurti@agro.uba.ar

⁵Oficina Regional de la FAO para América Latina, Santiago, Chile, alberto.ramirez@fao.org

³SubSecretaría de Agricultura Familiar, Delegación Salta.

⁴Productor de quinoa en Colanzulí, Finca Santiago, Iruya, Salta. inti@iruya.org.ar

⁷Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Pequeña Agricultura Familiar de la Región del NOA – INTA. golsberg.celeste@inta.gob.ar

Resumen:

El desarrollo del cultivo y consumo global de la quinoa es en gran parte contribución de miles de pequeños campesinos-indígenas que viven en la región Andina. Un número importante parte de ellos lo hace agrupándose en diferentes formas de asociatividad como cooperativas, asociaciones, agrupaciones y comunidades. La emergencia de variadas formas asociativas responde a múltiples situaciones y procesos históricos, políticos, étnicos, económicos y de intervención para el desarrollo, que desembocan en organizaciones de desigual protagonismo en la cadena de valor de la quinoa, de un país a otro, y al interior de un mismo país.

En ciertos contextos, ciertas formas de asociatividad alcanzan subidas de nivel en el control de procesos y del valor agregado, y logran un nivel de influencia considerable en políticas públicas de desarrollo agropecuario y suministro alimentario. En otras situaciones ven su papel limitado al simple acopio de grano. Este capítulo se detiene en la importancia de las diferentes formas de asociatividad en la mejora de las condiciones productivas y de vida de los pequeños productores de quinoa, en su seguridad alimentaria, en la de los demás conciudadanos, y sobre todo en la soberanía alimentaria en los Andes, desde el Ecuador hasta la Argentina y Chile.



PARTE 5.

CONTEXTO DEL CULTIVO EN SU ÁREA ORIGINARIA.



CAPÍTULO: 5.1.a**TÍTULO: LA QUINUA EN BOLIVIA:
PERSPECTIVA DE LA FUNDACIÓN
PROINPA**

*Autor para correspondencia: Antonio GANDARILLAS <a.gandarillas@proinpa.org>
ANTONIO GANDARILLAS^{1*}; WILFREDO ROJAS²; ALEJANDRO
BONIFACIO^{2,3}; NORKA OJEDA^{4, 1}

¹Fundación PROINPA; Av. Meneces s/n, Km. 4 El Paso, Cochabamba – Bolivia.
a.gandarillas@proinpa.org

²Fundación PROINPA; Américo Vespucio 538, Piso 3, La Paz – Bolivia. w.rojas@
proinpa.org

³. a.bonifacio@proinpa.org

⁴. n.ojeda@proinpa.org

RESUMEN:

Las inversiones en el desarrollo de tecnología para la quinua en Bolivia han sido históricamente limitadas, a pesar de ello se han logrado importantes avances en la conservación y manejo de recursos genéticos y en la selección y generación de variedades. En menor grado se han atendido temas como el manejo integrado de plagas, la fertilidad y la mecanización. Por otro lado, cabe destacar que se han realizado importantes avances e inversiones en plantas de procesamiento, con capacidades y estándares internacionales.

La última década se ha denominado el boom de la quinua, por su gran crecimiento y rápida penetración en los mercados internacionales. Los volúmenes de producción y los valores de exportación han pasado de 1000 Tn y 1.164.000 \$US el año 2000 a 40.000 Tn y 140.000.000 \$US el año 2013. De ser un cultivo local ha pasado a ser un cultivo global, generando grandes beneficios para miles de productores bolivianos, que han salido de la pobreza, pasando en muchos casos de ingresos de menos de 1.000 \$US a más de 15.000 \$US al año.

Como era previsible, agricultores que vivieron en la pobreza por varias generaciones han encontrado una gran oportunidad en la quinua, provocando un cultivo intensivo, frecuentemente

sin tomar en cuenta las condiciones de suelos frágiles con bajo contenido de materia orgánica y susceptible a la erosión. Esto ha traído como consecuencia varios desarreglos a las prácticas tradicionales de cultivo, entre ellos el equilibrio del sistema junto a la cría de llamas y el respeto a las normas comunales. Actualmente existen varias iniciativas públicas y privadas tendientes a revertir esta situación.

Existen voces de preocupación de que el consumo de la quinua entre los productores del altiplano sur del país, considerada la principal zona de producción, ha disminuido poniendo en riesgo un apropiado balance nutricional. Sin embargo, estudios recientes muestran que efectivamente ha disminuido el consumo, no obstante y debido a los mejores ingresos su patrón alimenticio ha variado, se ha incrementado el consumo de frutas, hortalizas, carnes, etc. A nivel nacional, a pesar de los altos precios, la tendencia del consumo per cápita es creciente, esto gracias a políticas de fomento de parte del gobierno.

El presente capítulo también describe las principales zonas de producción de Bolivia, desde las zonas tradicionales como el altiplano y los valles, y las nuevas zonas como las punas altas y las zonas bajas del oriente, que pueden ser determinantes en favorecer el consumo nacional.

CAPÍTULO: 5.1.b**TÍTULO: ALTIPLANO SUR DE BOLIVIA**

*Autor para correspondencia: Thierry WINKEL thierry.winkel@ird.fr

WINKEL T. ¹; ÁLVAREZ-FLORES R. ²; BOMMEL P. ³; BOURLIAUD J. ⁴; CHEVARRÍA LAZO M. ⁵; CORTES G. ⁶; CRUZ P. ⁷; DEL CASTILLO C. ⁸; GASSELIN P. ⁹; JOFFRE R. ¹⁰; LÉGER F. ¹¹; NINA LAURA J.P. ¹²; RAMBAL S. ¹⁰; RIVIÈRE G. ¹³; TICHIT M. ⁹; TOURRAND J.F. ³; VASSAS TORAL A. ¹⁴; VIEIRA PAK M. ³

¹IRD, UMR 5175 CEFE, Montpellier, France

²CNRS, UMR 5175 CEFE, Montpellier, France

³CIRAD, UR GREEN, Montpellier, France

⁴INRA, UR MONA, Ivry-sur-Seine, France

⁵Consultor ONU (UNOPS - PNUMA), Perú

⁶Université Paul Valéry, UMR 5281 ART-Dev, Montpellier, France

⁷CONICET-FUNDANDES, Jujuy, Argentina

⁸UMSA, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia

⁹INRA, UMR INNOVATION, Montpellier, France

¹⁰CNRS, UMR 5175 CEFE, Montpellier, France

¹¹INRA, UMR SAD-APT, Paris, France

¹²Agrónomos y Veterinarios Sin Fronteras, La Paz, Bolivia

¹³EHESS, UMR 8168 MASCIPO, Paris, France

¹⁴Université Paul Valéry, UMR 5281 ART-Dev, Montpellier, France

ABSTRACT:

Alimento de base de las poblaciones andinas desde hace milenios, la quinua se ha convertido hoy en un producto apreciado en el mercado internacional de alimentos dietéticos, orgánicos y equitativos. Este cambio lo iniciaron los mismos productores del Altiplano Sur de Bolivia hace aproximadamente unos 40 años. En medio de un desierto de altura, ellos lograron desarrollar una floreciente producción agrícola de exportación. Aunque cuentan con lucrativos nichos de mercado, los productores de quinua no son agricultores especializados, ni residen de forma permanente en la zona de producción. Estas son algunas de las paradojas que caracterizan la producción de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia. Después de describir el origen, la diversidad y los rasgos biológicos del ecotipo Quinua Real en el cual se basa la producción de esta zona, se plantea la importancia de la quinua en los agrosistemas locales y, más allá, en los sistemas de actividades agrícolas y no

agrícolas manejados por las familias del Altiplano Sur. Movilidad geográfica y pluriactividad forman parte del modo de vida ancestral de estas poblaciones y determinan hasta hoy en día las condiciones de uso de los recursos territoriales y la organización de los productores en el contexto del auge comercial de la quinua. La producción actual de quinua en la región presenta rasgos de vulnerabilidad agroecológica y social, así como capacidades adaptativas para enfrentarlos. Se resaltan como puntos clave para la sostenibilidad de los agrosistemas locales: i) la concertación de reglas comunales e individuales para el acceso y uso de la tierra en agrosistemas socialmente equitativos y equilibrados entre cultivo y ganadería, ii) las normas internacionales para el reconocimiento de la Quinua Real en los mercados de exportación, iii) una actualización continua de las reglas y normas para mantener la adaptabilidad de los agrosistemas locales a los cambios imprevisibles del contexto socio-ecológico a varias escalas de espacio y de tiempo.

Palabras-clave: adaptabilidad social, agricultura familiar, Bolivia, ecotipo, normas territoriales, pluriactividad, Quinua Real, sistema socio-ecológico, sostenibilidad agrícola

CAPÍTULO: 5.2

TÍTULO: PERÚ

*Autor para correspondencia: Ángel MUJICA amhmujica@yahoo.comL
 GÓMEZ-PANDO, ÁNGEL MUJICA*,
 E. CHURA, A. CANAHUA, A. PEREZ,
 T. TEJADA, A. VILLANTOY, M.
 POCCO, V. GONZALES, S. MARCA Y
 W. CCOÑAS.

ABSTRACT:

La quinua es uno de los granos alimenticios utilizados en el Perú desde épocas remotas y fue uno de los cultivos básicos junto con el maíz, la papa y las raíces y tubérculos andinos antes de la época prehispánica. Aproximadamente 500 años después de la conquista española, el área cultivada se redujo en forma significativa, especialmente en los valles interandinos de la sierra central y norte, manteniéndose su cultivo en forma continua en el Altiplano de Puno, en sistemas de cultivo ancestrales o aynokas que permitieron conservar la diversidad genética. En el resto de la sierra se produjo una erosión genética y cultural del cultivo de la quinua. Es en la década de los 2000 donde se desarrolla un mercado de consumo estable de la quinua en el mercado internacional

y nacional con precios adecuados que ha impulsado el cultivo de la quinua a niveles de importancia económica. Con la revaloración de la quinua se inicia un crecimiento paulatino de la superficie, la cual está entre 70 a 80% localizada en Puno y el 20 a 30% en los valles interandinos y zonas altas del resto de la Sierra; iniciándose su cultivo en la región de la costa con rendimientos que superan los 7000 kg/ha. Paralelamente al crecimiento del área y mercado se realizaron trabajos de investigación en tecnologías de cultivo, mejoramiento y procesamiento de la quinua. Actualmente el Perú es uno de los principales países productores y exportadores de quinua. En el 2012, la superficie cultivada con quinua alcanzó las 38495 ha, con un rendimiento promedio nacional de 1149 y una producción total de 44,210 toneladas.

CAPÍTULO 5.3.

TÍTULO: LA QUINUA EN ECUADOR

*Autor para correspondencia: Eduardo PERALTA I. miguel.
peralta@iniap.gob.ec o peraltaedu55@gmail.com

EDUARDO PERALTA I.*¹; NELSON MAZÓN O.^{1,2}

¹INIAP; Estación Experimental Santa Catalina, km 1,
Panamericana Sur, Quito, Ecuador. miguel.peralta@iniap.
gob.ec,

^{1,2} nelson.mazon@iniap.gob.ec

RESUMEN:

En Ecuador, el cultivo de la quinua ha sido considerado secundario, tanto por la escasa superficie sembrada, como por su bajo consumo per cápita. Sin embargo, de acuerdo a documentos históricos, la quinua fue un alimento muy apreciado por las poblaciones aborígenes de Ecuador, la cual ha persistido entre los campesinos de las provincias Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Loja. A inicios de los 80, la mayoría de los productores de quinua eran minifundistas, manejando policultivos, con rendimientos entre 300 y 1000 kg/ha. En 1996, el Ministerio de Agricultura y Ganadería establece 86.856 hectáreas sin limitaciones de clima y suelo para el cultivo de la quinua.

Desde inicios de la década de los años 80, hasta finales de los 90; con el apoyo de la cooperación internacional, en Ecuador, el INIAP conjuntamente con algunas Universidades y empresas privadas, logran importantes resultados relacionados con la investigación, producción y promoción del consumo de la quinua. En este período se conforma el banco nacional de germoplasma; se liberan cuatro variedades mejoradas; se desarrollan alternativas tecnológicas para el manejo, cosecha y poscosecha; se realizan

estudios bromatológicos y de aplicación agroindustrial; se desarrollan diferentes formas de preparación y consumo; y se plasman algunas iniciativas privadas para la producción y comercialización, enfocadas en el mercado nacional e internacional.

Desde el año 2001, con el apoyo de la cooperación internacional y últimamente, también con fondos estatales; se retoma la investigación y el desarrollo de la quinua y los otros granos andinos. A través de procesos participativos se libera una nueva variedad de quinua y se inicia el proceso de mejoramiento genético por hibridación de la quinua (2008), contando actualmente con líneas F_6 y poblaciones segregantes en diferentes filiales. En este período se ha impulsado la multiplicación de semilla seleccionada de buena calidad con organizaciones de productores de la agricultura familiar campesina, se han realizado demostraciones del uso de máquinas para la trilla y se han realizado actividades para promocionar el valor nutritivo y la diversificación del consumo de la quinua y de los otros granos andinos. El MAGAP, con el apoyo de la FAO, en los últimos años ha ejecutado proyectos de fomento de la producción de la quinua en diferentes zonas del país.

Ecuador produce una cantidad muy inferior de quinua en comparación a Bolivia y Perú; no obstante, el país tiene un rendimiento

promedio de 30 a 50% más alto que estos países. En el III Censo Agropecuario (2000) se identificaron cerca de 900 ha sembradas, con un rendimiento promedio de 0,4 t/ha. Las provincias más importantes para la producción de quinua son Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura. En los últimos años el área sembrada de quinua en Ecuador ha fluctuado entre menos de 500 ha hasta alrededor de 1200 ha/año, que significan volúmenes no mayores a las 500 – 600 t. Las importaciones de quinua al Ecuador, desde el año 2009 han sido superiores a las 500 t/año y las exportaciones de quinua desde el Ecuador, no han superado las 500 t/año. Durante el período 2000-2008 los principales destinos de la quinua ecuatoriana han sido Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Alemania y España. La quinua en Ecuador, en función del área sembrada y del consumo per cápita, es un cultivo secundario; pero muy importante para la seguridad alimentaria, sobre todo para los productores de la agricultura familiar campesina de la Sierra. Ante la gran expectativa a nivel mundial y por los altos precios en los mercados, ahora hay muchas empresas y organizaciones

interesadas en incrementar la producción nacional de la quinua, iniciativas que están siendo respaldadas por el Gobierno, a través del Plan de Fomento productivo de la quinua y de otras iniciativas relacionadas con el cambio de la matriz productiva y de comercio exterior.

El país podría responder a esta demanda, considerando que las condiciones agroecológicas y las tecnologías desarrolladas en el país permitirían incrementar el área sembrada y mejorar la productividad, siendo más competitivos en los mercados locales, regionales e internacionales; sin embargo, es necesario resolver algunos retos, como la débil asociatividad de los productores; el bajo acceso a semillas de buena calidad y otros insumos; el acceso a maquinaria para preparación del suelo, cosecha y poscosecha; la insuficiente capacidad en infraestructura y económica para el acopio de las cosechas; el cada vez menor interés de los campesinos y sobre todo de los jóvenes en la agricultura; el aún incipiente servicio de asistencia técnica agropecuaria.

CAPÍTULO: 5.4.

TÍTULO: LA QUÍNOA EN CHILE

*Autor para correspondencia: Didier BAZILE didier.bazile@cirad.fr
 DIDIER BAZILE¹; ENRIQUE A. MARTÍNEZ.²; FRANCISCO F. FUENTES.³; EDUARDO CHIA⁴; MINA NAMDAR-IRANI⁵; PABLO OLGUÍN M.⁶; CONSTANZA SAA^{5,6}; MAX THOMET⁷; ALEJANDRA VIDAL B.⁸.

¹UPR47, GREEN, CIRAD (Montpellier, Francia) & PUCV, Instituto de Geografía, Av. Brasil 2241, Valparaíso, Chile. (didier.bazile@cirad.fr)

²Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Av. Raúl Bitrán s/n, Casilla 599, La Serena, Chile. (enrique.martinez@ceaza.cl)

³Universidad Arturo Prat, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Av. Arturo Prat 2120, Iquique, Chile (francfue@unap.cl)

⁴UMR Innovation, INRA (Montpellier, Francia). (eduardo.chia@cirad.fr)

⁵Qualitas AgroConsultores, Santiago, Chile. (mina@agroqualitas.cl)

⁶PUCV, Instituto de Geografía, Av. Brasil 2241, Valparaíso, Chile. (pablo.olguinm@gmail.com)

^{5,6}csaa@agroqualitas.cl

⁷CET Sur, Calle Tres Poniente s/n. Labranza, Temuco, Chile. (mthomet@cetsur.org)

⁸PUCV, Instituto de Geografía, Av. Brasil 2241, Valparaíso, Chile. (alevibra@gmail.com)

ABSTRACT:

La biogeografía de la quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) presenta una visión global de un cultivo menor en la agricultura chilena que tiene una amplia extensión geográfica (18°S-47°S). Su alta diversidad genética demuestra que es una de las especies de mayor importancia en Los Andes de Sudamérica. El proceso de domesticación de la quínoa se ha realizado en distintas zonas geográficas, lo cual ha significado la existencia de una amplia variación de caracteres morfológicos y de adaptación medioambiental. Las adaptaciones particulares, en diferentes macro zonas a lo largo de Los Andes, han generado cinco ecotipos, asociados a sub-

centros de diversidad. Chile cuenta con dos ecotipos, la quínoa de los salares en el extremo norte del país y la quínoa de la costa o de nivel del mar en la zona centro y centro-sur. Asimismo, estos ecotipos han sido recientemente asociados a la diversidad de sistemas de producción considerando aspectos biofísicos, sociales y culturales. Sin olvidarse de la influencia de las políticas públicas en la dinámica de los sistemas de producción como así también de las relaciones con los mercados.

Palabras claves: *Chenopodium quinoa* Willd., Chile, biodiversidad, geografía, agroecosistemas.

CAPÍTULO: 5.5

TÍTULO: ARGENTINA

*Autor para correspondencia: Héctor Daniel BERTERO bertero@agro.uba.ar
 ALBERTO J. ANDRADE¹, PILAR BABOT², HÉCTOR DANIEL BERTERO³, SABRINA M.
 COSTA TÁRTARA⁴, RAMIRO N. CURTI⁵, MARCELA M. MANIFESTO⁶

¹ INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), EEA Abra Pampa, Jujuy, Argentina

² Instituto de Arqueología y Museo, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán y CONICET-ISES. San Martín 1545 (4000), San Miguel de Tucumán, Argentina

³ Cátedra de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires y CONICET-IFEVA. Av. San Martín 4453, (C1417DSE), Buenos Aires, Argentina

⁴ División Producción Vegetal, Departamento de Tecnología, Universidad Nacional de Luján. Ruta 5 y 7 s/n (6700), Luján, Buenos Aires, Argentina

⁵ Cátedra de Diseño Experimental, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Sede Regional Sur Metán-Rosario de La Frontera, Salta, Argentina

⁶ Laboratorio de Marcadores Moleculares, Instituto de Recursos Biológicos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

ABSTRACT:

La presencia de la quinua en el país se extiende varios milenios atrás; sin embargo actualmente Argentina no se destaca como productores en la región andina. Existen referencias arqueológicas de uso por parte de cazadores recolectores en el altiplano de la provincia de Catamarca y hallazgos de semillas y tallos con grado variable de domesticación en distintos sitios de las provincias de Salta, Catamarca, Tucumán, San Juan y Mendoza. Con una extensión pasada estimada hasta las provincias de Santa Fé y Córdoba, actualmente se encuentra reducida a la zona andina, en el Noroeste del país (NOA) y parte de la Patagonia Andina, en Neuquén y Chubut. El interés reciente por su cultivo tiene una doble componente: comercial, por su rentabilidad en el contexto actual, y de rescate del patrimonio cultural de los pueblos del NOA. Esto generó varios proyectos de producción comercial y de a la recuperación del cultivo, en algunas comunidades, ligado a la demanda gastronómica del turismo. Pese al estrecho rango latitudinal (22°10' a 25°14') y longitudinal (65° a 67°31') de cultivo -en comparación con la distribución geográfica de la

especie-, existe un amplio rango altitudinal (2334-4012 msnm) con amplia variación climática (<40 a >700 mm año⁻¹ de precipitación y 6-17 °C de temperatura media anual). Tal configuración genera sustantiva diversidad ambiental ligada a una gran variabilidad genética y fenotípica fuertemente estructurada que fue corroborada por estudios moleculares y de caracterización morfo-genotípica. Ellos detectaron cuatro grupos genéticos: de altiplano, valles secos, valles húmedos y un ambiente de transición entre estos últimos. Estos grupos se relacionan con ambientes climáticamente semejantes en Bolivia, Perú, Chile, Ecuador y Colombia e indicarían una continuidad geográfica en la distribución. Los estudios, también permiten inferir que: i) una presencia prolongada del material permitió la diferenciación genética de poblaciones locales y ii) la variabilidad fenotípica existente proveería un alto potencial de selección para múltiples atributos, entre los cuales la duración del desarrollo es el más variable y explica la adaptación diferencial.



PARTE 6.

EXPERIMENTACIÓN Y DIFUSIÓN ACTUAL



SUB-PARTE 6.1. EUROPA Y CUENCA DEL MEDITERRÁNEO

CAPÍTULO 6.11

TÍTULO: ADAPTATION AND SCOPE FOR QUINOA IN NORTHERN LATITUDES OF EUROPE

*Corresponding author: Sven-Erik JACOBSEN
<seja@lifeku.dk>
SVEN-ERIK JACOBSEN; University of
Copenhagen, Faculty of Science, Department
of Plant and Environmental Sciences,
Hoejbakkegaard Alle 9, DK-2630 Taastrup,
Denmark. seja@lifeku.dk

ABSTRACT:

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is a new crop, presently being tested in North Europe, where its close relative fat hen (*C. album*) is already a well-known weed species. In the Iron Age the European fat hen had status of a secondary crop, either collected or cultivated. Therefore the present day introduction of quinoa to Northern Europe is based on the utilization of a closely related species in ancient times. Quinoa is one of the oldest, existing crops, which was first detected by Europeans when Columbus conquered South America in the beginning of the 16th century. Quinoa was, however, not brought to Europe, so the crop literally remained unknown outside the Andean countries until U.S. Americans came to Bolivia and Peru in the late 1970s, in order to import quinoa as a food product to USA. Quinoa was at that time also introduced to England, Denmark and the Netherlands, where studies on the crop were initiated, followed by a further spread with trials in Europe and the rest of the world. Even so, there is at present very little commercial production of quinoa outside the

Andes, but it is increasing and the potential for further expansion of the global production is significant. According to the FAO, quinoa is regarded as a new world staple and predicted to spread fast across the globe (FAO, 2013). Due to the increasing global demand for quinoa, both as an Andean export commodity and for agricultural development purposes, there is huge interest in testing quinoa for growing under a range of environmental and geographical conditions. Among the environments most distanced from the crops' natural conditions is Northern Europe. Research work performed in Europe, from south to north, has demonstrated the potential of quinoa also to be produced under European conditions, with varieties adapted to longer days, more humid environment and intensive mechanization. Most recently quinoa has successfully been grown commercially in Australia and France, and is on the verge of taking the same step in a number of other countries.

CAPÍTULO 6.12

TÍTULO: « QUINOA D'ANJOU »: BEGINNING OF A FRENCH QUINOA SECTOR

*Corresponding author: Guillaume PIVA, g.piva@groupe-esa.com

GUILLAUME PIVA ^{1*} ; CÉLINE BRASSE ² ; EMIRA MEHINAGIC ²

¹LUNAM Université, Groupe Ecole Supérieure d'Agriculture, UR LEVA, 55 rue Rabelais, BP 30748, F-49007 Angers cedex 01, France – Tel +33 2 41 23 55 55 – Fax +33 2 41 23 55 65

²LUNAM Université, Groupe Ecole Supérieure d'Agriculture, UR GRAPPE, Angers, France

ABSTRACT:

The significant increase of European quinoa imports between 2002 and 2007 (volumes increased from 1500T to 6000T, with annual growth of 20 to 30%) and the price per kg of grain import (near 2 € / kg) made possible the creation of a quinoa sector in France, support by region “Pays de La Loire” between 2009 and 2012. This project brought together stakeholders from seed production (Abottagra) to agricultural cooperative (CAPL) and researchers (UR LEVA, UR Grappe of group ESA Angers and Wageningen University). The main objective was to develop and operate the commercial distribution of “quinoa d’Anjou” and produce seed of acceptable quality for customers: the initial aim was to achieve a cultivated area of 500 ha and a mean yield of 3000 kg.ha⁻¹. The scientific support was structured on 3 main points : i) The establishment of an experimental farm and the links with breeders of Wageningen University helped initiate the

breeding program of adapted varieties to the European climatic conditions ; nevertheless 3 adapted varieties without saponin were available to start the project (previous breeding program led by Wageningen University). ii) Adaptation of crop management to the European agriculture (sowing date and density / nitrogen fertilization / harvesting...). iii) And organoleptic studies to identify differences between Andean and European Quinoa and consequences for agri-food industries. After three years, the sector began to be organized: a regular producers group / an efficient seed processing before commercialization / Gradual integration of the production by agri-food industries and introduction of a local food system. The results of experiments demonstrated that the yield potential is very attractive and the seed quality is different compared to an Andean quinoa.

CAPÍTULO: 6.13.**TÍTULO: QUINOA IN ITALY:
RESEARCH AND PERSPECTIVES**

*Corresponding author: Cataldo PULVENTO <cataldo.pulvento@isafom.cnr.it>
C. PULVENTO^{*1}, M. RICCARDI¹, S. BIONDI², F. ORSINI³, S.-E. JACOBSEN⁴, R.
RAGAB⁵, R. D'ANDRIA¹, A. LAVINI¹.

¹ CNR – Institute for Agricultural and Forest Systems in the Mediterranean (ISAFoM), Ercolano (NA), Italy.

² Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, via Irnerio 42, 40126 Bologna, Italy

³ Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna, viale Fanin 44, 40127 Bologna, Italy

⁴ Faculty of Science, University of Copenhagen, Højbakkegaard Allé 13, 2630 Taastrup, Denmark

⁵ Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Wallingford, United Kingdom

ABSTRACT:

An increasing number of studies have been performed in recent years in Italy on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Interest in this Andean seed crop is mainly due to its resistance to abiotic stresses, in particular drought and salinity, which affect the Mediterranean agro-ecosystems, and to the high nutritional value of its seeds. The major research activities in Italy are currently focused on agronomic, biological and nutritional aspects of quinoa. Several field trials have been carried out at CNR-ISAFoM of Ercolano (Napoli) to evaluate, in terms of growth, yield and physiological aspects, the adaptability of quinoa to Italian pedo-climatic conditions, and the crop's response to different agronomic management practices.

Postharvest chemical and product analyses were also performed to evaluate seed quality and aptitude for food processing. Quinoa's tolerance to salinity stress was investigated under controlled environmental conditions at the University of Bologna where morphological and metabolic responses were analyzed. All of these studies were conducted within national and international research projects with the collaboration of foreign research centers (CEAZA, Chile) and universities (University of Copenhagen), mainly using plant material selected in Denmark or sourced from the Andean region. In this chapter, the results of the main research activities carried out in the last decade by Italian institutions will be described, and the perspectives for the introduction of the cultivation of quinoa in the Italian cropping systems discussed.

CAPÍTULO: 6.14.**TÍTULO: QUINOA
EXPERIMENTATION AND
PRODUCTION IN TURKEY**

*Corresponding author: Attila YAZAR yazarat@cu.edu.tr

ATTILA YAZAR¹; ÇİDEM INCEKAYA¹; METIN SEMİH SEZEN²; SERVET TEKİN³.

¹Irrigation and Agricultural Structures Department, Çukurova University, Adana, Turkey

²Water Management Division, Soil and Water Resources Unit in Tarsus, Alata Horticultural Research Institute, Mersin, Turkey

³Biosystem Engineering Department, Sütçüimam University, Kahramanmaraş, Turkey

ABSTRACT:

The purpose of this chapter is to provide information on improving food crop production in the arid and semi-arid regions especially in the semi-arid Mediterranean region of Turkey, influenced by multiple abiotic stresses, by strengthening a diversified crop production and introducing new climate-proof crops and cultivars with improved stress tolerance such as quinoa. These stresses are becoming even more pronounced under changing climate, predicted to result in drier conditions, increasing temperatures, and greater variability, causing desertification. As quinoa is drought resistant, it is traditionally cultivated under rainfed conditions, even in semi-arid locations. Researchers, though, started to study the impact of additional water on quinoa production and found that deficit irrigation (DI) was highly beneficial in various experimental locations. On the other hand, currently quinoa is rarely cultivated under full irrigation, as research of quinoa under full irrigation gave only slightly better

results than quinoa cultivated under deficit irrigation besides the issue that sufficient water for full irrigation is mostly unavailable. Experimental results from studies carried out in Mediterranean region of Turkey indicated positive response of quinoa to full irrigation using saline water as well as fresh water in comparison to deficit irrigation. Quinoa is a facultative halophyte and can grow in non-saline to extremely saline conditions, depending on the cultivar. Seed production is enhanced by moderate salinity (EC in the 5-15 dS/m range) and may not be drastically reduced even at EC of 40 to 50 dS/m in some cultivars. In addition, information will be provided on problems faced with introduction of quinoa in this part of the world, genetic resources used, current state and perspectives of cultural dissemination in the Turkey, uses and markets, questions and problems about its dissemination. This chapter of the Quinoa book will be allocated to present the Turkish situation.

CAPÍTULO 6.15.

TÍTULO: STATUS OF QUINOA PRODUCTION AND RESEARCH IN MOROCCO

*Corresponding author: Ouafae BENLHABIB o.benlhabib@iav.ac.ma
 OUAF AE BENLHABIB¹; Sven-Erik JACOBSEN² RICK JELLEN³; JEFF MAUGHAN³
 REDOUANE CHOUKRALLAH⁴; MOHAMED OUSSIBLE¹

¹IAV Hassan II Rabat, Morocco,

²University of Copenhagen, Denmark, Denmark

³Plant & Wildlife Sciences, BYU, Utah, USA

⁴IAV Hassan II, Agadir, Morocco

ABSTRACT:

Climate change, increases in population, and overgrazing have created an urgent need in Morocco to develop a new approach for preserving native crop genetic resources and protecting food security – especially for the rural poor. The preliminary diagnosis, carried in 2000 in the Khenifra region in the Middle Atlas Mountains, was aimed at identifying social, economic and technical constraints. Crop diversification and adapted cultivars introduction was identified as a major priority. Quinoa is positioned as a potentially new crop with high nutritional value, especially for areas that experience frequent drought conditions.

The specific aims of the IAV-BYU project, initiated in 1999, was to address food security issues for Moroccan subsistence farmers by selecting new crop with suitable genotypes to improve dietary needs. Important scientific outcomes, related to quinoa cultivation, adaptation and productivity were achieved.

The area of quinoa cultivation was also extended to the semi-arid region of Rhamna in 2008 through the Sustainable Water Use in the semi-arid Mediterranean project (SWUP-Med) sponsored by European Union. Quinoa was selected by the SWUP-Med project to specifically diversify and improve the

sustainability of the Mediterranean cropping systems.

The 24 quinoa accessions introduced into the area were derived from the FAO-CIP international nursery (Izquierdo et al., 2003). During the first period of 3 years, the material was planted and assessed at three experimental sites. The best performing genotypes were selected and distributed to local farmers for in situ evaluation and farmer selection. Several lines were developed by the IAV program, and in 2005 suitable lines were given to farmers in the Middle Atlas (Khenifra, region) and in the High Atlas (Marrakech region). Advanced lines were also introduced to the Bouchane and Agadir regions as part of the SWUP-Med project in 2009.

At the national level, demand for quinoa is quite significant, but can vary dramatically at the local level. For example, quinoa production in 2012 in the Khenifra region was nearly absent due to the lack of a local market to sell quinoa products. Similarly, in the Bouchane region, total production did not exceed 0.5 tons in 2012 due to the lack of a local market. We note that many private farmers have started, through personal initiative, growing quinoa in several regions across the country. However, seeds and perhaps more importantly, knowledge of a suitable crop management system, are still lacking to assist such initiatives.

CAPÍTULO: 6.16

TÍTULO: RESEARCH CONDUCTED WITH QUINOA IN GREECE

*Corresponding author: CHRISTOS NOULAS cnoulas@ath.forthnet.gr
 Dr CHRISTOS NOULAS*¹; Dr THEODORE KARYOTIS¹; Dr CONSTANTINOS ILIADIS¹.
¹Hellenic Ministry of Rural Development and Food, Hellenic Agricultural Organization "Demeter". National Agricultural Research Foundation (N.AG.RE.F.), Institute for Soil Mapping and Classification. Address: 1, Theophrastos Str., 41335 Larissa, Greece.

ABSTRACT:

Greece contains a wide variety of ecological zones, from the hilly and mountainous areas with sub humid and low mean temperature to the costal and lowland areas with dry and hot temperature. Preliminary results from field trials in Central Greece, the largest agricultural plain in Greece, showed that quinoa is agronomically viable. With the introduction of proper technology, it will be possible to increase yields and to expand the cultivation of quinoa in lands marginal for agriculture. Quinoa may be adapted well to most of soil orders (Entisols, Inceptisols, Alfisols) and to soils with light texture. Experiments conducted in Central Greece showed that drought, low relative humidity, temperature above 32° C and long days (during anthesis) restrict quinoa's seed production. It was observed that crusting and drying up of the soil surface had negative effect on the proportion of emerged seedlings. The best sowing density is considered to be 25 plants m⁻². Early sowing in March was more suitable period for quinoa production whereas late sowing was unsuitable and resulted in poor germination. Subsequent trials showed that under dry conditions only 8 out of 25 varieties originated both from Europe and Latin America produced seeds. These varieties were evaluated for their yielding potential and seed composition was assessed under contrasting soil properties (neutral vs saline-sodic). Seed yield in the saline-sodic soil was decreased up 45 %. It was also indicated that mineral and protein content (15-18.5%) in quinoa seeds was higher in the cultivars from

Latin America. In addition, quinoa trials carried out regarding weed control, yielding potential, organic fertilization, cultivation practices and the allelopathic potential of the crop conducted in Central, Northern, and Central-South Greece. It was concluded that active ingredients of the tested herbicides were not selective for broad leaved weeds and cannot be safely used for quinoa crop. There is not yet any official approval in Greece for herbicides use in quinoa. No significant differences were found concerning the application of various organic fertilizers (seaweed compost and humus) for plant morphological characteristics and yield as well. It can be argued that minimum tillage (MT) was advantageous as compared to conventional tillage (CT) for these traits. No significant differences were recorded in the percentage of saponin content between MT and CT. The quantification of the allelopathic activity of quinoa plant extracts revealed that all the tested species (oat, common bean, duckweed) showed greater phytotoxic response from the inflorescences of quinoa. Considerations for the expansion of quinoa in Greece are related to the limited processing plans and the absence of infrastructure, the limited knowledge of farmers, the small average size of parcels, the distance from European markets, and the absence of incentives. The competent authorities for research must be oriented to promote applied research on quinoa (i.e. proper irrigation management, rational fertilization plans, etc.), germplasm evaluation in different agro-ecological zones, and genetic improvements programs in order to achieve the expansion of the crop.

SUB-PARTE 6.2. ASIA

CAPÍTULO 6.21.

TÍTULO: QUINOA IN THE INDIAN SUBCONTINENT

*Corresponding author: Atul BHARGAVA abhargava@amity.edu

ATUL BHARGAVA¹; DEEPAK OHRI²

¹Amity Institute of Biotechnology, Amity University Uttar Pradesh (Lucknow Campus), Gomti Nagar Extension, Lucknow-227105 (UP), India (*Email: abhargava@amity.edu; atul_238@rediffmail.com)

²Department of Research, Amity University Uttar Pradesh (Lucknow Campus), Gomti Nagar Extension, Lucknow-227105 (UP), India

ABSTRACT:

The Indian subcontinent is a large landmass covering India, Pakistan, Nepal, Sri Lanka and Bangladesh and sustains 20% of the world's population. This area is prone to degradation of natural resources due to intensive cultivation leading to decline in soil fertility, changes in water table depth, deterioration in the quality of irrigation water, and rising salinity in the region. A large portion of the population in this region has little access to protein rich diet since wheat and rice are the principal food grains grown and consumed in the area. The increasing population demands an increase in food production along with a shift towards environmentally sound sustainable agriculture. The new challenges require selection of crops which need fewer

inputs and at the same time can fulfil the nutritional deficiency prevalent in this region. Quinoa is still an 'underutilized' crop given its nutritional superiority over traditional crops and wide adaptability to diverse agronomic conditions. Its commercial potential in South Asia has therefore remained untapped. Quinoa's highly proteinaceous grain, having better amino acid spectrum, can play an important role in combating 'silent hunger' prevalent among poor populations who have little access to nutritious diet. Quinoa's ability to produce high protein grains under stressful conditions makes it important for the diversification of future agricultural systems, especially in the Indian subcontinent. The worldwide popularity of quinoa and initial promising reports from Asia makes it an important candidate as an alternative crop in this region.

SUB PARTE 6.3. ÁFRICA

CAPÍTULO: 6.31

TÍTULO: EVALUACIÓN DE QUINOA (*CHENOPODIUM QUINOA* WILLD.) Y ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE MALI, ÁFRICA OESTE: UN EJEMPLO DE COLABORACIÓN SUR-NORTE-SUR

*Autor para correspondencia: Amadou K.COULIBALY
akonotie@yahoo.fr; Enrique A. MARTÍNEZ (versión en español,
enrique.a.martinez@ceaza.cl)

COULIBALY, A.K.¹; SANGARE, A.¹; KONATE, M.¹; TRAORE,
S.¹; RUIZ, K.B.²; MARTINEZ, E. A.²; ZURITA-SILVA, A.R.^{2,5};
ANTOGNONI, F.³; BIONDI, S.³; MALDONADO, S.⁴; LEON, P.⁵;
BAZILE, D.⁶

¹ IPR/IFRA de Katibougou, Mali

² CEAZA, La Serena (Chile)

³ Departamento de Botánica -Universidad de Bologna (Italia)

⁴ Departamento de Biología Universidad de Buenos Aires
(Argentina)

⁵ Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro de
Investigación Intihuasi, Colina San Joaquín s/n, PO Box 36-, La
Serena, Chile. Banco Base de Vicuña, La Serena, (Chile)

⁶ UPR GREEN, CIRAD, TA 47/C/ Campus International de
Baillarguet, Montpellier (France)

RESUMEN:

La adaptación de quínoa en Mali, África del Oeste, se probó dada la similitud de las condiciones agroclimáticas estresantes con el centro-norte de Chile. Las variedades campesinas usadas fueron en mayoría de Chile (A64, BO25, BO78, PRP, PRJ, UDeC9, R49, VI-1, Regalona, Mix) más dos cultivares de cosechas Argentinas (Roja Tastina y Sajama, variedad Boliviana) y uno más proveniente de Bolivia. Los ensayos comenzaron en el 2007 y se han extendido hasta el presente. Se probaron siembras en temporada de lluvias (junio a octubre) y en temporada seca (noviembre a marzo). Se evaluaron plagas, enfermedades y rendimientos considerando las condiciones ecológicas de almacenamiento

de granos y manejos más sustentables del suelo (compost).

Los resultados indican que algunos cultivares altiplánicos resultaron recalcitrantes (A64, R49 y MIX) mientras se tuvo rendimientos más aceptables (1-2 Ton/ha) para las variedades campesinas del centro-sur de Chile. Las semillas deben idealmente sembrarse cada estación para evitar degradación de su vigor a la germinación por la humedad ambiental y altas temperaturas debido a condiciones naturales para la conservación in situ en zonas tropicales. El ciclo de cultivo puede ser de 90-100 días para las accesiones de Chile, a 108-119 días para las accesiones de Argentina. Las panojas pueden ser

atacadas por hongos que deciman la producción en la estación de lluvias. Se nota también la presencia de insectos fitófagos que pertenecen a los géneros Bemisia, Aphis, y Aspavia, mientras que Coccinélidos depredan sobre éstos, como control biológico.

El potencial de mejorar con el uso de la quínoa la oferta proteica y de un alimento de alta calidad en África es alto. Posibles plagas en temporadas húmedas, ataques de insectos son tal vez controlables con manejos ecológicos, usando saponinas de las mismas quínoas. Limitante será la energía para usar aguas no fácilmente disponibles en la estación seca y para el desaponificado mecánico. El uso y aceptación por la población puede estimarse alto dada la experiencia de introducción de otros cultivos de América (papas, maíz, tomates) en este continente.



CAPÍTULO 6.32.

TÍTULO: PRODUCTION AND UTILIZATION OF QUINOA

(*Chenopodium quinoa* Willd.) outside its traditional growing areas: a case of Kenya

*Corresponding author: Julius KHAEMBA MASINDE khaemba03@yahoo.com

MAURICE E OYOO¹; JULIUS KHAEMBA MASINDE*¹

¹Department of Crops, Horticulture and Soils, Egerton University, P.O Box 536 -20115, Egerton Kenya

ABSTRACT:

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), has been cultivated for thousands of years in the Andean region. It has been called “super food” because it is high in minerals, protein (16%) and vitamins. It is capable of growing in diverse environmental conditions such as saline, frost prone, low altitude and arid zones. These attributes have led to a high demand for the crop as more people learn about it. There is need to diversify quinoa production areas especially to Africa where it can act as a food security crop, increase crop diversity in agro-ecosystems, act as a fall back plan to climate change adaptation strategy and where its production labor demands can be met. Records of when the crop was introduced in Kenya and indeed other parts of Africa are not clear. Mention of the crop being grown as early as in 1942 by Elmer where the crop was found capable of growing at altitude of 7000 to 8000 ft. can be found but the source cannot be verified. Food and Agriculture Organization (FAO) mentions of its introduction in 1985, while Jacobsen in his work in 2003 mentions of 2001. The introduction of the crop into Kenya has not been done in a systematic manner where detailed follow up trials could be done. Some attempts on quinoa research in Kenya was conducted in 1999 and 2000 by Oyoo, then of the University of Nairobi

in his study to evaluate some 24 quinoa genotypes sourced from Peru, Bolivia, Holland, Denmark, Ecuador, Chile, Colombia, Argentina and Brazil through the International Potato Centre (CIP), Nairobi. Another mention of trials is done by Bojanic where he quotes Jacobsen. The work of Oyoo seems to be one of the most comprehensive on yield and yield related traits performance trial of quinoa in Kenya. Over a period of two crop seasons he was able to identify five superior genotypes which could be directly released to farmers or be used in future breeding work. Most recent work on quinoa was conducted by the some scientist from the University of Nairobi in 2006 to evaluate the incorporation of quinoa as green manure into bean cropping systems to control root-knot nematode. The results showed that quinoa had intermediate effect in suppressing root-knot nematodes when used as interplant. These results were indeed promising yet little is known about quinoa outside research environment. This calls for a concerted publicity on the benefits of quinoa and its potential outside its production areas as well as a well-coordinated research in various fields of quinoa physiology, breeding and agronomy to stimulate its spread and adoption.

Key words: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Kenya, superior genotypes, root knot nematodes

SUB PARTE 6.4. NORTE AMÉRICA Y BRASIL

CAPÍTULO: 6.41

TÍTULO: QUINOA IN USA AND CANADA

*Corresponding author: Adam PETERSON
adam.j.peterson@email.wsu.edu
PETERSON¹; ADAM JOSHUA; MURPHY; KEVIN
MATTHEW

¹ Dept. of Crop and Soil Sciences, Washington
State University, PO Box 646420, Pullman WA
99164-6420, USA. Tel: (509)335-9692

ABSTRACT:

Quinoa as a crop and food has a relatively recent history in North America. Significant research into quinoa as a potential crop began in the 1980s led by efforts at Colorado State University. Agronomic research and breeding efforts established quinoa as a crop in high-altitude locations of the Rocky Mountains. Multiple private efforts also occurred around this time, leading to the commercial cultivation of quinoa in the Canadian Prairies and in Washington State. Chilean sea-level varieties were found to be the most adapted to temperate latitudes and Chilean germplasm has formed the basis of quinoa variety development. Major challenges for quinoa in North America include heat susceptibility, downy mildew, saponin removal, and weed and insect pressure. As quinoa expands into new environments in North America, other challenges may appear such as pre-harvest sprouting and novel pests and

diseases. Despite its increasing popularity, demand for quinoa in North America far exceeds supply. Currently, research on quinoa is being conducted by Brigham Young University, which is investigating salt-tolerance physiology and quinoa genetics and genomics in collaboration with PROINPA. Washington State University has recently initiated a breeding program and has conducted agronomic research, investigating quinoa's potential as a crop in the Pacific Northwest region. Additionally, researchers at various institutions have conducted research on quinoa pathogens, archaeology of quinoa domestication, and phylogenetics of *Chenopodium*. For future dissemination of quinoa in North America, the development of early maturing saponin-free quinoa varieties with greater heat tolerance will be crucial for the crop's success. Additionally, the development of lines with greater downy mildew resistance and pre-harvest sprouting avoidance will aid in the crop's expansion in North America.

CAPÍTULO: 6.42.

TÍTULO: ADVANCES AND CHALLENGES FOR QUINOA PRODUCTION AND UTILIZATION IN BRAZIL

*Corresponding author: Carlos Roberto SPEHAR <spehar@unb.br>
CARLOS ROBERTO SPEHAR^{*1}, JULIANA EVANGELISTA DA SILVA ROCHA²; WALTER QUADROS RIBEIRO JUNIOR^{2,3}; ROBERTO LORENA DE BARROS SANTOS⁴; JOSÉ LUIS RAMIREZ ASCHERI^{2,5}; FLIVIA FERNANDES DE JESUS SOUZA⁶

¹UnB spehar@unb.br

²Embrapa julianaesr@hotmail.com

³walter.quadros@embrapa.br ,

⁴MAPA roberto.lorena@agricultura.gov.br

^{2,5} jose.scheri@embrapa.br

⁶UnB, Ph. D. student fliviafdejesus@gmail.com

ABSTRACT :

Brazil has become a major grain producer, favored by climatic conditions and technology for acid soil amendment and crop improvement in the savannah. The first attempts to introduce quinoa in its domain as a second crop started in the 1990's by evaluating breeding lines from hybrids among day-length responsive, Andean Altiplano cultivars. These progenies, yielding higher than in the center of origin, had small seeds and high saponin. In view of the quinoa potential, germplasm was enlarged by introduction of wide range variability from the Andean countries and the USA, including saponin free, large seed valley accessions. High cross pollination rate in the savannahs allowed hybrid recovery of which single plant progenies were derived, tested in uniform trials and evaluated for nutritional quality. These efforts resulted in BRS Piabiru and BRS Syetetuba cultivars obtained in the 2000 first decade, triggering interest for quinoa in Brazil. Outstanding genotypes have been hybridized to study genetic inheritance of plant type, seed size and yield, and

organic and mineral components to improve selection efficiency. Quinoa cropping has been limited by its intrinsic seed quality, becoming unviable in short term and rapidly deteriorating in the field under high moisture and temperature. Enriched food has been developed, after pioneer experimentation, although most of the grain and byproducts have been imported, due to reduced local offer. Unlike major crops, it has received little support for research and development, turning advances hard to pursue. However, the achievements reported here could turn into opportunity for public institutions and universities joint teams to perfect technology. Producers that might be involved in quinoa commercial cropping are large to medium size-mechanized and family farmers, with two different approaches, the second geared at organic production. With increasing world demand, Brazilian contribution is expected to increase in the next 20 years, reducing pressure in Bolivia and Peru, where quinoa has been sole grain crop export, depriving local populations from this ancestral valuable food.

LISTADO DE AUTORES

ADOLF VERENA, ISABELLE (DENMARK)
 ALANOCA, CAROLINA (BOLIVIA)
 ALERCIA, ADRIANA (ITALIA)
 ALVAREZ-FLORES, RICARDO (FRANCE)
 ANDRADE, ALBERTO J. (ARGENTINA)
 ANTOGNONI, FABIANA (ITALY)
 ARONI, GENARO (BOLIVIA)
 BABOT, PILAR (ARGENTINA)
 BAUDOIN, ANDREA (BOLIVIA)
 BAUDRON, FLORA (FRANCE)
 BAZILE, DIDIER (FRANCE)
 BENLHABIB, OUFAE (MOROCCO)
 BERTERO, HÉCTOR DANIEL (ARGENTINA)
 BHARGAVA, ATUL (INDIA)
 BIONDI, STEFANIA (ITALY)
 BLANCO CALLISAYA, JOSE ANTONIO (CHILE)
 BOMMEL, PIERRE (FRANCE)
 BONIFACIO, ALEJANDRO (BOLIVIA)
 BOURLIAUD, JEAN (FRANCE)
 BRASSE, CÉLINE (FRANCE)
 BRUNO, MARÍA CRISTINA (USA)
 BURRIEZA, HERNÁN (ARGENTINA)
 CANAHUA, A. (PERU)
 CÁRDENAS, J. (BOLIVIA)
 CARIMENTRAND, AURÉLIE (FRANCE)
 CASTELLIÓN, MARTINA (ARGENTINA)
 CCOÑAS, W. (PERU)
 CECCATO, DIANA (ARGENTINA)
 CHEVARRIA-LAZO, MARCO (PERU)
 CHIA, EDUARDO (FRANCE)
 CHOUKRALLAH, REDOUANE (MOROCCO)
 CHURA, E. (PERU)
 CICLITIRA, P. J. (UK)
 CORTES, GENEVIÈVE (FRANCE)
 COSTA TÁRTARA, SABRINA M. (ARGENTINA)
 COULIBALY, A.K. (MALI)
 CRESPO, LUIS (BOLIVIA)
 CRUZ, PABLO (ARGENTINA)

CURTI RAMIRO, N. (ARGENTINA)
 D'ANDRIA, R. (ITALY)
 DA SILVA ROCHA, JULIANA EVANGELISTA (BRAZIL)
 DE BARROS SANTOS, ROBERTO LORENA (BRAZIL)
 DE JESUS SOUZA, FERNANDES (BRAZIL)
 DEL CASTILLO, CARMEN (BOLIVIA)
 DELATORRE-HERRERA, J. CHILE)
 DELFINO, I. (CHILE)
 DESSAUW, DOMINIQUE (FRANCE)
 DI FIORE, R. (ITALY)
 DINELLI, GIOVANNI (ITALY)
 DIULGHEROFF, STEFANO (ITALY)
 DRUCKER, ADAM G. (ITALY)
 ESCALERA, RAMIRO (BOLIVIA)
 FUENTES, FRANCISCO, (CHILE)
 FURCHE, CARLOS, (CHILE)
 GANDARILLAS, ANTONIO (BOLIVIA)
 GANDARILLAS, ANTONIO (BOLIVIA)
 GARCÍA, M. (BOLIVIA)
 GASSELIN, PIERRE (FRANCE)
 GIANQUINTO, GIORGIO (ITALY)
 GOLDSBERG, CELESTE (ARGENTINA)
 GOMEZ-PANDO, L. (PERÚ)
 GONZALES, V. (PERÚ)
 GONZÁLEZ, JUAN ANTONIO (ARGENTINA)
 HERENCIA, L. I. (SPAIN)
 HOCDE, HENRI (FRANCE)
 ILIADIS, CONSTANTINOS (GREECE)
 INCEKAYA, ÇİDEM (TURKEY)
 JACOBSEN, SVEN-ERIK (DENMARK)
 JARA, BYRON, (CHILE)
 JELLEN, ERIC N. (USA)
 JOFFRE, RICHARD (FRANCE)
 KARYOTIS, THEODORE (GREECE)
 KHAEMBA, MASINDE JULIUS (KENYA)
 KOLANO, BOZENA A. (POLAND)
 KONATE, M. (MALI)
 KRIVONOS, EKATERINA (ITALIA)
 LACROIX, PIERRIL (ECUADOR)
 LAGUNA, PABLO (MÉXICO/BOLIVIA)
 LAVINI, A. (ITALY)
 LÉGER, F. (FRANCE)

LEÓN, PEDRO (CHILE)
 LÓPEZ, MARÍA LAURA (ARGENTINA)
 LOUAFI, SELIM (FRANCE)
 MALDONADO, SARA (ARGENTINA)
 MANIFESTO, MARCELA M. (ARGENTINA)
 MANZÓN, N (ECUADOR)
 MARCA, S. (PERÚ)
 MAROTTI, ILARIA (ITALY)
 MARTÍNEZ, ENRIQUE A. (CHILE)
 MAUGHAN, PETER J. (USA)
 MAZÓN, N. (ECUADOR)
 MEHINAGIC, EMIRA (FRANCE)
 MIDLER, ESTELLE (SPAIN)
 MIRANDA, MARGARITA (CHILE)
 MONCADA, SANDRA (CHILE)
 MORALES, ANDREA (CHILE)
 MUJICA, A. (PERÚ)
 MURPHY, KEVIN MATTHEW (USA)
 NAMDAR-IRANI, MINA (CHILE)
 NARLOCH, ULF (SPAIN)
 NINA LAURA, JUAN PETER (BOLIVIA)
 NOULAS, CHRISTOS (GREECE)
 OHRI, DEEPAK (INDIA)
 OJEDA, NORKA (BOLIVIA)
 OLGUÍN, M. PABLO (CHILE)
 ORSINI, FRANCESCO (ITALY)
 OUSSIBLE, MOHAMED (MOROCCO)
 ORTIZ-ROMERO, RENÉ (PERÚ)
 OYOO, MAURICE E (KENYA)
 PADULOSI, STEFANO (ITALIA)
 PAREDES-GONZALEZ, XIMENA (USA)
 PASCUAL, UNAI (UK)
 PERALTA, E. (ECUADOR)
 PEREZ, A. (PERU)
 PETERSON, ADAM JOSHUA (USA)
 PINTO, MILTON (BOLIVIA)
 PIVA, GUILLAUME (FRANCE)
 PLANELLA, MARÍA TERESA (CHILE)
 PLATA, GIOVANNA (BOLIVIA)
 POCCO, M. (PERÚ)
 PULVENTO, CATALDO (ITALY)
 QUIROGA, CARLA (BOLIVIA)
 RABCZUK, PABLO, (URUGUAY)

RAGAB, RAGAB (UK)
 RAMBAL, SERGE (FRANCE)
 RAMIREZ ASCHERI, JOSÉ LUIS (BRAZIL)
 RAMIREZ, ALBERTO (CHILE)
 RANEY, J.A. (USA)
 RAZZAGHI, FATEMEH (IRAN)
 RIBEIRO JUNIOR, WALTER QUADROS (BRAZIL)
 RICCARDI, M. (ITALY)
 RIVIÈRE, GILLES (FRANCE)
 ROJAS, WILFREDO (BOLIVIA)
 RUIZ ANTONIO (BOLIVIA)
 RUIZ, KARINA B (CHILE)
 SAA, CONSTANZA (CHILE)
 SALCEDO, SALOMON (CHILE)
 SÁNCHEZ, M. (CHILE)
 SANGARE, A. (MALI)
 SANTIVÁÑEZ, TANIA (CHILE)
 SARAVALA, RAÚL (BOLIVIA)
 SEZEN, METIN SEMIH (TURKEY)
 SILVA, HERMAN (CHILE)
 SOTO, JOSÉ LUIS (PERU)
 SPEHAR, CARLOS ROBERTO (BRAZIL)
 TAPIA, M. (PERU)
 TEJADA, T. (PERÚ)
 TEKIN, SERVET (TURKEY)
 THOMET, MAX (CHILE)
 TICHIT, M. (FRANCE)
 TOURRAND, J.F. (FRANCE)
 TRAORE, S. (MALI)
 TROISI, J. (ITALY)
 TROMMETTER, MICHEL (FRANCE)
 VALDIVIA, ENRIQUE (PERU)
 VASSAS, TORAL ANAÏS (FRANCE)
 VEGA-GÁLVEZ, ANTONIO (CHILE)
 VIDAL, B. ALEJANDRA (CHILE)
 VIEIRA PAK, MANUELA (FRANCE)
 VILLANTOY, A. (PERU)
 VILLCA, MILTON (BOLIVIA)
 VIVEROS, RAUL H. (ARGENTINA)
 WINKEL, THIERRY (FRANCE)
 YAZAR, ATTILA (TURKEY)
 ZEVALLOS, F. (UK)
 ZURITA-SILVA, ANDRÉS (CHILE)



Oficina Regional de la FAO
para América Latina y el
Caribe
Av. Dag Hammarskjöld 3241,
Vitacura, Santiago de Chile
www.fao.org



Centre de coopération
internationale en recherche
agronomique pour le
développement
CIRAD-ES ; TA C-47/F
Campus International de
Baillarguet
34398 Montpellier Cedex 5 –
France
www.cirad.fr



Andean Naturals, Inc.
393 Catamaran St, Foster City,
CA 94404, Estados Unidos
www.andeannaturals.com