



Altiplano Sur de Bolivia

Thierry Winkel, Ricardo Alvarez-Flores, Pierre Bommel, Jean Bourliaud, Marco Chevarria Lazo, Geneviève Cortes, Pablo Cruz, C. del Castillo, Pierre Gasselin, Richard Joffre, et al.

► To cite this version:

Thierry Winkel, Ricardo Alvarez-Flores, Pierre Bommel, Jean Bourliaud, Marco Chevarria Lazo, et al.. Altiplano Sur de Bolivia. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement; Food and Agriculture Organization of the United Nations, XIII-712 p., 2014, 978-92-5-308558-3. hal-01198245

HAL Id: hal-01198245

<https://hal.science/hal-01198245>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ESTADO DEL ARTE DE LA QUINUA EN EL MUNDO EN 2013



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

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
Revisión de textos y estilo: Raúl Miranda
Diseño: Marcia Miranda
Colaboradores: Sara Granados y Gonzalo Tejada

Para citar el libro completo:

BAZILE D. et al. (Editores), 2014. "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), 724 páginas

Para citar solo un capítulo:

AUTORES, (2014). Título del capítulo. Capítulo Numero XX. IN: BAZILE D. et al. (Editores), "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. XX-YY

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), 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 los apruebe o recomiende 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.
ISBN 978-92-5-308558-3 (PDF)

© FAO, 2014

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, descargar e imprimir 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 fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe 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.

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

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

Autores:

WINKEL T.^a; ÁLVAREZ-FLORES R.^b; BOMMEL P.^c; BOURLIAUD J.^d; CHEVARRÍA LAZO M.^e; CORTES G.^f; CRUZ P.^g; DEL CASTILLO C.^h; GASSELIN P.ⁱ; JOFFRE R.^j; LÉGER F.^k; NINA LAURA J.P.^l; RAMBAL S.^j; RIVIÈRE G.^m; TICHIT M.^j; TOURRAND

J.F.^c; VASSAS TORAL A.ⁿ; VIEIRA PAK M.^c.

^aIRD, UMR 5175 CEFE, Montpellier, Francia

^bCNRS, UMR 5175 CEFE, Montpellier, Francia

^cCIRAD, UR GREEN, Montpellier, Francia

^dINRA, UR MONA, Ivry-sur-Seine, Francia

^eConsultor ONU (UNOPS - PNUMA), Perú

^fUniversité Paul Valéry, UMR 5281 ART-Dev, Montpellier, Francia

^gCONICET-FUNDANDES, Jujuy, Argentina

^hUMSA, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia

ⁱINRA, UMR INNOVATION, Montpellier, Francia

^jCNRS, UMR 5175 CEFE, Montpellier, Francia

^kINRA, UMR SAD-APT, Paris, Francia

^lAgrónomos y Veterinarios Sin Fronteras, La Paz, Bolivia

^mEHESS, UMR 8168 MASCIPO, Paris, Francia

ⁿUniversité Paul Valéry, UMR 5281 ART-Dev, Montpellier, Francia

Resumen:

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

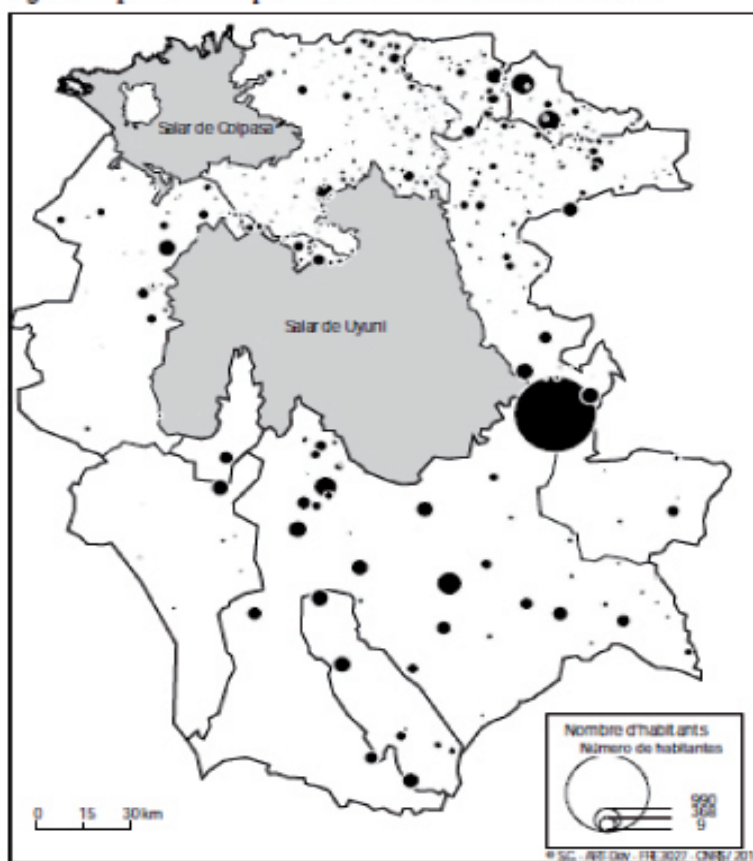
Contexto y problemática de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia.

Un liderazgo mundial fruto de 40 años de esfuerzos.

El Altiplano Sur de Bolivia domina el comercio internacional de la quinua, llegando a producir, según los años, hasta el 90% de los volúmenes exportados a través del mundo (Aroni *et al.* 2009, Rojas 2011). Empezando en la década de 1970 en la región de los Lípez, en la orilla sur del salar de Uyuni, la producción de quinua para la exportación se extendió rápidamente durante la siguiente década hacia el oeste y el norte de este salar, región conocida como el Intersalar (Figura 1). Esta producción a gran escala se desarrolló inicialmente en respuesta a la demanda comercial del vecino país de Perú, más poblado que Bolivia y donde los ciudadanos consumían la quinua en cantidad, contrariamente de lo que se veía en Bolivia por entonces. La donación de tractores por una ONG belga que intervenía en algunas comunidades de la zona impulsó esta fase inicial de

la producción (Laguna 2011). De esta manera, los productores del Altiplano Sur estuvieron listos para responder oportunamente, en los años ochentas, a una nueva demanda comercial de alimentos vegetarianos, sin gluten y ricos en proteínas, proveniente de América del Norte y Europa. Poco tiempo después, se abrieron los mercados de comercio justo y de productos orgánicos sostenidos principalmente por la demanda europea. Estos nuevos mercados de exportación con destino al hemisferio norte no suplantaron al mercado peruano, el cual, hasta muy recientemente, representaba más de la mitad de las exportaciones de quinua de Bolivia, aunque esencialmente bajo las condiciones del comercio informal (Aroni *et al.* 2009). Hoy en día, los productores locales de quinua aprovechan una diversidad de mercados, en los cuales ofrecen tanto quinua convencional como quinua certificada “orgánica” y de “comercio justo”, destinadas tanto al mercado interno como al comercio informal del Perú, o bajo certificación hacia países del hemisferio norte.

Figura 2. Repartición de la población en las comunidades del Perisalar



Fuente: compilación de datos INE, 2001. Realización S. Corsièvre, 2010.

Figura 1: Mapa de los municipios y las comunidades del Altiplano Sur de Bolivia.

Cuatro paradojas de la producción de quinua en el Altiplano Sur.

La creciente demanda internacional de la quinua brinda a los productores y a sus organizaciones una posición privilegiada para negociar con los importadores, generalmente extranjeros. Sin embargo y a pesar de sus éxitos en los mercados de exportación, los productores locales no han elegido especializarse de manera definitiva en la producción de quinua. Por el contrario, la mayoría de ellos mantienen simultáneamente actividades no agrícolas, las cuales a menudo les conllevan a realizar migraciones temporales (Vassas Toral 2011). Cultivar para la exportación sin necesidad de residir de manera permanente en el área rural es una de las paradojas que se aprecia en la producción de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia (Winkel 2011).

Si se considera el medio ambiente de la región, donde el suelo rocoso o arenoso queda expuesto de forma casi permanente a la sequía y a las heladas, a las ocurrencias del fenómeno del Niño, al viento violento y a la intensa radiación solar debida a la gran altitud, resulta sorprendente que en condiciones tan drásticas se haya logrado desarrollar una producción agrícola de exportación tan floreciente. Por lo que sabemos, la quinua es en el mundo, un caso único de cultivo de exportación producido prácticamente sin insumos en un ambiente extremo de montañas de altura, frías y áridas. Las zonas de cultivo, escalonadas entre 3650 y 4200 m de altura, reciben una precipitación anual que va desde los 150 mm en el sur de la región hasta 300 mm en el noreste, con más de 200 días de helada por año (Geerts *et al.* 2006). A pesar de su alta tolerancia a la sequía, la quinua no puede cumplir su ciclo de vegetación con sólo las lluvias recibidas durante un año promedio. De hecho, un sistema de descanso bienal se aplica para almacenar en el suelo la precipitación necesaria para realizar un ciclo anual de cultivo de la quinua (Michel 2008).

Otra paradoja de la producción de quinua en esta región es que, si bien se trata de un alimento sano y producido por pequeños productores algunos de ellos con certificación orgánica y de comercio justo, su cultivo podría poner en riesgo las bases ecológicas y sociales del agrosistema (Michel 2008, Vieira Pak 2012). Esta situación estaría en contradicción con los beneficios esperados de una agricultura familiar

que utiliza bajos niveles de insumos y que reivindica raíces y saberes ancestrales. Las preocupaciones en torno a la sostenibilidad de la producción de quinua fueron inicialmente expresadas, a menudo de manera simplista y alarmista, por periodistas, empresarios e investigadores quienes denunciaron una acelerada erosión de los suelos, así como la visión a corto plazo y el afán de lucro de algunos productores y operadores locales. Conscientes de la creciente vulnerabilidad ambiental y social de su agroecosistema, los agricultores y responsables bolivianos, con el apoyo de instituciones nacionales e internacionales, empezaron a tomar iniciativas para resolver las dificultades que se presentaban.

Esto llevó la producción de quinua a otra paradoja, de índole más socioeconómica. Mientras que durante tres décadas el auge de la quinua se debió esencialmente a iniciativas sectoriales e individuales desarrolladas en un contexto de “vacío organizacional” (Félix & Vilca 2009), desde hace diez años se buscan regulaciones colectivas a nivel local, nacional e internacional, implicando a las autoridades comunitarias, a las asociaciones de productores, a las ONGs y las agencias de desarrollo rural, a los gobiernos regionales y central, y a las cadenas alimentarias internacionales. Cuando a través del mundo abundan los casos de poblaciones rurales excluidas del acceso a sus propios recursos territoriales, el Altiplano Sur de Bolivia muestra el ejemplo de poblaciones rurales que controlan no sólo el acceso a los recursos locales de tierras y de semillas, sino también gran parte de los mercados de exportación, aprovechando de manera oportuna la creciente demanda mundial de cereales y resistiéndose a las presiones regulatorias que se intentan imponer desde el exterior.

Este breve diagnóstico de la producción de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia debe plantearse considerando la dinámica del mercado de exportación. El auge de la quinua, iniciado a fines de los años setentas, no muestra hasta ahora señales de disminución: entre 2000 y 2010, el valor de las exportaciones se multiplicó por 40, llegando a más de 45 millones de USD y, en el mismo período, el precio al productor subió de 1200 a más de 3000 USD por tonelada de quinua de calidad convencional (Rojas 2011). Esta excepcional dinámica productiva y comercial cuestiona las bases ecológicas, sociales y económicas de la sostenibilidad del agrosistema

y presenta todas las características de una auténtica revolución agrícola (Mazoyer & Roudart 2006, 2009). Después de un período en el que la improvisación individual marcaba la regla, ahora emergen numerosas iniciativas para renovar las prácticas colectivas de gestión de los recursos locales.

Diversidad, origen y uso de los recursos genéticos.

Decenas de variedades locales. ¿Un mismo ecotipo?

El Altiplano Sur de Bolivia es por excelencia la tierra de la Quinua Real. Al contrario de lo que suele mencionarse, la Quinua Real no es una variedad de quinua. Bajo la denominación genérica de Quinua Real se agrupan cerca de cincuenta variedades locales, cada una identificada por su nombre vernáculo y su fenotipo (Bonifacio *et al.* 2012). Estas variedades locales se diferencian por la forma de sus panojas: amarantiformes, glomeriformes o intermedias. También presentan colores muy diversos – a veces mixtos – de hojas, panojas y granos: desde el verde hasta el amarillo y el púrpura para las hojas, y del blanco al negro pasando por el rosado, rojo, anaranjado, amarillo, violeta, café para las panojas y los granos enteros. En los granos, sin embargo, esta pigmentación generalmente no es estable: una vez lavados y desaponizados, los granos de la mayoría de las variedades de Quinua Real toman un color blanco o crema, y sólo algunas pocas conservan granos de color rojo oscuro, marrón o negro. Ambos tipos de granos – blancos u oscuros – tienen hoy en día una demanda comercial y los granos colorados, más raros, se benefician de un precio mucho más alto en el mercado (4500 USD/tonelada vs. 2600 USD/tonelada para la quinua de granos blancos, valores en mayo 2013, fuente: InfoQuinua.bo). Resulta errónea entonces la afirmación que la expansión reciente del cultivo de la Quinua Real se hizo en desmedro de la diversidad de la quinua que se cultivaba en la región antes del auge de la producción de exportación.

Otra idea común, pero hasta el momento sin fundamento alguno, es que las variedades locales de Quinua Real serían ecotipos distintos, cada uno adaptado a un micro-hábitat particular. Si se define el ecotipo como un genotipo dentro de una especie que se diferencia por rasgos atribuibles a la acción selectiva de factores medioambientales locales (Zeven 1998, Soraide Lozano 2011, Bonifacio *et*

al. 2012), ninguna evidencia permite actualmente aseverar que las distintas variedades de Quinua Real se diferencian entre ellas por este criterio ecológico. De hecho, en el período reciente de expansión de los cultivos, se puede observar que las mismas variedades ocupan laderas y planicies independientemente del microclima, de la topografía o del tipo de suelo en estos diversos hábitat. Esta capacidad que tiene cada variedad de Quinua Real de crecer en ambientes ecológicamente diversos dentro de la zona aparece en realidad como un rasgo adaptativo esencial en un entorno montañoso muy imprevisible donde una especialización acotada con respecto a un hábitat determinado o un microclima específico sería extremadamente arriesgada y contra-productiva. Tan amplia capacidad adaptativa ha sido llamada “versatilidad ecológica” por Zimmerer (1998) quien, en el caso de la papa en los Andes del Perú, demostró su interés para la preservación de la agrobiodiversidad y la producción sostenible en agrosistemas usando pocos insumos artificiales. Esta versatilidad ecológica no significa que la noción de ecotipo no sea relevante para la quinua sino más bien que el ecotipo se define en una escala más amplia que la de la variedad local y del micro-hábitat. Es así que el conjunto de las variedades locales de Quinua Real, muy productivas en el sur del altiplano boliviano, se muestran vulnerables al mildiú cuando se intenta cultivarlas en la región del lago Titicaca donde el aire es más húmedo y templado que en su región de origen (Danielsen *et al.* 2003). En cambio, las variedades del altiplano norte aguantarían difícilmente el frío y la sequía de la zona del salar de Uyuni. Estudios más detallados y repetidos son necesarios para explorar las áreas óptimas de cultivo de las numerosas variedades locales de quinua. En particular, hacen falta estudios ecofisiológicos sobre la adaptación de las variedades a diferentes tipos de suelos la cual podría constituir un factor de diferenciación ecológica dentro de la gran zona agroclimática correspondiente al Altiplano Sur. En este último aspecto, estudios recientes demuestran capacidades muy distintas de exploración y explotación del suelo entre plantas de Quinua Real y del ecotipo “litoral” de Chile (Álvarez-Flores 2012, Álvarez-Flores *et al.* 2014, Zurita *et al.* este volumen). Pero sin datos adicionales más precisos, se debe considerar que los ecotipos de quinua corresponden a las grandes regiones

agroclimáticas de su área de distribución: altiplano central, altiplano árido, valles secos, valles húmedos y litoral. Esta amplia diferenciación ecotípica – o sea, sin especialización respecto a un micro-hábitat – coincide con los principales tipos genéticos de quinua identificados en los trabajos precursores de Wilson (1988) y en gran parte corroborados para el caso de Bolivia por Rojas (2003), Bertero *et al.* (2004) y Del Castillo *et al.* (2006). En este sentido, las variedades de Quinua Real se identifican en su conjunto con el ecotipo “altiplano árido” de la quinua.

Recursos genéticos antiguos y hasta hoy no alterados.

Respecto al origen de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia, el estudio comparativo con base a marcadores moleculares del genoma de granos de quinua antiguos encontrados en sitios arqueológicos y de granos modernos recolectados en la región, revela una similitud casi perfecta de los genotipos durante un período de más de 650 años (Grasset 2011, Programa ECOS-Sud Arqueoquinoas, datos no publicados). Esta similitud señala, sin duda alguna, un origen preinkaico de las variedades locales cultivadas hasta hoy en día en la región del salar de Uyuni. Demuestra también la ausencia de erosión genética del germoplasma de la quinua a pesar de todos los cambios sociales y ambientales ocurridos en la región durante el vasto período que va desde la época preinkaica, las sucesivas conquistas inka y española, la pequeña edad glacial, los períodos colonial y republicano, hasta la actual expansión del cultivo de exportación.

La ausencia de un impacto notable en la diversidad genética de la quinua en el reciente período de auge, también señalada por Del Castillo *et al.* (2007), se explica al menos por dos razones. Primero, la permanencia del uso local de una diversidad de quinuas para una diversidad de preparaciones alimentarias (ver más abajo la sección sobre los usos alimenticios en la zona) y también para usos medicinales y rituales. Segundo, la identificación del producto comercial, la Quinua Real, con un conjunto diversificado en el cual todas las variedades cultivadas tradicionalmente han encontrado un mercado: quinua de granos blancos, quinua de granos oscuros, quinua para granos inflados (*pipocas*). Con la mayor parte de

los volúmenes comercializados, la quinua de granos blancos es también la que se obtiene con el número más grande de variedades locales: 44 según el catálogo publicado por Bonifacio *et al.* (2012). La quinua de granos oscuros y aquella usada para *pipocas* son productos comerciales marginales pero que permiten mantener variedades muy especiales dentro del grupo de la Quinua Real: se trata de siete variedades de granos oscuros entre las cuales dos variedades – *phisanqalla amarantiforme* y *phisanqalla hembra* – son aptas para la preparación de *pipocas*.

Esta diversidad de recursos genéticos satisface tanto a los productores como a los compradores y consumidores de Quinua Real y, a pesar de los esfuerzos de los laboratorios de investigación y de las instituciones públicas, las variedades mejoradas y las semillas certificadas no suscitan mucho interés por parte de los productores (Baudoin-Farah 2009). Cuando no se persiguen objetivos contraproductivos – como fue el de eliminar el amargor en los granos de ciertas variedades que, al final de cuentas, resulta una protección eficaz contra los pájaros y otras plagas animales –, las investigaciones de mejoramiento genético a veces tropiezan con verdaderos bloqueos biológicos como sucede en el caso de la resistencia al mildiú que, hasta ahora, se encuentra asociada a caracteres agronómicos, como un tamaño de granos pequeño y un ciclo vegetativo largo, no apropiados para un cultivo comercial (Gamarra *et al.* 2001). En el manejo de los recursos genéticos de la Quinua Real, la vía parece estrecha entre el mejoramiento genético y la selección participativa, la uniformización de las semillas y la preservación de la agrobiodiversidad, los intereses privados y el patrimonio colectivo.

Desde la certificación de la producción hasta la denominación de origen.

Más que en la certificación de semillas, los productores de quinua han encontrado un interés en la certificación de su producción de granos. Que sea orgánica o de comercio justo, la certificación de la Quinua Real es un proceso actualmente bien establecido, impulsado desde comienzos de los años noventa por la Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI) y con el apoyo de ONGs europeas (Laguna 2011). Según estimaciones recogidas en la región, hoy en día entre

el 25% y el 40% de la producción de Quinua Real es comercializada como “orgánica”. Las importaciones que hacen Europa y América del Norte son casi exclusivamente de este tipo de quinua (MDRyT & CONACOPROQ 2009, Aroni *et al.* 2009).

Respecto al uso de los recursos genéticos, y en la perspectiva de una competencia creciente en el mercado internacional, un documento de política general emitido por el gobierno boliviano señala como “tarea pendiente e indispensable el contar con la Denominación de Origen de la Quinua, para fines legales y comerciales” (MDRyT & CONACOPROQ 2009). En Bolivia, la denominación de origen “Quinua Real” está aprobada desde el 2002 por el Servicio Nacional de la Propiedad Intelectual (SENAPI) y se publicó en el 2011 un documento técnico para promover la diferenciación del producto y la protección de su origen geográfico y cultural (Soraide Lozano 2011). Paralelamente, productores de la zona de Lípez (al sur de la región del salar de Uyuni) iniciaron en 2009 un proceso de denominación de origen para su propia producción local (Laguna 2011, Ofstehage 2012). Sin embargo, en el ámbito internacional, la falta de coherencia entre las múltiples normas relativas a la gestión legal de los recursos fitogenéticos dificulta la implementación de la soberanía de los Estados y de los derechos de los agricultores sobre estos recursos (Chevarría-Lazo & Bourliaud 2011).

Importancia de la quinua en el agrosistema y los sistemas de actividades familiares.

Un paisaje agrícola en profunda transformación.

Mientras que la mayoría de los cultivos que hacen la riqueza de la agricultura andina – tubérculos y granos andinos, habas, hortalizas, forrajes, etc. – se restringen a zonas con acceso suficiente de agua, en la mayor parte del Altiplano Sur, frío y árido, las opciones se limitan a la producción de papas (dulces y amargas) y quinua. Incluso con anterioridad al reciente auge de la producción de exportación y a pesar de las condiciones ambientales muy adversas, la producción de papas y quinua era generalmente suficiente no sólo para el autoconsumo de las familias, sino también para el abastecimiento de los mercados locales y en particular, de los campamentos mineros (Franqueville 2000, Laguna 2011).

Tradicionalmente las parcelas de cultivo se localizaban en las laderas, menos expuestas a las heladas nocturnas que las planicies, estas últimas principalmente destinadas al pastoreo de llamas y ovejas que son más resistentes al frío que los cultivos (Pouteau *et al.* 2011). En esta zona y hasta hoy en día, los pastizales son de propiedad y uso colectivo mientras que las parcelas de cultivo, si bien pertenecen a las comunidades, son de usufructo individual y se transmiten generalmente dentro de las mismas familias (Félix & Vilca 2009, Vieira Pak 2012). Con la emergencia de una demanda internacional para la quinua a partir de los años setentas, el cultivo se extendió hacia las planicies con el fin de aumentar los volúmenes de producción mediante el uso de tractores. Cabe notar que en esta región, tanto en las laderas como en las planicies, la quinua se cultiva en tierras de secano, sembrada en hoyos y no en surcos como en el resto del altiplano boliviano.

Considerando por un lado los subsidios al consumo de arroz y trigo otorgados desde los años sesentas por los programas internacionales de ayuda alimentaria (Franqueville 2000) y, por otro lado, la falta de mercado significativo para la producción ganadera, los productores locales decidieron limitar la producción de papas al autoconsumo familiar y convertir una parte creciente de las áreas pastoriles en cultivos de quinua. La figura 2 muestra la expansión del cultivo de quinua en una comunidad cerca del salar de Uyuni: entre 1963 y 2006, el área cultivada se incrementó en un 360%, expandiéndose principalmente hacia las planicies aunque las laderas continúan siendo cultivadas. Un estudio independiente realizado en tres municipios de la zona muestra que entre 1975 y 2010 el cultivo de quinua se incrementó entre un 70% y un 300% en los terrenos planos y sufrió un decrecimiento del 16% al 32% en laderas (Medrano Echalar *et al.* 2011). Esta expansión del cultivo desemboca en una uniformización del paisaje agrícola mostrando vastos monocultivos de quinua o parcelas en descanso mientras que la vegetación nativa (hierbas y arbustos que forman la *thola*) se encuentra cada vez más relegada a tierras marginales, rocosas o en laderas no mecanizables (Michel 2008).

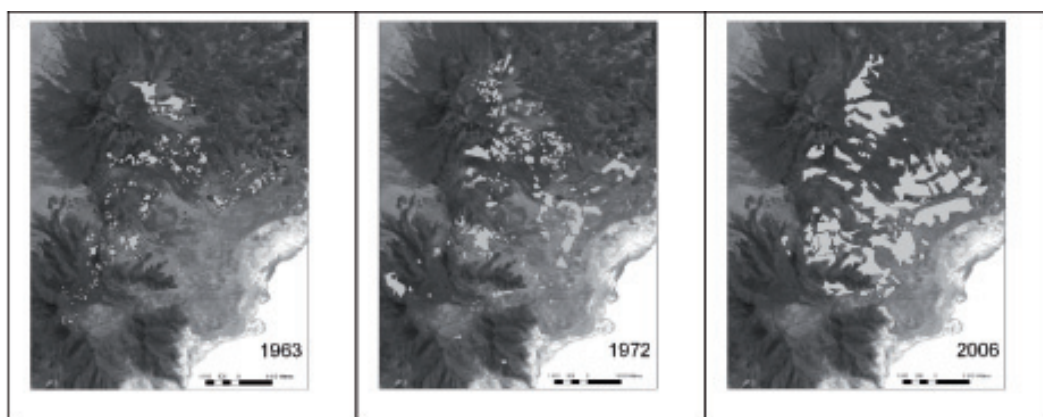


Figura 2. Expansión del área de los cultivos entre 1963 y 2006 en una comunidad del Altiplano Sur de Bolivia. Fuente: Jean-Rémi Duprat. CNRS – UMR 5175, Proyecto EQUICO, 2008.

La quinua en el sistema familiar de actividades.

Estos cambios en el agrosistema local surgieron en un contexto socio económico familiar en el que la agricultura y la ganadería forman parte de sistemas de actividades múltiples, agrícolas y no agrícolas. En una región árida y por largo tiempo marginal en la economía nacional, la pluriactividad y la migración temporaria forman parte de la estrategia que tienen las familias para ajustarse a los riesgos ambientales y económicos (Saignes 1995, Vassas Toral 2011). Aprovechando la proximidad de ecoregiones contrastadas como el litoral pacífico hacia el oeste y los valles interandinos y las llanuras tropicales hacia el este, los habitantes del Altiplano Sur desarrollaron desde hace siglos un modo de vida basado en los intercambios de recursos naturales entre estas distintas regiones (Platt 1995, Flores Ovando 2008). Lana, cuero y carne de llama, papas y quinua, así como sal y hierbas medicinales se intercambiaban con maíz, coca, leña, frutas, aceite, etc. provenientes de las regiones vecinas.

Hoy en día, los camiones reemplazaron a las antiguas caravanas de llamas, pero el mismo patrón de actividades agrícolas y no agrícolas se mantiene, sumando actividades comerciales o artesanales en las ciudades, empleos públicos, minería, turismo, entre otros (Figura 3) (Vassas Toral 2011, Winkel 2013). Lo nuevo en este panel de actividades es que, con la apertura de un mercado internacional para la quinua, una parte creciente y hasta

predominante de los ingresos familiares se genera en la producción agrícola local. Si bien no existen estadísticas regionales sobre la composición de estos ingresos familiares, una encuesta realizada en 36 familias de la región del salar de Uyuni ha mostrado la gran diversidad de los ingresos según el estatus social y en particular, el acceso a actividades no agrícolas (Acosta Alba 2007). Para estas familias, las ganancias obtenidas de la producción de quinua tenían valores medios cercanos a 3500 USD/año y máximos de 18000 USD/año, llegando a constituir hasta el 70% de los ingresos familiares (*ibid.*). Cabe mencionar que estas cifras son del año 2007, antes de la duplicación del precio de la quinua que tuvo lugar en el 2008. Una encuesta independiente realizada en el año 2010 en otra comunidad, de 35 familias, indica que la mayoría de los agricultores tenía un ingreso de 13000 USD/año y que el 11% de los agricultores con mayor expansión de terreno (> 30 ha) tenían un ingreso de 45500 USD/año (Medrano Echalar *et al.* 2011). En todo caso, el éxito de la quinua hizo que en la economía familiar de los productores locales el cultivo suplantara la ganadería en su función tradicional de ahorro y seguro familiar. Además, al contrario del ganado, la quinua no exige una presencia continua en las áreas productivas, lo que favorece la diversificación de los ingresos familiares por medio de la movilidad y la pluriactividad fuera de la zona de producción (Chaxel 2007, Vassas Toral 2011).

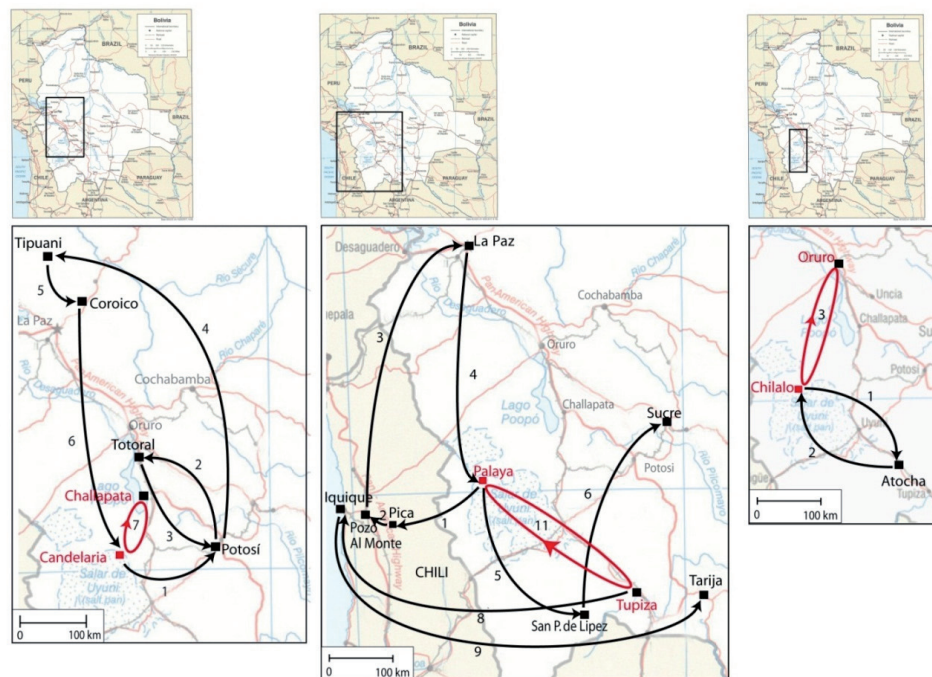


Figura 3: Ejemplos de trayectorias migratorias de tres comunarios productores de quinua del Altiplano Sur. Fuente: Vassas Toral (2011)

El auge de la producción comercial de la quinua contribuye así a un desarrollo integrado de la región, vinculando las comunidades rurales donde se realizan los cultivos con las ciudades cercanas en las que los productores se instalan con sus familias y donde invierten la mayor parte de sus ingresos agrícolas en la educación de sus hijos, en otras actividades comerciales o artesanales, o bien en la construcción de casas o en la compra de vehículos (Laguna 2011, Vassas Toral 2011). Falta todavía una evaluación integral del aporte económico de la quinua en el desarrollo del Altiplano Sur considerando no sólo la venta del producto sino también su transformación industrial, las actividades conexas (agromecánica, transporte...), las reinversiones, los impuestos, etc. Cabe mencionar que los ingresos económicos generados en esta región sólo por la venta de la quinua se han evaluado en 360 millones de bolivianos (aprox. 50 millones USD) (datos 2008, Aroni *et al.* 2009).

Situación actual y perspectivas del cultivo.

Si bien durante casi tres décadas el desarrollo de la producción de la quinua en el Altiplano Sur tuvo un escaso respaldo por parte de las instituciones oficiales, desde hace diez años el auge de la Quinua Real motivó un gran número de programas y proyectos de apoyo nacionales e internacionales. Fruto del interés creciente por este producto emblemático del vigor de la agricultura andina, las fundaciones AUTAPO y PROINPA han publicado una serie de documentos de trabajo accesibles vía internet, entre los cuales se resaltan la síntesis de Aroni *et al.* (2009) sobre la situación del cultivo de la Quinua Real en la región y el informe más general elaborado por Rojas (2011) como base para la declaración del Año Internacional de la Quinua. También se ha publicado un atlas productivo de la Quinua Real con mapas satelitales y estadísticas sobre los principales indicadores biofísicos y socioeconómicos en diez municipios de la región

(Fundación AUTAPO 2012). Sin poder detallar la gran cantidad de informaciones técnicas, sociales y económicas disponibles en estos documentos, destacamos a continuación algunos elementos referenciales difundidos en las síntesis mencionadas, antes de comentar más específicamente sobre los desafíos ambientales y sociales que plantea el auge de la Quinua Real.

La quinua en algunas cifras.

En el Altiplano Sur, la quinua es cultivada por unos 6300 productores permanentes y otros 8000 productores con residencia principal por fuera de las comunidades. Cerca del 70% de la producción se realiza en las planicies. La siembra se encuentra mecanizada en un 76% de los casos, mientras que la cosecha es casi exclusivamente manual: sólo un 2% de los productores usan motosegadoras. En la gestión agrícola 2007-2008, la producción total fue cercana a las 28000 toneladas en una superficie cultivada de aproximadamente 49000 ha, a las cuales se añaden 46000 ha de tierras en descanso. En Bolivia, la demanda interna de quinua se evalúa en 7000 toneladas/año. Como se señaló anteriormente, el valor de las exportaciones registradas de quinua se incrementó en casi 40 veces durante los últimos 10 años. El volumen exportado oficialmente pasó de 1400 toneladas en el 2000 a 10400 toneladas en el 2008, subiendo a 26000 toneladas en el 2012. Después de los Estados Unidos (10.1 millones USD por 4095 toneladas en 2008), Francia es el segundo destino con mayor exportación para la Quinua Real (3.7 millones USD por 1700 toneladas en 2008). Existen en Bolivia 62 plantas procesadoras de quinua, artesanales e industriales, que contribuyen al valor agregado de la quinua dentro del país.

Un agrosistema alcanzando sus límites territoriales.

Como se mencionó previamente, la producción anual de la quinua en el Altiplano Sur resulta de un ciclo de precipitación de dos años y, por lo tanto, de una doble área de cultivo: el área actualmente cultivada y el área ya labrada para la siembra del ciclo siguiente. Con la extensión y concentración de las superficies cultivadas, la vegetación natural de *thola* difícilmente vuelve a colonizar las parcelas en descanso dado que sus bancos naturales de semillas se empobrecen rápidamente. El suelo desnudo de las parcelas en descanso y de aquellas destinadas a

la siembra queda así expuesto a la acción del viento, particularmente fuerte en el altiplano. Considerando la dinámica muy lenta de la vegetación nativa (Joffre & Acho 2008, Medrano Echalar *et al.* 2011), la conversión de grandes superficies de pastizales en cultivos representa un cambio casi irreversible de la cobertura vegetal, favoreciendo los procesos de erosión eólica (Michel 2008). Además, los terrenos recién convertidos en cultivos se concentran en las zonas planas y bajas, las cuales son más susceptibles a las heladas que las laderas circundantes debido al drenaje del aire frío durante la noche (Pouteau *et al.* 2011). De hecho, eventos recientes de heladas en 2007 y 2008 mostraron la vulnerabilidad del agrosistema de quinua en estas nuevas zonas de producción. Sin embargo, dados los altos precios de comercialización, los productores aceptan el riesgo económico de cultivar en las planicies.

La pérdida de fertilidad de los suelos en los cultivos mecanizados de quinua se menciona a menudo como un fenómeno preocupante y como principal causa de una supuesta disminución de los rendimientos de quinua, y prueba de que el agroecosistema estaría excediendo su capacidad de carga (e.g. Cossio 2008, Félix & Vilca 2009, Jacobsen 2011). Un estudio reciente de la fertilidad de los suelos en la zona de mayor producción de quinua indica que el 88% de los suelos tienen una fertilidad de baja a moderada (Cárdenas & Choque 2008), pero sin datos que permitan apreciar el impacto del cultivo de la quinua sobre este nivel de fertilidad. El mismo estudio no encuentra ninguna relación entre el rendimiento de quinua obtenido en 10 comunidades de la zona y la duración media del uso de la tierra, que puede ser entre 3 y 50 años. En general, las “evidencias” invocadas para alertar respecto a una acelerada degradación de los suelos en la región consisten en estadísticas nacionales de rendimientos de granos. Primero, cabe resaltar que estos datos agregados a nivel nacional, aparte de ser inadecuados para caracterizar un fenómeno local como la fertilidad del suelo, no muestran ninguna tendencia estadística de decrecimiento de los rendimientos de quinua en los últimos 50 años que incluyen el reciente período de auge de la producción, y permitirían hacer una comparación con el período anterior (Winkel *et al.* 2012). Más importante, es de notar que el rendimiento de granos no es un indicador apropiado para una

eventual degradación de los suelos ya que, aparte de la fertilidad del suelo, el rendimiento anual de un cultivo resulta de los efectos concomitantes de varios otros factores como el clima, las prácticas de cultivo y los eventuales ataques de plagas. En el caso de la quinua en el Altiplano Sur, los mediocres resultados de la siembra mecanizada en comparación con la siembra manual y la localización predominante de los cultivos en planicies expuestas al viento, las heladas y las plagas, son igualmente factores que se combinan con una eventual pérdida de fertilidad del suelo para explicar los rendimientos de sólo 500-700 kg/ha usualmente obtenidos en las planicies, en comparación de los 1000-1500 kg/ha observados en laderas cuidadosamente cultivadas a mano y con menor impacto del clima y de las plagas (Winkel *et al.* 2012).

Considerando la incertidumbre en cuanto a los indicadores agronómicos de calidad de los suelos y a su relación con la producción de granos, el criterio más tangible del límite agroecológico alcanzado por el sistema de cultivo actual, se encuentra en la superficie de las tierras convertidas para la producción de quinua. En la mayoría de las comunidades, las áreas de tierras mecanizables convertidas en parcelas cultivables han llegado a su máximo de expansión, agudizando las tensiones entre las familias en relación con el acceso a la tierra (Vieira Pak 2012) y reduciendo la cobertura vegetal natural (Michel 2008). Aroni *et al.* (2009) estiman que entre las 145000 ha potencialmente cultivables en el Altiplano Sur, un tercio se encuentra en producción, otro tercio en descanso, y el restante continúa siendo “tierras vírgenes” (áreas en reserva, pastizales, pendientes abruptas, etc.). Si bien los cálculos económicos de la mayoría de los productores no les conducen a preservar las áreas de vegetación nativa para actividades ganaderas, hoy en día poco provechosas, falta todavía incluir en estos cálculos los servicios ecológicos de las áreas naturales como son: obstáculos a la erosión eólica e hídrica, reservas de predadores naturales contra las plagas de la quinua, fuentes de recursos no cultivados como la leña o las plantas medicinales. Para beneficiar de estos servicios ecológicos y garantizar la sostenibilidad del agrosistema se recomienda mantener barreras vivas o sembrar la quinua en eras o fajas combinadas con la vegetación natural (ANAPQUI 2009, Michel 2008).

Las desigualdades en el acceso a la tierra y la uniformización del paisaje son algunas de las vulnerabilidades del socio-ecosistema de la quinua frente a los cambios actuales en el uso de los recursos territoriales. Conscientes de estas vulnerabilidades, los productores, las organizaciones campesinas y las autoridades a cargo de la gestión territorial, emprendieron procesos locales de concertación para implementar nuevas regulaciones y normas para el uso de los recursos territoriales.

Producción y comercialización en búsqueda de regulaciones.

Desde la reforma agraria de 1952, cuyo impacto fue marginal en el Altiplano Sur, ambientalmente inhóspito y desdeñado por grandes terratenientes, una multiplicidad de normas y reglamentos relacionados con el acceso y uso a la tierra se fueron creando. Normas y costumbres locales, transmitidas y controladas por las autoridades indígenas, coexisten con leyes nacionales emitidas por el gobierno central. Normas colectivas, fruto de concertaciones públicas, compiten con meras situaciones de poder o con los controles establecidos por empresas comerciales o certificadoras. Sin embargo, pocas de estas normas se aplican de manera uniforme en la región, ya sea por falta de un consenso suficiente en la población local o por la falta de recursos para su implementación.

En este contexto, la ONG Agrónomos y Veterinarios sin Fronteras (AVSF, antes VSF-CICDA) en coordinación con la Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI) emprendió a inicios de la década del año 2000 un proyecto para definir nuevas normas colectivas de gestión territorial apropiadas a la evolución reciente del agrosistema en varias comunidades de la zona (Félix & Vilca 2009). Después de largos procesos de sensibilización y concertación con los actores locales, se emitieron recomendaciones técnicas y reglamentarias, individuales y comunales, para una producción sostenible de la quinua en el Altiplano Sur (ANAPQUI 2009). Más que todo, se implementó una metodología participativa y evolutiva por la cual los actores locales, en la búsqueda de superar sus desacuerdos y conflictos, consensuaron los derechos y las obligaciones para alcanzar una gestión equitativa y sostenible del territorio comunal.

Usos y mercados.

Tradicionales o innovadores, los usos de la quinua son múltiples.

El excepcional valor nutritivo de la quinua se encuentra bien documentado y abarca, más allá del contenido de proteínas y el balance de amino-ácidos, un alto contenido en minerales, antioxidantes, ácidos grasos insaturados y fibra dietética (Rojas 2011, Soraide Lozano 2011). La quinua ofrece múltiples usos que no sólo son alimentarios sino también medicinales y rituales en sus formas ligadas a la tradición, así como también químicos, farmacéuticos y cosméticos en sus formas contemporánea e industrial.

La plasticidad culinaria de la quinua permite la elaboración de 35 preparados tradicionales diferentes entre sopas, segundos, masas y bebidas (Rojas 2011). Las poblaciones del Altiplano Sur consumen los granos de quinua en forma perlada, graneada, molida, tostada, o fermentada (caso de la bebida tradicional llamada *q'usa*). Los mineros y campesinos del Altiplano usan los granos de quinua en las mesas rituales. Las hojas de quinua también se consumen como en el *yuyu*, una sopa ritual que los ganaderos de la región preparan en las fiestas de las llamas que se celebran entre Año Nuevo y Carnaval, cuando las hojas de quinua son aun tiernas. Los tallos de la quinua convertidos en ceniza se mezclan con otras sustancias para preparar la *lejía*, una forma de pasta indispensable para activar los alcaloides en el consumo tradicional de la hoja de coca. En cuanto a los usos medicinales de la quinua, son diversos y usan todas las partes de la planta (Rojas 2011), siendo los que se reportan con más frecuencia: la dieta de convalecientes y los emplastos para curar fracturas de huesos (Bonifacio *et al.* 2012).

Los usos no tradicionales de la Quinua Real se promovieron en Bolivia desde los principios de los años setentas en numerosos eventos organizados por la Universidad Técnica de Oruro para valorar la cocina criolla (Iñiguez de Barrios 1977). Hoy en día la quinua en forma de harina, hojuelas o *pipocas* entra en la composición de diversos productos industriales como fideos, galletas, barras energéticas y cereales elaborados dentro o fuera del país. Estos productos se incluyen en los programas estatales de desayuno escolar y subsidios familiares

y también satisfacen una creciente demanda internacional para alimentos sin gluten.

El consumo interno de la quinua ha sido el tema de varios artículos en la prensa internacional, denunciando un alarmante caso de pérdida de seguridad alimentaria para las poblaciones locales por causa del alza de los precios y del afán de lucro de los productores y exportadores (e.g. Sherwin 2011). Sin embargo, los argumentos planteados no resisten ante un análisis profundizado de las prácticas locales de consumo alimentario y carecen de la perspectiva histórica para apreciar su evolución desde antes del actual auge comercial (Banks 2011, Winkel *et al.* 2012). En particular, se basan en una comparación de las cantidades de quinua, fideos y arroz consumidas por las poblaciones locales, comparación frecuente (e.g. Montoya 2009, Borja & Soraide 2007) pero inadecuada en un plan nutricional debido a las características propias de la quinua, en particular su riqueza en proteínas y fibra dietética: los consumidores locales saben que comiendo quinua se logra saciedad con poco volumen de granos (Rojas 2011) y, por lo tanto, suelen añadir sólo moderadas cantidades de quinua en sus sopas y sus platos (Banks 2011). Entonces, comparar en una base cuantitativa el consumo de la quinua con el de los cereales no tiene sentido pues ambos tipos de alimentos no tienen el mismo valor nutricional ni la misma función en la alimentación humana.

Entre los usos no alimentarios de la quinua se destacan las aplicaciones de la saponina, subproducto del grano de las quinuas amargas – como es el caso de las variedades que componen la Quinua Real –, cuyas propiedades detergentes y cosméticas eran ya conocidas por las poblaciones locales y ahora se valoran en la industria. El mismo subproducto de la quinua hace un potente bio-insecticida y, en la industria farmacéutica, un antibiótico y un coadyuvante eficaz para la absorción intestinal de ciertas medicinas (Rojas 2011). En fin, cabe mencionar los usos de la quinua en la alimentación y la salud animal, como forraje y para aliviar el mal de altura en la ganadería bovina (MDRyT & CONACOPROQ 2009).

Una diversidad de mercados y formas de comercialización.

Si bien los productores de la Quinua Real y sus

familias nunca dejaron de alimentarse con “el grano de oro”, este producto presenta la paradoja de haber sido valorado como recurso comercial fuera del país muchas décadas antes de volver a tener el reconocimiento perdido al interior del mismo país. Por lo tanto, la Quinua Real mostró una dinámica de mercado al inverso de lo habitual con una expansión de las exportaciones anterior a una “reconquista” del mercado interno.

A lo largo de unos 40 años de rotundo éxito comercial, la demanda de Quinua Real no dejó de cambiar de forma, pero sin que las nuevas demandas sustituyeran a las anteriores sino que se sumaran a ellas. Es así que, a la par del crecimiento de la producción, ocurrió una diversificación de los mercados y de los canales de comercialización. Hoy en día, el mercado de contrabando coexiste con el comercio formal, la quinua convencional con la quinua orgánica y la venta individual con el acopio asociativo o privado. Esta situación evita a los productores de quinua del Altiplano Sur quedarse bajo el control de unas pocas empresas comercializadoras, una posición frecuente para otros productores agrícolas en el mundo. Actualmente, son más de veinte asociaciones de productores y empresas privadas que acopian, procesan, transforman y comercializan la Quinua Real en Bolivia (Aroni *et al.* 2009). Cada una de estas organizaciones tiene sus modalidades de intervención y hasta los *rescatiris* – acopiadores rurales a menudo estigmatizados por aprovecharse de los productores más humildes –, tienen su papel en el sistema económico de la Quinua Real (Ofstehage 2010, 2012).

Aroni *et al.* (2009) describen en detalle los diversos sistemas de acopio que operan en el Altiplano Sur y determinan que la comercialización de la Quinua Real se realiza: “en un 43% de forma informal, en la feria de Challapata o a intermediarios que destinan la producción al contrabando o al mercado interno, y el 57% restante es acopiado por las organizaciones para ser comercializadas a empresas beneficiadoras y exportadoras”. Más del 95% de las exportaciones son de quinua en grano, la mayor parte con certificación orgánica y una proporción menor para comercio justo. También existe una demanda creciente para derivados de la quinua como son: harina, hojuelas, pastas, *pipocas*, cereales o barras de quinua con chocolate. Esta demanda permitió

desarrollar una industria nacional ahora capaz de contribuir igualmente a la amplificación del mercado interno con varios de sus productos siendo incorporados en los programas gubernamentales de subsidio alimentario.

Cuestiones y problemas.

Los productores de Quinua Real del Altiplano Sur fueron precursores y ahora líderes en el cultivo de la quinua para la exportación. Después de 40 años, sus éxitos son fruto no sólo de esfuerzos continuos, sino también, de incesantes ajustes a una demanda creciente y diversa, demostrando su alta capacidad de adaptación y de aprendizaje social. Por la duración del auge de la quinua y la multiplicidad de los actores involucrados en este fenómeno, las cuestiones y los problemas que se plantean hoy han sido ya el objeto de varios diagnósticos, unos enfocados en un tema específico como los recursos genéticos o la fertilidad de los suelos (Arce 2008, Bonifacio *et al.* 2012, Cárdenas & Choque 2008, Michel 2008), otros sistematizando el máximo posible de la información técnica, social y económica disponible (Aroni *et al.* 2009, Soraide Lozano 2011), y sólo algunos reflexionando de manera más integradora sobre la problemática socio-ambiental y las posibles soluciones (Cárdenas & Choque 2008, Félix & Vilca 2009).

De todos los temas examinados por los investigadores, el uso de la tierra se constituye como el más importante y también el más debatido por los medios de comunicación. La mecanización, la falta de descanso y de abono serían las causas de una acelerada degradación de los suelos, alimentando el círculo vicioso de una creciente expansión del cultivo en desmedro del área pastoril. Sin embargo, hasta hoy no se ha publicado ningún trabajo que demuestre una relación clara, a corto y largo plazo, entre el cultivo de la quinua y la fertilidad de los suelos de la región. La falta de fundamento científico no impide el desarrollo de un abundante discurso respecto al agotamiento de los suelos y las soluciones agrotécnicas para resolverlo. Muchos recomiendan la incorporación sistemática de estiércol de camélidos u ovinos. Sin duda esta práctica permitiría revalorizar la actividad ganadera y, así, volver a un mejor equilibrio del agrosistema entre cultivo y ganadería. Pero el interés del estiércol en término de fertilidad del suelo parece muy incierto pues, como señalan Cárdenas &

Choque (2008, pág. 64): “el contenido de nitrógeno en el estiércol es muy pobre y dinámico, asimismo, el fósforo y potasio se pierden o son retenidos por las fracciones minerales (...). La relación carbono/nitrógeno es muy alta en el estiércol por lo tanto el grado de mineralización es muy bajo, y el humus presente tiene componentes difíciles de mineralizar que se acumulan en el suelo”. Estas conclusiones son confirmadas por el estudio profundizado de Miranda Casas (2012) en el que, en parcelas de secano, se observa una respuesta limitada de la producción de granos de la quinua al abonamiento con estiércol, posiblemente debido a mecanismos de inmovilización del nitrógeno en el suelo. Sin embargo, el autor señala que las ventajas del abono orgánico pueden ser indirectas y relacionarse, por ejemplo, con el mejoramiento de ciertas propiedades fisicoquímicas del suelo como son la resistencia a la erosión y la permeabilidad. Falta todavía evaluar estos beneficios potenciales bajo las condiciones agroecológicas del Altiplano Sur.

De manera similar, si bien parece sensata la recomendación de disponer barreras vivas o de sembrar en fajas y eras para frenar la erosión de los suelos, hace falta hasta hoy una demostración de la eficiencia real de estos dispositivos. Tampoco se evaluó su aceptación por parte de productores, los cuales no tienen todos el mismo acceso a la tierra ni la misma capacidad económica. La opción de volver al sistema ancestral de *mantas* (práctica de alternancia entre cultivos y ganadería en el territorio comunal) parece fuera de contexto por la importancia actual del cultivo de la quinua en el territorio y la economía local, sin comparación con la situación que prevalecía antes del auge comercial de la quinua cuando las *mantas* permitían regular la fertilidad del suelo y el equilibrio entre el cultivo y la ganadería.

En cuanto a la excesiva expansión del área cultivada, algunos ven la solución en una intensificación del cultivo bajo riego que, permitiendo mayores rendimientos en superficies reducidas, serviría para frenar su expansión (CTPS 2008). Sin embargo, en una zona con recursos de agua muy escasos y a menudo salinos, el riego presenta una amenaza seria para la sostenibilidad agrícola (Geerts *et al.* 2008), sin hablar de la dificultad técnica de mantener infraestructuras de riego en una zona expuesta a frecuentes heladas y de los problemas

socioeconómicos inherentes a un acceso equitativo a estas costosas infraestructuras. Aquí, al igual que con otras innovaciones relacionadas con las prácticas de cultivo, hacen falta estudios sistematizados e integradores que consideren las condiciones ambientales locales y los aspectos socioeconómicos particulares de los productores con una perspectiva de sostenibilidad social y ecológica del agroecosistema (Cárdenas & Choque 2008). De manera general, se consideran como altamente peligrosas las inversiones para un cultivo intensivo de la quinua en una región con restricciones ambientales tan fuertes como en el Altiplano Sur (Michel 2008).

Si el tema del uso de la tierra suscita un gran interés por parte de varios actores – algunos de ellos promotores de lucrativas soluciones agrotécnicas –, el tema del acceso a la tierra quedó por un largo tiempo relegado. Sin embargo, fue también a causa de un cierto vacío normativo en este tema que se desató la expansión del cultivo, con el efecto de ahondar las desigualdades entre los comuneros respecto al acceso a la tierra hasta generar, en algunos casos, conflictos dentro y entre las comunidades. Como lo hemos visto antes, son las ONGs y las asociaciones de productores quienes afrontaron esta cuestión altamente sensible a través de las normas para una producción agrícola sostenible. Hace falta ahora una mayor difusión e implementación de estas normas comunales de gestión territorial, garantizando el marco jurídico de la tenencia y el acceso a la tierra. En este aspecto, parece interesante establecer cómo la modalidad de usufructo de las parcelas cultivadas en un sistema de propiedad comunitaria de la tierra, permite hasta ahora proteger a los comuneros contra los intereses exteriores y, así, contribuir a la sostenibilidad del agrosistema local.

De manera similar, el proceso de la denominación de origen de la Quinua Real debería ampliarse a una protección del acceso de los productores locales a sus propios recursos de semillas. Aquí, un aspecto marginal, aunque básico, involucra la valoración práctica de la diversidad de las variedades locales. Si bien sus diversos usos alimentarios son reconocidos, sus aptitudes agroecológicas permanecen poco conocidas y se habla de diferentes “ecotipos” sin poder hacer referencia a respuestas diferenciadas de las variedades frente a los factores ecológicos

y en particular, edafo-climáticos. Esta falta de conocimiento impide entender las posibles interacciones entre genotipo y medio ambiente que se observan en la quinua (Bertero *et al.* 2004), lo que invalida los esfuerzos para diferenciar las características fisicoquímicas y el valor nutritivo de las variedades.

Además de los problemas relacionados con la tenencia de la tierra antes mencionados, se deben resaltar otras dos cuestiones de índole social. Primero, el papel de la migración temporal, práctica muy común entre los productores de quinua y que, a veces, se estigmatiza como la causa de un comportamiento irresponsable de explotación “extractiva” de los recursos territoriales por parte de los productores migrantes. Como lo demuestra el estudio de Vassas Toral (2011), las realidades sociales resultan más complejas y vale examinar cómo el sistema de movilidad y de pluriactividad de los productores de quinua participa también en la sostenibilidad social y en el desarrollo rural-urbano en la región. Más allá, considerando la capacidad de adaptación y de aprendizaje social de los productores, parece oportuno estudiar si su reactividad y su adaptabilidad no se verían afectadas por la multiplicación de las normativas territoriales y agrocomerciales. La clave aquí parece estar en el poder de proposición y de negociación que los productores adquieren cuando se organizan y se involucran en entidades representativas capaces de auto-transformación (Young 2010), evitando así la centralización excesiva de las regulaciones o la privatización de sus bienes comunes (Ostrom 1990).

Conclusiones.

A pesar de sus lagunas, los conocimientos adquiridos hasta ahora respecto la producción de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia son suficientes para vislumbrar algunas explicaciones para las cuatro paradojas que caracterizan el auge comercial de este grano. En ciertos casos, estas mismas explicaciones orientan por dónde se deben buscar las soluciones a los desafíos resultantes de la revolución agrícola experimentada por la región en los últimos 40 años.

“Un grano muy especial, producido por cultivadores no especializados”: si bien la quinua se beneficia de mercados de nichos, algunos muy exigentes y sofisticados, sus productores siguen estableciendo

la pluriactividad – agrícola y no agrícola – y la movilidad como dos condiciones indispensables para la sostenibilidad económica de una agricultura familiar en un contexto regional de grandes incertidumbres agroclimáticas y económicas. Estas estrategias familiares de pluriactividad y de movilidad se desarrollan en desmedro de la ganadería pero, por otro lado, favorecen un desarrollo integrado entre comunidades rurales y ciudades medianas o grandes de la región, reduciendo así la necesidad de migración hacia metrópolis distanciadas.

“Un cultivo productivo, en un medioambiente adverso”: estudios recientes han revelado algunas de las adaptaciones ecofisiológicas específicas de las variedades de Quinua Real, como el vigor del sistema radicular que permite a las plantas explorar rápidamente el suelo en profundidad y explotar de manera eficiente los escasos recursos de agua y nutrientes. Las aptitudes de las plantas se complementan con las prácticas locales de cultivo de secano lo que ha permitido desarrollar una agricultura con muy baja utilización de insumos artificiales (fertilizantes químicos, carburante, plaguicidas). Se sabe, por ejemplo, que el descanso bienal permite almacenar en el suelo la precipitación de dos años necesaria para que se cumpla un ciclo de cultivo de la quinua en esta región árida. En cambio, la práctica del cultivo en hoyos no ha recibido mucha atención todavía cuanto a su interés agroecológico. Posiblemente, este sería múltiple y podría relacionarse con la optimización del uso del agua y de los nutrientes por las plantas, la resistencia al viento, la tolerancia a las heladas y a las plagas.

“Una producción orgánica, potencialmente insostenible”: es innegable que, en algunos casos, se realizan prácticas de cultivo no sostenibles en la región. Esto se ha dado a causa de los escasos conocimientos que se poseían en los inicios sobre la manera de llevar un cultivo comercial de gran escala en un ambiente extremo y con un uso limitado de insumos artificiales. Hoy en día se recomienda el abonamiento orgánico, las barreras vivas así como la siembra en fajas y eras, aunque sin tener hasta ahora prueba alguna de la eficacia de estos dispositivos. Esto no debe inducir a rechazar estas soluciones parciales, sino más bien debe incitar a considerar en otra escala los problemas que se

pretende resolver con ellas. Es así que la estructura del paisaje rural – es decir, la organización del espacio físico que integra los cultivos con las áreas pastoriles o naturales – debería ser considerada por su rol múltiple en la conservación de los suelos, el control de las poblaciones de plagas, el equilibrio entre el cultivo y la ganadería, los servicios no propiamente agropecuarios (leña, plantas medicinales).

“Una dinámica sectorial, en búsqueda de regulaciones colectivas”: el desarrollo del cultivo de la quinua se originó con una visión sectorial de la cadena productiva de este cultivo en particular, inicialmente sin consideración para la actividad ganadera ni para el espacio natural. Con el tiempo y debido a la necesidad de consensuar una gestión equitativa y sostenible del territorio, los comuneros y las asociaciones de productores de quinua entablaron varios procesos participativos de definición de nuevas normas comunales de uso de la tierra. Estas mismas normas locales fueron incluidas en el 2012 en la revisión de las normas de comercio justo FairTrade International para promover la producción sostenible de la quinua, mostrando un caso exitoso de regulación *bottom-up*, desde la base hacia las instancias internacionales. En cuanto a la denominación de origen de la Quinua Real, este proceso normativo parece todavía incierto por la complejidad de los procedimientos internacionales destinados a garantizar los derechos de los estados y de los agricultores sobre sus recursos fitogenéticos.

Si consideramos la organización espacial del paisaje rural junto con los aspectos sociales relativos al acceso a la tierra, entonces sobresalen el territorio, su organización y su gestión, como los asuntos que más necesitan de soluciones innovadoras para enfrentar las transformaciones inéditas en la agricultura y las sociedades locales que acompañaron el auge de la quinua en las últimas cuatro décadas. En la agenda para un desarrollo agropecuario sostenible del Altiplano Sur, estas innovaciones de índole organizacional y social deberían recibir tanta atención como las innovaciones agrotécnicas.

Al final cabe destacar que estas diversas soluciones de adaptabilidad del agrosistema de la Quinua Real en el Altiplano Sur de Bolivia se relacionan con:

- un material vegetal con excepcionales

adaptaciones al medio ambiente y con una alta diversidad intra- e inter-varietal posiblemente esencial para un agrosistema requiriendo pocos insumos y un posible modelo para el *dry-farming* en otras regiones montañosas y áridas del mundo. Por lo tanto no se deben alterar las características biológicas de este material vegetal, ni sustraer este patrimonio colectivo del control de los productores. La denominación de origen puede ser un dispositivo para esta protección en un contexto de difusión acelerada del cultivo de la quinua fuera de su cuna andina.

- una sociedad local reactiva y proactiva y con un alto nivel de aprendizaje social que se funda en varios mecanismos de cohesión social: vigorosas costumbres y tradiciones comunitarias, activas prácticas asociativas, apego a un régimen comunitario de tenencia de la tierra. Aquí se debe prestar atención de no caer en las apreciaciones maniqueas que oponen productores migrantes contra productores permanentes, cultivadores contra ganaderos, *rescatiris* contra acopiadores, López contra Intersalar, etc. Los factores de cohesión y aprendizaje social permiten a la sociedad local no sólo adaptarse a los cambios del clima y de los mercados, presentes en la región desde mucho antes del auge de la quinua (Banks 2011). Los mismos factores permiten también que la sociedad resista las tendencias de comando-y-control y los “paquetes” agrotécnicos y financieros que suelen presentarse cuando emerge una producción agrícola de algún interés económico (Holling & Meffe 1996, Briggs 2003). Estos factores de cohesión social son la clave para la soberanía agrícola y alimentaria de las poblaciones locales así como del país entero (De Schutter 2011).

Referencias

Acosta Alba I (2007). *Durabilité des systèmes de production de l'altiplano sud bolivien : quels équilibres entre élevage et agriculture ?* Mémoire de Master. AgroParisTech, Université Paris 7, Paris, France. 44 p. Disponible en: www.ird.fr/equeco

Alvarez-Flores R (2012). *Réponses morphologiques et architecturales du système racinaire au déficit hydrique chez des Chenopodium cultivés et sauvages d'Amérique andine*. Thèse de Doctorat. Université Montpellier 2, Montpellier, France. 114 p.

Alvarez-Flores R, Winkel T, Nguyen-Thi-Truc A,

Joffre R (2014). Root foraging capacity depends on root system architecture and ontogeny in seedlings of three Andean *Chenopodium* species. *Plant and Soil*: DOI 10.1007/s11104-11014-12105-x

ANAPQUI (2009). *Normas básicas para una producción sostenible de la quinua real del altiplano sur de Bolivia*. Asociación Nacional de Productores de Quinua, La Paz, Bolivia. 8 p.

Arce M (2008). *Caracterización de germoplasma de quinua (Chenopodium quinoa, W.) de ecotipos utilizados por productores del sudoeste de Potosí*. Fundación AUTAPO. Potosí, Bolivia. 70 p. Disponible en: www.infoquinua.bo

Aroni JC, M Cayoja & MA Laimé (2009). *Situación al 2008 de la Quinua Real en el Altiplano Sur de Bolivia*. Fundación AUTAPO. La Paz, Bolivia. 172 p. Disponible en: www.infoquinua.bo

Banks E (2011). *Bolivian quinoa questions: production and food security*. The Andean Information Network. Disponible en: <http://ain-bolivia.org/2011/05/bolivian-quinoa-questions-production-and-food-security/>

Baudoin-Farah A (2009). *Evaluación y perspectivas del mercado de semillas certificadas de quinua en la región del Salar de Uyuni en el Altiplano Sur de Bolivia*. Tesis de Maestría. AgroParisTech, Paris, Francia. 35 p. Disponible en: www.ird.fr/equeco

Bertero HD, AJ de la Vega, G Correa, SE Jacobsen & A Mujica (2004). Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multi-environment trials. *Field Crops Research* 89: 299-318.

Briggs S (2003). Command and control in natural resource management: revisiting Holling and Meffe. *Ecological Management & Restoration* 4: 161-162.

Cárdenas CJ & Choque MW (2008). *Fertilidad, uso y manejo de suelos en la zona del Intersalar, departamentos de Oruro y Potosí*. Fundación AUTAPO, Programa Quinua Altiplano Sur. La Paz, Bolivia. 105 p.

Chaxel S (2007). *Trajectoires de vie des familles de la zone Intersalar (Bolivie) et changements de pratiques agricoles*. Mémoire de Master. IRC-SupAgro. Montpellier, France. 90 p. Disponible en:

www.ird.fr/equeco

Chevarría-Lazo M & J Bourliaud (2011). Gestión legal de los recursos genéticos de quinua en Bolivia. In: Winkel T (coord.) *Para durar, cambiemos: paradojas y lecciones del éxito de la quinua*. Montpellier, Francia, Cooperación Franco-Boliviana. ANR (Agencia Nacional de la Investigación, Francia), Proyecto ANR-06-PADD-011. pp. 58-67. Disponible en: www.ird.fr/equeco

Cossio JT (2008). Agricultura de conservación con un enfoque de manejo sostenible en el Altiplano Sur. *Hábitat* 75: 44-47.

CPTS (Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles). 2011. *Desarrollo agrícola sostenible de la quinua en tierras áridas, no tradicionales, del Altiplano boliviano*. Taller "Avances en la sostenibilidad de la quinua en Bolivia". CABOLQUI. La Paz, Bolivia.

Danielsen S, A Bonifacio & T Ames (2003). Diseases of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Reviews International* 19: 43-59.

De Schutter O (2011). *Hacia un reparto más justo del valor: modelos comerciales alternativos en favor del derecho a la alimentación*. Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación. Nueva York, Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.srfood.org/index.php/es/informesoficiales>

Del Castillo C, T Winkel, G Mahy & JP Bizoux (2007). Genetic structure of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) from the Bolivian altiplano as revealed by RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 897-905.

Félix D & C Vilca (2009). *Quinua y territorio: experiencias de acompañamiento a la gestión del territorio y a la autogestión comunal en la zona Intersalar del altiplano boliviano*. Lyon, France: VSF-CICDA-Ruralter. 158 p.

Flores Ovando A (2008). *Revalorización del saber local, en áreas de producción del cultivo de quinua (región de los Lipez)*. Fundación AUTAPO. Potosí, Bolivia. 39 p. Disponible en: www.infoquinua.bo

Franqueville A (2000). *La Bolivie, d'un pillage à l'autre*. IRD Éditions. Paris, France.

Fundación AUTAPO (2012). *Atlas productivo de la Quinua Real*. FAUTAPO Educación para el Desarrollo, Programa COMPASUR. La Paz, Bolivia. 192 p.

- Gamarra M, A Bonifacio & E Peralta (2001). *Mejoramiento genético y participativo en quinoa al mildiu en Peru, Bolivia y Ecuador*. Actas de la Conferencia Internacional "Futuras Estrategias para Implementar Mejoramiento Participativo en los Cultivos de las Zonas Altas en la Región Andina". INIA-Peru, PROINPA-Bolivia, INIAP-Ecuador. 23-27 sept. 2001. Quito, Ecuador. 39 p.
- Geerts S, D Raes, M Garcia, C Del Castillo & W Buytaert (2006). Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: a case study for quinoa. *Agricultural and Forest Meteorology* 139: 399-412.
- Geerts S, D Raes, M Garcia, O Condori, J Mamani, R Miranda, J Cusicanqui, C Taboada, E Yucra & J Vacher (2008). Could deficit irrigation be a sustainable practice for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Southern Bolivian Altiplano? *Agricultural Water Management* 95: 909-917
- Grasset L (2011). *Diversité génétique des quinoas archéologiques*. Mémoire de Master 1, Université Montpellier 2. Montpellier, France.
- Holling CS & GK Meffe (1996). Command and control and the pathology of natural resource management. *Conservation Biology* 10: 328-337
- Iñiguez de Barrios B (1977). *Mil delicias de la quinoa*. Editora Quelco. Oruro, Bolivia. 420 p.
- Jacobsen SE (2011). The situation for quinoa and its production in southern Bolivia: from economic success to environmental disaster. *Journal of Agronomy and Crop Science* 197: 390-399.
- Joffre R & J Acho (2008). Quinoa, descanso y tholares en el sur del Altiplano Boliviano. *Hábitat*: 38-41.
- Johnsson M (1986). *Food and culture among Bolivian Aymara: symbolic expressions of social relations*. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala Studies in Cultural Anthropology 7. Uppsala, Sweden. 188 p.
- Knight RL & GK Meffe (1997). Ecosystem management: agency liberation from command and control. *Wildlife Society Bulletin* 25: 676-678.
- Laguna P (2011). *Mallas y flujos: acción colectiva, cambio social, quinoa y desarrollo regional indígena en los Andes Bolivianos*. Tesis de Doctorado, Universidad de Wageningen. Wageningen, Países Bajos. 516 p. Disponible en: <http://edepot.wur.nl/188049>
- Mazoyer M & L Roudart (2006). *A history of world agriculture from the neolithic age to the current crisis*. Translated by James H. Membréz. London, UK: Earthscan Publ. 528 p.
- Mazoyer M & L Roudart (2009). *História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea*. Traducido por C.F. Falluh Balduino Ferreira. São Paulo, Brasil: editora UNESP. 568 p.
- MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras) – CONACOPROQ (Concejo Nacional de Comercializadores y Productores de Quinoa) (2009). *Política Nacional de la Quinoa*. La Paz, Bolivia, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierra, Concejo Nacional de Comercializadores y Productores de Quinoa: 118 p.
- Medrano Echalar AM, JC Torrico Albino & J Fortanelli Martínez (2011). Análisis de la sostenibilidad (sic) de la producción de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el intersalar boliviano. Sustainability analysis of quinoa production (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Bolivian intersalar. *CienciAgro* 2: 303-312.
- Michel AJ (2008). *Estudio de suelos del área productora de Quinoa Real, Altiplano Sur boliviano*. Fundación AUTAPO, Programa Quinoa – Altiplano Sur. Sucre, Bolivia. 159 p. Disponible en: www.infoquinoa.bo
- Miranda Casas R (2012). *Adubação orgânica em condições de irrigação suplementar e seu efeito na produtividade da quinoa (Chenopodium quinoa Willd) no planalto da Bolívia*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. 98 p.
- Ofstehage A (2010). *The gift of the middleman: an ethnography of quinoa trading networks in Los Lipez of Bolivia*. Master Thesis. Wageningen, The Netherlands, Department of Social Sciences, Wageningen University: 133 p. Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=1866330>
- Ofstehage A (2012). The construction of an alternative quinoa economy: balancing solidarity, household needs, and profit in San Agustín, Bolivia. *Agriculture and Human Values* 29: 441-454.
- Ostrom E (1990). *Governing the commons: the*

evolution of institutions for collective action. New York, USA: Cambridge University Press. 298 p.

Platt T (1995). Ethnic calendars and the market interventions among the Ayllus of Lipes during the nineteenth century. In: Larson B, Harris O, Tandeter E, eds. *Ethnicity, markets, and migration in the Andes: at the crossroads of history and anthropology*. Duke University Press. Durham, USA. pp. 259-296.

Pouteau R, S Rambal, J-P Ratte, F Gogé, R Joffre & T Winkel (2011). Downscaling MODIS-derived maps using GIS and boosted regression trees: the case of frost occurrence over the arid Andean highlands of Bolivia. *Remote Sensing of Environment* 115: 117-129.

Rojas W (2003). Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. *Food Reviews International* 19: 9-2.

Rojas W, coord. (2011). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Santiago, Chile, FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

Saignes T (1995). Indian migration and social change in seventeenth-century Charcas. In: Larson B, Harris O, Tandeter E, eds. *Ethnicity, markets, and migration in the Andes: at the crossroads of history and anthropology*. Duke University Press. Durham, USA. pp. 167-195.

Sherwin A (2011). The food fat that's starving Bolivia. 22 March 2011. *The Independent*. London, UK.

Soraide Lozano D (2011). *La Quinua real en el Altiplano Sur de Bolivia*. Documento técnico para la denominación de origen. Fundación AUTAPO. La Paz, Bolivia. 108 p. Disponible en: www.infoquinua.bo

Vassas Toral A (2011). *Ruralité et agriculture au prisme des mobilités spatiales. L'Altiplano Sud de Bolivie à l'heure du boom de la quinua*. Thèse de Doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3. Montpellier, France. 345 p. (en francés con resumen en castellano). Disponible en: <http://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00668162/>

Vieira Pak M (2012). *El auge de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia: transformaciones agrarias, discursos y tensiones socioambientales*. Tesis de

Doctorado, AgroParisTech. Paris, Francia. 454 p.

Winkel T (2013). *Quinua y quinueros*. IRD Editions. Marseille, Francia.

Winkel T, coord. (2011). *Para durar, cambiemos: paradojas y lecciones del éxito de la quinua*. Informe científico final del proyecto EQUECO - Emergencia de la quinua en el comercio mundial: consecuencias para la sostenibilidad social y agrícola en el altiplano boliviano. Montpellier, Francia, Cooperación Franco-Boliviana. ANR (Agencia Nacional de la Investigación, Francia), Proyecto ANR-06-PADD-011. CIRAD/CNRS/EHESS/INRA/IRD (coord.)/UM3. Disponible en: www.ird.fr/equeco

Winkel T, HD Bertero, P Bommel, M Chevarría Lazo, G Cortes, P Gasselin, S Geerts, R Joffre, F Léger, B Martínez Avisa, S Rambal, G Rivière, M Tichit, JF Tourrand, A Vassas Toral, JJ Vacher & M Vieira Pak (2012). The sustainability of quinoa production in southern Bolivia: from misrepresentations to questionable solutions. Comments on Jacobsen (2011, J. Agron. Crop Sci. 197: 390-399). *Journal of Agronomy and Crop Science* 198: 314-319.

Young OR (2010). Institutional dynamics: resilience, vulnerability and adaptation in environmental and resource regimes. *Global Environmental Change* 20: 378-385.

Zeven AC (1998). Landraces: a review of definitions and classifications. *Euphytica* 104: 127-139.

Zimmerer KS (1998). The ecogeography of Andean potatoes: versatility in farm regions and fields can aid sustainable development. *Bioscience* 48: 445-454.

Zurita-Silva A. et al. (2013). Chapter 2.8: Quinoa drought tolerance. In: Bazile D (ed.) *Estado del Arte de la Quinua en el Mundo*.



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