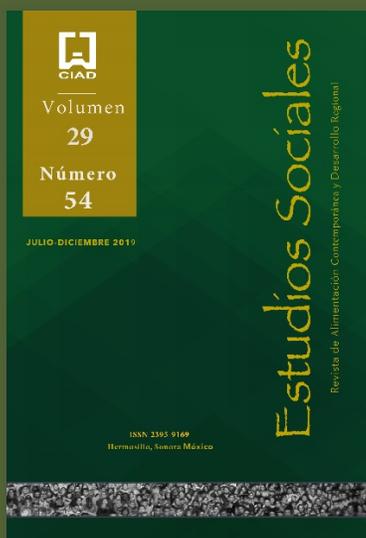


# Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional  
Volumen 29, Número 54. Julio - Diciembre 2019  
Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169



Insustentabilidad  
de la producción de quinua en Bolivia

The unsustainability  
of Bolivia's quinoa production

DOI: <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i54.807>  
PII: e19807

María Teresa Del Barco-Gamarra\*  
<https://orcid.org/0000-0002-7147-767X>  
Guillermo Foladori\*\*  
<https://orcid.org/0000-0002-7441-3233>  
Roberto Soto-Esquivel\*\*  
<https://orcid.org/000-0002-0960-9977>

Fecha de recepción: 17 de abril de 2019.  
Fecha de envío a evaluación: 09 de octubre de 2019.  
Fecha de aceptación: 29 de octubre de 2019.

\*Alumna del Doctorado en Estudios del Desarrollo.  
Universidad Autónoma de Zacatecas, México.  
Autora para correspondencia  
Preparatoria s/n  
Colonia Hidráulica  
Zacatecas, Zacatecas, 98068  
Tel. (492) 925 66 90. Ext 3501  
Dirección: [teresiiita@hotmail.com](mailto:teresiiita@hotmail.com)  
\*\*Universidad Autónoma de Zacatecas, México.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.  
Hermosillo, Sonora, México.



## Resumen / Abstract

**Objetivo:** Analizar los cambios que el boom de los precios de la quinua ha venido ocasionando en la zona Intersalar del altiplano boliviano. Se trata de la principal zona de producción de quinua de Bolivia y centro de una de las variedades más demandadas en el mercado mundial, que ha sufrido importantes transformaciones ecosistémicas y sociales en el lapso de un par de décadas. La peculiaridad radica en varias características relacionadas, entre otras: las propiedades alimenticias del grano que lo ha llevado a ocupar un lugar destacado en los movimientos por alimentación saludable; el proceso de repoblamiento de la zona, contrario a muchos otros casos donde la mecanización ha desplazado productores; y, el relativo monopolio ecosistémico de determinadas variedades que ha levantado la expectativa de considerar a la quinua dentro del criterio de soberanía alimentaria. **Metodología:** A partir del concepto de función ecosistémica se elaboran indicadores cuantitativos y cualitativos que permiten analizar datos obtenidos de tres trabajos de campo, de una amplia revisión bibliográfica y de la sistematización de estadísticas nacionales e internacionales. **Resultados:** Se destaca una tendencia a la insustentabilidad de la producción en la zona, cristalizada por la contaminación y el deterioro de los cuerpos de agua y del suelo en una zona de delicado equilibrio ecológico, y por el surgimiento de nuevos conflictos sociales centrados en la propiedad y formas de tenencia del suelo. **Limitaciones:** El periodo de un par de décadas no permite establecer si la degradación del suelo y cuerpos de agua es irreversible. **Conclusión:** Los cambios ecosistémicos en conjunción con los socio-económicos pueden ser irreversibles de no presentarse una política pública que desarrolle una estrategia integrada.

**Palabras clave:** desarrollo regional; quinua; función ambiental; sustentabilidad; Bolivia; soberanía alimentaria; campesinado.

**Objective:** To analyze the changes caused by the boom of quinoa prices in the Inter-salt flats region of the Bolivian Andean high plateau. Bolivia is main quinoa production zone, and the center of one of the most demanded varieties in the world market. This has been going through an important ecosystem and social transformation in the interval of a couple of decades. Its peculiarity lies in several related characteristics, among others. The food properties of the grain which has led it to reach a prominent place within the nutritive food movements; the process of re-population of the zone contrary to many other processes where mechanization depopulate; and, the relative ecosystemic monopoly of a certain varieties that has raised the expectation of considering quinoa within the criterion of food sovereignty. **Methodology:** Based on the concept of ecosystem function, quantitative and qualitative indicators were designed to analyze the results of three fieldworks, a comprehensive bibliographical review and the systematization of national and international statistics. **Results:** There is a trend towards unsustainability in the area. On one hand, crystallized by the contamination and deterioration of bodies of water and soil in an area of fragile ecological equilibrium. On the other hand, the emergence of new social conflicts centered on territory and land tenure. **Limitations:** The relatively short period of two decades does not allow to establishing if the erosion of soil and degradation of bodies of water are already irreversible. **Conclusion:** The ecosystem changes in conjunction with socio-economic ones may be irreversible if a public policy with an integrated strategy does not come up.

**Key words:** regional development; quinoa; ecosystem functions; sustainability; Bolivia; food sovereignty; peasantry.

## Introducción

**E**l artículo utiliza el concepto de función ecosistémica como instrumento para analizar los cambios que el bum de los precios de la quinua de las últimas décadas ha ocasionado en la zona Intersalar de Bolivia. El auge de precios ha provocado un proceso de recampesinización y expansión de la producción en una zona largamente expulsora de productores rurales. Lo que puede ser interpretado como un movimiento por la soberanía alimentaria y una alternativa a la agricultura capitalista de monocultivo podría mostrar lo contrario: insustentabilidad ambiental, concentración de los medios de producción y ruptura del tradicional sistema de producción denominado *ayllu*.

La quinua está presente en los principales supermercados del mundo. Este no era el caso antes de los años noventa, cuando sus propiedades alimenticias eran poco divulgadas y su presencia en el mercado restringida. El antes y el después se debe a una serie de factores, entre los cuales el ingreso del pseudocereal al mercado mundial es clave.<sup>1</sup> Antes, el grueso de la quinua era destinada al consumo doméstico, o negociado en mercados locales. Después, y actualmente, la mayor producción de quinua se destina a mercados internacionales. Antes, la producción de quinua se integraba a un sistema agro-pastoril de marcada connotación tradicional, con escaso cambio tecnológico y sin perspectivas de alterar el ecosistema. Después, la producción de quinua expande las áreas cultivadas, avanza sobre las pastoriles, quiebra el sistema agro-pastoril, redefine el proceso de producción, la diferenciación social y el destino del producto. Antes era la población rural y pobre de Bolivia la que consumía mayoritariamente la quinua.



Después, las clases medias y más acomodadas se convierten en las principales consumidoras del grano dirigido al mercado interno.

Dado su valor nutritivo, el origen ancestral de su cultivo y consumo, y la original estructura campesina en que se cultiva y su identificación con un mundo rural de supuesto equilibrio ecológico, la quinua puede ser considerada, a primera vista, como susceptible de integrar el concepto de *soberanía alimentaria*, desarrollado originalmente por el movimiento *Vía Campesina*<sup>2</sup> y luego utilizado por diversas corrientes de pensamiento, todas ellas críticas de la agricultura capitalista de monocultivo. Si a estos elementos se le agrega el hecho de que el bum de la quinua provoca un proceso de repoblamiento de las zonas productoras, tradicionalmente expulsoras de fuerza de trabajo, la imagen global podría catalogarse como de recampesinización y de un camino teóricamente exitoso donde la agricultura campesina muestra ser una alternativa a la agricultura capitalista de monocultivo. Aunado a estas características, la imagen tradicional del cultivo de la quinua sin agrotóxicos puede dar a pensar en un tipo de agricultura orgánica, cercana a la agroecología. Contra lo que podría considerarse a primera vista, las conclusiones de este artículo indican un proceso generalizado de insustentabilidad ambiental, de la mano con una fuerte diferenciación social que contradice cualquier imagen de recampesinización, soberanía alimentaria o agroecología y producción orgánica.

El artículo está estructurado en cuatro apartados, luego de su introducción que es el primero. El segundo da cuenta del bum de los precios internacionales de la quinua y la consecuente expansión de la producción. El tercer apartado agrupa los principales cambios provocados por el bum económico de la quinua, ordenados según las funciones ecosistémicas que el ambiente ofrece como servicio a productores y pobladores de la región. Se culmina con conclusiones generales de mayor tenor teórico y alcance político.

## Metodología

La investigación utiliza fuentes de información cuantitativas y cualitativas. Se utilizan censos nacionales, así como series estadísticas para identificar el bum de los precios de la quinua, el volumen de exportaciones, el destino comercial y su distribución geográfica, las variaciones en la explotación del suelo y los cambios en su población. Se realiza una amplia revisión bibliográfica de artículos científicos y

de referencias periodísticas que ilustran sobre casos concretos. También se realiza un trabajo de campo en la zona de producción y beneficiado de la quinua, en la región de Oruro, Bolivia, durante los años de 2016, 2018 y 2019. El año 2016 se realizan entrevistas semiestructuradas a tomadores de decisión en seis de las ocho empresas beneficiadoras de quinua ubicadas en la zona de estudio y registradas por la Universidad Técnica de Oruro para el proyecto gubernamental ProBolivia, a fin de evaluar la tendencia hacia la adopción de tecnología que permita disminuir el consumo de agua. Cinco plantas industriales permiten el acceso al estudio detallado del proceso de producción.<sup>3</sup> Adicionalmente se levantan encuestas a los pobladores de zonas circundantes a las beneficiadoras, con el objetivo de determinar el efecto de las descargas de efluentes sobre la salud y el paisaje. El cuadro siguiente muestra información en cuanto a la población encuestada.

Cuadro 1.

*Alcance y características de la población encuestada*

| Planta beneficiadora     | Localización  | Población circundante  | Pobladores que accedieron a la encuesta |
|--------------------------|---|--|---|
| Suma Juira               | Urbanización “Los Pinos”, zona periurbana de la ciudad de Oruro | Asentamientos urbanos irregulares (avasallamientos), escuela.                        | 25                                      |
| Bio Andes                |   |  |   |
| Quinua Boliviana del Sur | Periferia de la población rural Salinas de Garci Mendoza.       | Productores de quinua dispersos en grandes extensiones territoriales.                | 10                                      |
| EIPEA                    | Challapata, área rural  | Ciudad intermedia con población predominantemente ligada a la actividad agropecuaria | 15                                      |
| SINAI                    |   |  |   |
| Kinoa Live SRL           | Periferia de la población rural de Machacamarca                 | Población minera   | 10                                      |
| JATARI                   | Vito, área rural circundante a la ciudad de Oruro               | Asentamiento habitacional reducido (21 familias).                                    | 7                                       |



Se realizan análisis de laboratorio de los efluentes de plantas beneficiadoras en parámetros como turbidez, ph, alcalinidad, contenido de saponina, DBO, DQO, conductividad y otros, en el laboratorio de Aguas y Medioambiente correspondiente a la Facultad Nacional de Ingeniería de la Universidad Técnica de Oruro.

El segundo trabajo de campo, realizado en 2018, se orienta a determinar la transición de la actividad quinuera de una producción destinada al autoabastecimiento a otra dirigida al mercado. Se realizan entrevistas semiestructuradas a informantes clave que, además, forman parte de diferentes eslabones en la cadena productiva del grano, entre ellos: productores de quinua, tomadores de decisiones de las plantas beneficiadoras, y personal de proyectos financiados por el gobierno dirigidos a la investigación del cultivo.

El tercer trabajo de campo, efectuado en 2019, se concentra en recopilar información en cuanto a los efectos ambientales de la dinámica actual de producción de quinua, así como a las políticas públicas implementadas por el Estado y relacionadas con el cultivo del grano como actividad estratégica de la región. Se entrevista a expertos agrónomos especializados en el área y con amplia trayectoria en la actividad quinuera desarrollada en el Altiplano Sur. Adicionalmente, se logra acercamiento a funcionarios públicos de élite, como el presidente de la brigada parlamentaria de Oruro, el gerente del proyecto ProBolivia, representantes de los ministerios de agua y tierra y otros. Al mismo tiempo se visita la zona de cultivo evidenciando los efectos negativos sobre el suelo generados por el bum en los precios de quinua y se logran entrevistas semiestructuradas a productores del Altiplano Sur. Toda la información recabada fue triangulada con una amplia revisión bibliográfica y la sistematización de estadísticas nacionales e internacionales.

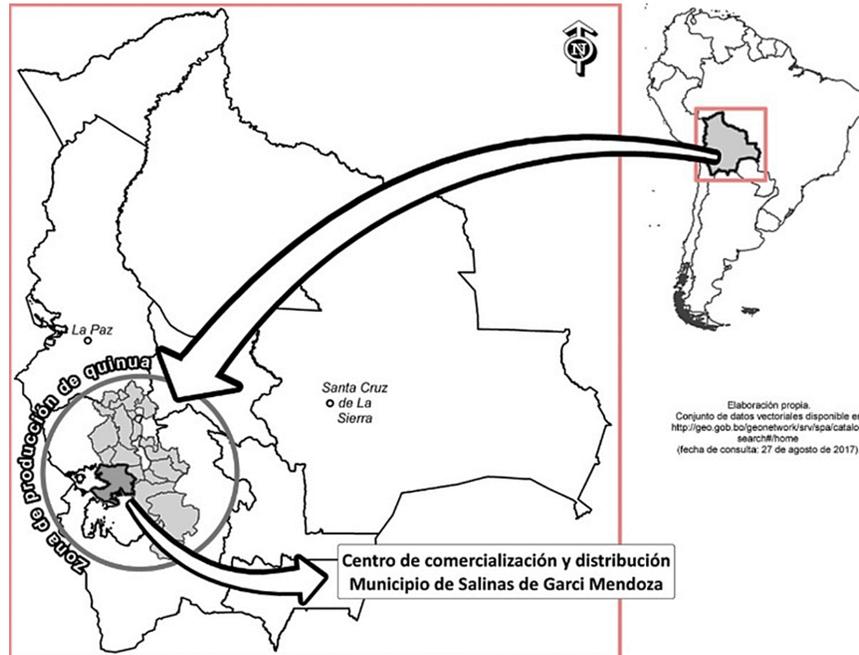


Figura 1. Localización del departamento de Oruro en Bolivia y principal municipio de comercialización y distribución de la quinua.

Fuente: elaboración propia con datos vectoriales disponibles en (GeoBolivia, 2019).

Para el análisis de la información se utiliza como marco teórico el concepto de función ecosistémica y los servicios prestados.

### La quinua y su boom económico

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), alimento ancestral de la zona andina de Sudamérica, florece en condiciones de intervalos bruscos de temperatura (-10°C a 25°C), heladas frecuentes, altitudes mayores a 3600 m.s.n.m, poco oxígeno, escasas de agua y suelo salino. Hasta los años ochenta, el grano era cultivado, básicamente, en países andinos, principalmente en Bolivia y Perú. Por sus cualidades nutricionales el cultivo se expande y llega a Estados Unidos, Europa, India y otras partes. Se estima que la quinua se cultiva actualmente en 60 países (Risi, Rojas y Pacheco, 2015). Aún así, de acuerdo con las Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación



(FAOSTAT, por sus siglas en inglés), Bolivia, Perú y Ecuador concentran 90 % de la superficie sembrada de quinua.

El bum de la exportación de quinua comienza, incipientemente, el segundo quinquenio de la década de los ochenta, con un pico en la segunda década de este siglo y como resultado del incremento de los precios internacionales (Figura 2).

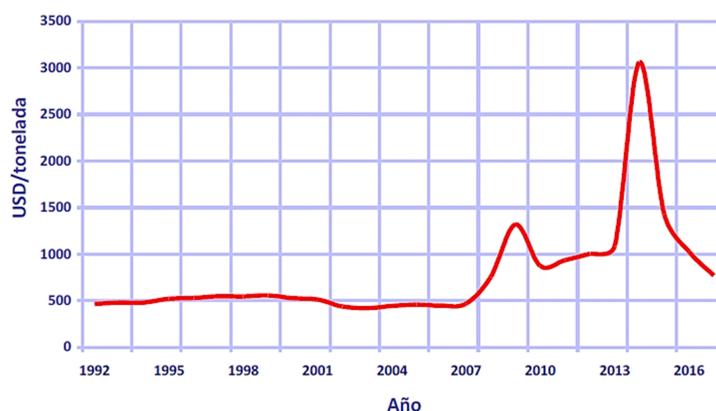


Figura 2. Evolución de los precios de la quinua boliviana pagos al productor 1991-2017 en dólares americanos por tonelada de grano.

Fuente: elaboración propia con datos de FAO (FAOSTAT, 2017).

La Figura 2 muestra el incremento exponencial de los precios de la quinua a partir del 2008-2009 y por un breve periodo, aunque desde los noventa los precios fueron en crecimiento frente a las décadas anteriores, lo cual se manifiesta en el inicio de las exportaciones por organizaciones económicas campesinas (OECA), como la Central de Cooperativas Agropecuarias Operación Tierra (CECAOT), una organización de productores de quinua creada en 1974 que inicia la exportación de *quinua real* a pequeña escala en 1984,<sup>4</sup> y la Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI) fundada en 1983.<sup>5</sup> Debe advertirse que a pesar de la caída en el precio desde 2016, sigue siendo superior al de la década de los noventa, cuando los precios permiten la expansión mundial de la producción y comercialización. Es aún muy temprano para saber si el aumento de la producción mundial y su expansión a decenas de países del mundo ha ocasionado una sobreproducción que llevará a revertir el movimiento de expansión en cantidad e intensidad.

Como resultado del incremento de la *fast food* y enfermedades asociadas (diabetes, obesidad y afecciones cardiovasculares) y de la expansión de los pesticidas y la agricultura química en general, surge una mayor conciencia sobre el papel de la alimentación en el desarrollo personal y crecen corrientes como el vegetarianismo, la agricultura orgánica, la agroecología o la búsqueda de alimentos libres de gluten, que ofrezcan garantías de salubridad e inocuidad y que, además, sean expresión de tradiciones culturales de valor ético reconocido. La quinua reúne características favorables a dichas tendencias. Es considerada un alimento saludable y tiene alto contenido proteínico (entre 14 % y 18 %), mayor a otros granos (Rojas, Risi, Pinto y Vargas, 2015) y aminoácidos esenciales que pueden sustituir proteína de origen animal, necesarios para lograr una buena salud. A diferencia de otros cereales, como el arroz y el trigo, cuya cáscara (exosperma del grano) concentra los aminoácidos y es removida antes de ser consumidos, la quinua los contiene en su núcleo y se consume el grano entero, junto con un alto contenido de fibras y carbohidratos de alta digestibilidad y ausencia de colesterol, con buena aceptación entre aquellos vegetarianos que se rehúsan a consumir suplementos alimenticios que complementen los requerimientos proteínicos presentes en la carne. Además, su historia y tradición cultural en la región andina son atractivas en términos éticos (Furche y Salcedo, 2014; Rojas et al., 2015). En las últimas dos décadas la quinua ha cambiado radicalmente su destino mercantil. De ser un producto prioritariamente dirigido al mercado interior se ha volcado hacia el mercado exterior. La Figura 3 da cuenta del destino mercantil de la quinua boliviana para 2017.

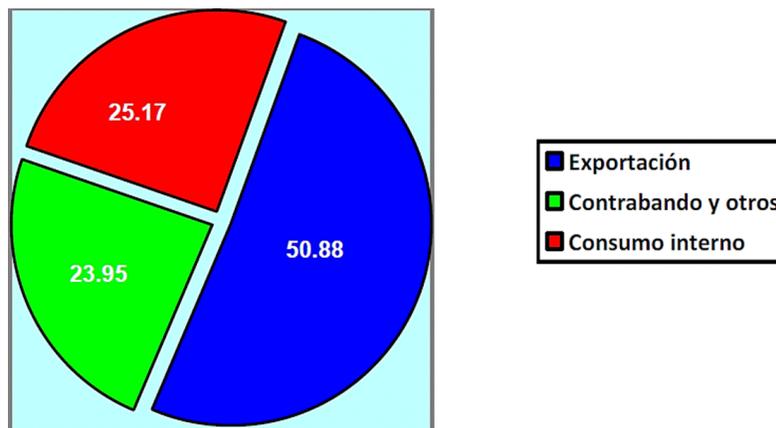


Figura 3. Porcentaje del mercado interno y externo de quinua en Bolivia 2017.

Fuente: elaboración propia con datos del Centro Internacional de la Quinua (2018).



Si se suman los porcentajes destinados al mercado exterior y el contrabando, que en su mayoría puede afirmarse que sale al Perú y de allí al mercado exterior, resulta que casi tres cuartas partes de la producción boliviana es para exportación. La parte destinada al mercado interior también cambia; de ser la población rural pobre la principal consumidora pasa a ser la clase media y alta boliviana el destino final. Según la FAO, la quinua ha presentado crecimiento en su aceptación, pues entre el 2009 y el 2013 se ha triplicado el consumo interno, pasando de 0,35 kg a 1,11 kg per cápita (AFSV, 2014). El bum de los precios tiene múltiples implicaciones ecosistémicas, sociales y económicas en Bolivia. Un apretado consolidado de ellas puede apreciarse si se las agrupa en torno a las funciones ecosistémicas de la región productora.

### **La producción de quinua en Bolivia y su impacto sobre las funciones ecosistémicas**

El concepto de función ecosistémica encierra dos ámbitos de análisis relacionados. Por un lado, refleja el funcionamiento interno del ecosistema (flujos de energía, nutrientes, recirculación, interacciones de la cadena alimentaria (de Groot, Wilson y Boumans, 2002).

Por otro lado, se identifica la función ecosistémica por los beneficios que ofrece a los humanos, como la producción de alimentos y de materia prima, la regulación de flujos de agua y su provisión, o la regulación de la calidad del aire (Crossman et al., 2013). No tiene sentido hablar de funciones ecosistémicas si no es por el papel que cumplen en el desempeño de la sociedad humana, sea directa o indirectamente. La literatura identifica cuatro funciones clave que los ecosistemas cumplen para el ser humano (Unión Europea, 2009):

*Funciones productivas.* El ambiente proporciona recursos y materia prima para el desarrollo de actividades económicas y es considerado la fuente básica de recursos renovables y no renovables, y que funcionan como un insumo para la economía.

*Funciones regulatorias.* El ambiente sustenta las actividades económicas, la vida humana y demás especies vivas para que puedan reproducirse en el tiempo. Estas funciones se relacionan con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos de soporte de vida a través de ciclos biogeoquímicos.

*Funciones de soporte.* El ambiente permite el asentamiento en el espacio de viviendas, sectores industriales, caminos, represas, parques, etc. Al mismo tiempo,

los sistemas naturales proveen refugio y hábitat para plantas y animales, y contribuyen a la conservación de la diversidad genética, biológica y de los procesos evolutivos (de Groot et al., 2002).

*Funciones de información y cultura.* La evolución humana tiene lugar en un contexto o hábitat; y los ecosistemas proveen una "función de referencia" esencial, contribuyendo al mantenimiento de la salud humana al otorgar oportunidades de recreación, reflexión, enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo y experiencias relacionadas con la estética y el arte (Andersen, 2007; de Groot et al., 2002). Así, cristalizan espacios de valor histórico o estético, que son considerados importantes culturalmente.

El concepto de función ecosistémica provee un instrumento analítico para estudiar los cambios en los ecosistemas desde el interés humano, como un servicio que brinda la naturaleza a la sociedad. Para efectos del presente estudio se considera la sustentabilidad ecológica como el conjunto de límites naturales establecidos por la capacidad de sustentación física, química y biológica que tiene el ambiente, de manera que las actividades humanas no deterioren irreversiblemente las propiedades y funciones de los procesos y componentes naturales (de Groot et al., 2002).

Las funciones ecosistémicas dependen del grado de desarrollo de las fuerzas productivas. El suelo, por ejemplo, es una función productiva para la agricultura, pero nuevas técnicas agronómicas como la hidroponía o el cultivo vertical llegan a hacer superfluo el servicio que aquella función brinda. Las funciones regulatorias, por su parte, pueden ser suplantadas en gran medida por el desarrollo tecnológico, como ocurre con la industria química tendiente a reducir el desperdicio de desechos. La función de soporte puede ser alterada por nuevas tecnologías en cuanto al espacio y la intensidad de uso. Por último, la función de información y cultura cambia permanente, y el caso de la quinua es un significativo ejemplo que demuestra la manera en que un producto con tradición cultural puede perder en pocas décadas su anclaje a las prácticas ancestrales.

Utilizar el concepto de función ecosistémica para analizar los cambios que genera el bum de la quinua en la región Intersalar boliviana permite distinguir ámbitos de la relación del ser humano con el ambiente externo, cuyo aislamiento teórico facilita entender cuáles son las distintas fuerzas sociales que alteran aquellos vínculos, aunque en la práctica ocurran de manera interrelacionada. El Cuadro 2 sistematiza un gran caudal de información disponible, obtenida de informes técnicos, trabajo de campo y literatura especializada, y que será explicada a

continuación. El mismo cuadro consolida las funciones ecosistémicas en sus renglones. Las columnas señalan indicadores que pueden ser medidos o bien aislados para su análisis cualitativo en el trabajo de campo; y una última columna expone sucintamente los impactos que tales ámbitos sufren a causa de fuerzas socio-económicas.

## Cuadro 2.

*Impacto de la reciente actividad quinuera sobre las funciones ecosistémicas en Bolivia*

| Funciones ecosistémicas | Indicadores  | Impactos  |
|-------------------------|--|---|
| <b>Productivas</b>      |  |   |
| Cultivo                 | Producción mercantil de quinua                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de áreas de pastoreo</li> <li>• Uso de agrotóxicos</li> <li>• Aumento de la frontera agrícola</li> <li>• Sobreexplotación del suelo</li> <li>• Erosión de suelos</li> <li>• Occidentalización de la dieta</li> </ul> |
| Beneficiado             | Consecuencia de las exigencias de los mercados internacionales | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso masivo de agua</li> <li>• Concentración de contaminantes</li> </ul>  |
| Efluentes               | Escarificado   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro del suelo.</li> </ul>  |
|                         | Efluente líquido   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de cuerpos de agua</li> </ul>  |
| <b>Regulatorias</b>     |  |   |
| Cultivo                 | Mono cultivo de quinua   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deforestación</li> <li>• Afectación al suelo</li> <li>• Reducción del control biológico</li> </ul>   |
| Beneficiado             | Sobreexplotación de rec. hídricos                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso masivo de agua en zona de escasez hídrica</li> </ul>   |
| Efluentes               | Residuos sólidos y líquidos                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación del ecosistema</li> </ul>  |
| <b>Soporte</b>          |  |   |
| Cultivo                 | Cambio demográfico   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Migración de retorno y migración de salida</li> </ul>  |
|                         | Tenencia y propiedad de la tierra                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disputa por propiedad de la tierra y límites</li> </ul>  |
| Beneficiado             | Acceso al agua   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos por el acceso al agua</li> </ul>  |
| Efluentes               | Residuos sólidos y efluentes líquidos                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación al área circundante</li> </ul>  |

| Información y cultura |  |  |
|-----------------------|--|--|
| Cultivo               | Producción mercantil de quinua                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptura del complejo quinua-camélido.</li> <li>• Disminución de consumo en las zonas productoras</li> </ul> |
| Beneficiado           | Mecanización del proceso de limpieza del grano | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación acústica y visual.</li> </ul>   |
|                       | Contaminación del aire                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposición a saponina suspendida en el aire<sup>6</sup></li> </ul>  |
| Efluentes             | Evacuación de efluentes                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectación al paisaje</li> </ul>  |

Fuente: elaboración propia con base en Rivera y Foladori, 2005), referencias a entrevistas con el Gerente General J. C. Medina Zeballos, 2016 y el Gerente de Operaciones de la Planta beneficiadora de quinua Bio-Andes y observaciones de trabajo de campo (2016, 2018).

Los puntos críticos en la cadena productiva de la quinua son la etapa de cultivo, la concentración del proceso de beneficiado, y la evacuación de efluentes provenientes del proceso de limpieza del grano; con ello se abarca lo esencial del ciclo de vida del producto en lo que a las funciones ecosistémicas respecta. A seguir se explica el cuadro, siguiendo el orden de sus renglones y celdas. En cuanto a los impactos sobre las *funciones productivas*, el elemento desencadenante es el aumento de los precios internacionales de la quinua (Figura 2), que repercute en una generalizada transición de pequeños productores con importante autoconsumo, al incremento de la producción mercantil. El Cuadro 2 resalta diez indicadores de cambio que este nuevo destino productivo ocasiona en el proceso de cultivo, en el beneficiado y en la emisión de efluentes.

La quinua avanza espacialmente sobre otras actividades productivas (e. g. papa, ganadería de pastoreo) con una clara tendencia hacia el monocultivo en respuesta al incremento en la demanda internacional manifiesta en el incremento de los precios (Carlos et al., 2014; Collyns, 2013; Furche y Salcedo, 2014; Kerssen, 2015; Risi et al., 2015). Se reduce el área de pastoreo y, por consecuencia, la actividad pastoril, afectando el equilibrio ecológico (e.g. disminución del abono orgánico) y presionando para la expansión del uso de agrotóxicos. Según Kolata (2009 Citado por Kerssen), el pastoreo de llamas es una importante actividad económica hasta la entrada de tractores en la actividad agrícola de la zona altiplánica en los años noventa, proveedora tradicional de abono en la región. El cambio del pastoreo al cultivo de quinua mecanizado ha generado una ruptura en el complejo “quinua-camélido” percibido en el elevado costo del estiércol animal,



consecuencia de la reducción del área y tiempo dedicado al pastoreo (Kerssen, 2015; Kolata, 2009).

En vista de la transformación de áreas de pastoreo extensivo en zonas de pastoreo intensivo se ejerce mayor presión sobre el suelo y sobre la flora remanente en el sector (Medrano Echalar y Torrico, 2009); con ello el suelo es afectado por deterioro cuantitativo (reducción física) debido a la erosión eólica e hídrica de la zona que, además, se intensifica por el manejo inadecuado del mismo, al disminuir el tiempo de barbecho. Se ha dado lugar, inclusive, a una producción continua en regiones donde los períodos de barbecho eran tradicionalmente de entre seis y ocho años (Rojas, Soto y Carrasco, 2004). El suelo es también afectado por un deterioro cualitativo (pérdida de la capacidad productiva) debido a la disminución de la fertilidad, como consecuencia del uso intensivo del suelo y el agotamiento de nutrientes, además de la mecanización en el proceso de preparación de la tierra a través de tractores y de arado de disco. Sumado a esto, la reducción de vegetación nativa que el uso del tractor conlleva, causa pérdida de nutrientes y desaparición de barreras naturales (Jacobsen y Sørensen, 2011; Walsh-Dilley, 2013).

La afectación sobre el rendimiento cualitativo y cuantitativo del suelo en la zona Intersalar puede evidenciarse a través de indicadores como el nivel de producción que ha disminuido de 22 qq/ha durante la década de los años noventa hasta 13 qq/ha a partir del año 2000 a la fecha (Pereira, 2019). Winkel et al (2012) sostienen que es equivocado suponer que la degradación de los suelos es resultado de los cambios productivos asociados al aumento de los precios de la quinua. Ellos introducen un argumento importante, que son los ciclos de años buenos y malos en términos agronómicos, manifestados en rendimientos productivos muy dispares y con independencia del tipo de proceso productivo utilizado. Además, señalan que sólo series estadísticas de mayor duración pueden dar indicadores apropiados de este proceso. Este argumento, aunque importante, contradice los autores que escriben con posterioridad, cuando los efectos de la producción mercantil de quinua sobre el ecosistema se han manifestado más visiblemente.

Los precios de la quinua se triplican entre el 2008 y el 2010; pero luego, en 2013, denominado Año Internacional de la Quinua se duplican, posiblemente debido a la publicidad del evento (Kerssen, 2015). Como consecuencia inmediata, la extensión de la frontera agrícola se duplica en solo cuatro años, pasando de 38 000 ha en el año 2000 a 72 000 ha en el año 2013, sin que esto se traduzca en una mejora del rendimiento por hectárea; al contrario, se percibe una disminución del

rendimiento de 6.45 qq/ha en el año 2000 a 5.90 qq/ha en el año 2011 (Foro Andino Amazónico de Desarrollo Rural, 2016).

Adicionalmente, se observa un cambio en los hábitos alimenticios de las comunidades productoras, anteriormente con importante índice de autoconsumo. Con el incremento de los precios los productores prefieren destinar la quinua al mercado, ya que pueden obtener mayor volumen de trigo, arroz y papa; el incremento en el poder adquisitivo da lugar a la occidentalización de la dieta (Collyns, 2013; Walsh-Dilley, 2013); mientras que los campesinos no productores se ven imposibilitados de pagar los altos precios (Collyns, 2013; Jacobsen, 2011; Walsh-Dilley, 2013). Algunos autores, sin embargo, sostienen que el aumento de los precios no ha ocasionado una disminución del autoconsumo por parte de sus productores (Winkel et al., 2012). Pero estos autores se refieren al periodo 2007-2008, mientras que los que aseguran que se ha producido un cambio en la dieta lo hacen en base al periodo 2011-2013, cuando los precios llegan a su pico máximo. Esta última opinión parece más coherente con la relativa elasticidad del consumo entre papa, arroz y quinua en la dieta campesina boliviana de la región.

Con el auge de la demanda internacional, los volúmenes de comercialización se incrementan, direccionando el cultivo y el beneficiado del grano hacia procesos mecanizados y tecnificados, que resultan en tiempos de entrega del producto final menores a los convencionales, y con el grano listo para ser consumido. A pesar de la modernización de dichos procesos, las técnicas tradicionales de cultivo y limpieza no cambian en esencia, simplemente se tecnifican algunas etapas. En la actualidad la quinua debe cumplir las exigencias comerciales de mercados internacionales en cuanto a homogeneidad de tamaño y color, contenido de humedad y otros parámetros. Como resultado, el proceso de limpieza aplicado en las plantas beneficiadoras demanda el uso masivo de agua en una zona de escasez hídrica con precipitación pluvial anual de entre 70-150 mm (Vargas y Sandy, 2017).

El proceso de limpieza del grano pasa por tres etapas coincidentes con los periodos de crecimiento comercial de la quinua. En la primera etapa, cuando la producción principal está dirigida al consumo interno, con volúmenes de pequeña escala y mínimas exigencias de calidad, el productor se limita a emparvar, trillar y ventear el grano antes de almacenarlo para su comercialización. Entonces la saponina y las otras impurezas son retiradas por el consumidor a través de reiteradas etapas de lavado manual o doméstico.



En la segunda etapa, cuando la producción comienza a dirigirse al mercado externo, los productores se ven obligados a realizar el lavado utilizando agua de ríos circundantes y secando el grano a la intemperie antes de ser comercializado. Debido a las exigencias del mercado en cuanto a calidad y cantidad de quinua para exportación, las OECAs apoyadas por organismos internacionales como la Unión Europea, generan en 1989 la primera tecnología industrial de beneficiado de quinua real por vía mixta, técnica que se caracteriza por un proceso de escarificado seguido de un proceso de lavado y otro de secado, acciones combinadas con varias etapas de clasificado del grano. Es así que aparece un nuevo actor en la cadena productiva de la quinua, tecnificando la limpieza del grano a través de las plantas beneficiadoras. Esta tecnología es utilizada por el conjunto de plantas beneficiadoras del grano de la región.

En la tercera etapa, con el bum de la quinua del 2013, se busca desarrollar nuevas tecnologías que permitan optimizar los parámetros de producción y economizar insumos, particularmente el volumen de agua de lavado. Una de las investigaciones es la presentada por el Centro de Promoción en Tecnología Sostenible CPTS, que aprueba un método patentado de tecnología de producción más limpia para el beneficiado del grano de quinua. Otra investigación basa sus estudios en procedimientos de lavado con vapor de agua.

En la etapa de escarificado, o limpieza en seco, se genera un polvo fino con alto contenido de saponina, que generalmente queda expuesto al ambiente o es incinerado, causando afectaciones respiratorias y contaminación del suelo. De manera similar, la etapa de limpieza en húmedo genera efluentes líquidos cargados de saponina que son evacuados a cuerpos de agua circundantes, contaminándolos.

Los impactos sobre las *funciones regulatorias* se cristalizan en el Cuadro 2 en seis principales indicadores. Se observa que el monocultivo de quinua afecta el frágil ecosistema del altiplano, caracterizado por suelos arenosos, volcánicos, con alta salinidad, escasez de materia orgánica, y baja retención de humedad, que se refleja en una reducida cantidad de macro y micro nutrientes (Jacobsen y Sørensen, 2011). Tradicionalmente eran las laderas de los cerros las que albergan el cultivo del grano, mientras que la actividad pastoril se desarrolla en las planicies, donde los rebaños de llamas pueden encontrar pastizales. La dificultad del uso del arado mecánico en los cerros da lugar a que los cultivos se trasladen a las planicies, reduciendo la actividad de pastoreo e intensificando la explotación por unidad de suelo (Jacobsen y Sørensen, 2011).

El auge del cultivo del grano ocasiona la deforestación de áreas de especies endémicas como la Thola (*Baccharis dracunculifolia* DC), una planta característica de la región que cumple un papel esencial al mantener el equilibrio ambiental evitando la erosión, sirviendo de cobijo a animales pequeños e insectos y regulando las lluvias, y formando parte del conjunto de especies consideradas como controles biológicos (Franco, 2017; G. Medina Zeballos, 2018; Pereira, 2019; Zeballos Castellón, 30 de marzo). La sobreexplotación del suelo provocada por el monocultivo reduce la cobertura natural tendiendo a la desertificación. La falta de flora aumenta la temperatura del suelo y se reduce la evapo-transpiración natural, por consiguiente, el suelo absorbe la humedad del aire que le rodea en su búsqueda natural de equilibrio de masas, con lo cual baja la presión atmosférica provocando la elevación de masas de aire seco y, por tanto, la disminución de precipitaciones pluviales en el sector. Además, la utilización de arados de disco y maquinaria de siembra afloja la tierra y crea entornos favorables para la propagación de plagas (Jacobsen, 2011), dando lugar al incremento del uso de pesticidas químicos para compensar. Se extiende el uso de la Cipermetrina, un piretroide sintético usado en actividades agrícolas a gran escala como pesticida, con efecto neuro-tóxico en los insectos (Galab, 2017; National Organic Program, 2011; Stenn, 2016); con ello se deja de lado el uso de métodos tradicionales de control de plagas.<sup>7</sup>

El aumento en la cantidad de abono orgánico por hectárea es otro indicador del proceso de erosión y pérdida de capacidad de regulación del suelo. Tradicionalmente se aplica estiércol solamente en los años potencialmente malos, en cantidades de 6 a 8 toneladas por hectárea, ahora se aplica todos los años de 20 a 30 toneladas por hectárea. La preocupación por el impacto del cultivo intensivo de quinua se manifiesta también a nivel gubernamental. El Banco de la Unión (banco estatal) tiene un programa de crédito para productores de quinua que demuestren combinar las actividades de cultivo de quinua con ganado camélido (Pereira, 2019).<sup>8</sup> Dado el incremento en el volumen de quinua destinada a la exportación y los requerimientos de calidad y limpieza exigidos por los mercados internacionales, la demanda de agua para el proceso de beneficiado es considerada como causa de sobreexplotación del recurso, afectando de esta manera el equilibrio ecológico. Beneficiadores calculan la utilización para el beneficiado en 3 500 litros de agua por tonelada métrica de quinua (G. Medina Zeballos, 2018).

Con el advenimiento del auge comercial del grano, residuos sólidos y líquidos evacuados por las beneficiadoras empiezan a afectar el equilibrio medioambiental



del ecosistema altiplánico. La forma de consumo tradicional en pequeña escala no exige un proceso de beneficiado o limpieza a fondo, los procedimientos son realizados de manera primaria por el productor y concluidos de manera doméstica por el consumidor. Los volúmenes de quinua producidos y consumidos por el mercado regional son pequeños y se manejan en distintos puntos del espacio de producción; por tanto, no se percibe un impacto severo sobre el ambiente. El auge mercantil de la quinua conduce a procesos tecnificados que garanticen características de calidad y volumen. Consecuentemente, se concentran volúmenes del grano en las empresas beneficiadoras que utilizan grandes cantidades de agua y evacuan volúmenes considerables de residuos, con evidente impacto sobre el ambiente.

La *función de soporte* se ve impactada por varios factores, que en el Cuadro 2 aparecen consolidados en cuatro indicadores. La producción mercantil de quinua ha estimulado la migración de retorno temporal a comunidades antes semidespobladas, causando choques generacionales y culturales entre los denominados *estantes*, o pobladores que han permanecido en su comunidad, y aquellos denominados *residentes*, quienes por diferentes motivos dejan su comunidad sin abandonar sus tierras. Esta dinámica ocasiona conflictos por la tenencia y la propiedad de la tierra dentro y fuera de las comunidades productoras (Kerssen, 2015). Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2019), el censo de 2012 comparado con el censo de 2001 revela que la tasa promedio de crecimiento anual de la población en las ocho principales provincias de producción de quinua en el Altiplano Sur es igual a 19,25 %, mientras que la tasa nacional de crecimiento poblacional rural alcanza solo el 0,5 % y la de crecimiento poblacional urbana es de 2,4 %. Además, al incrementarse el poder adquisitivo de los productores, algunos abandonan su comunidad para instalarse en espacios urbanos que puedan ofrecer mejores condiciones de vida.

El Servicio Local de Acueductos y Alcantarillado de Oruro (SELA) no abastece del servicio a las plantas beneficiadoras de la ciudad, razón por la que se buscan fuentes alternativas como pozos, compitiendo por el acceso al agua con la población circundante. Plantas beneficiadoras ubicadas en la zona industrial periférica de la ciudad de Oruro, localizadas en medio de una población sin conexión al servicio, acceden a carros cisternas para abastecer de agua el proceso. Existe también trasvase de agua desde poblaciones ubicadas en zona de escasez hídrica, lo que ocasiona conflictos por el acceso al agua. El volumen de escarificado con alto contenido de saponina expuesto al medio ambiente,



enterrado o incinerado, causa contaminación en el área de exposición, convirtiéndose en una amenaza a la salud de la población circundante.

Respecta a los impactos de las *funciones de información y cultura*, que en el sistematizados en el Cuadro 2 en cuatro indicadores, se ve que durante milenios se consolidan sociedades pastoriles políticamente independientes, que en su recorrido de norte a sur sobre el corredor altiplánico con rebaños de llamas, intercambian ideas y productos<sup>9</sup> con poblaciones agrícolas y pesqueras. Se desarrollan relaciones de parentesco entre pastores y socios comerciales sedentarios. Éstas son afectadas por el incremento en el precio de la quinua, desarticulando el complejo quinua-camélido al reducirse el área de pastoreo y cambiar al cultivo de quinua.

La quinua forma parte de la dieta de comunidades productoras, en un contexto de alimento despreciado por la clase media y alta de Bolivia debido su origen indígena. La producción mercantil del grano lleva a que disminuya el consumo en la región, transformándose en un alimento demandado por nichos de mercado específicos, particularmente en países desarrollados, aunque también crecientemente por las clases medias bolivianas. El uso de máquinas en el proceso de beneficiado causa una inevitable contaminación acústica que afecta a la población circundante. Ante la falta de legislación y control eficiente por parte del estado, no existe una regulación efectiva para el asentamiento industrial. Es así que algunas plantas procesadoras de quinua se encuentran en áreas periféricas, pero otras están ubicadas en áreas destinadas a vivienda, rodeadas por población civil, causando problemas de convivencia entre los agentes industriales y la comunidad (Del Barco, 2016, 2018, 2019). Un factor que ocasiona conflictos entre la industria y la población se debe a la evacuación de efluentes que provocan cambios en el paisaje, debido a que las descargas son evacuadas directamente al exterior de las plantas que no cuentan con sistema de drenaje y/o alcantarillado. Por el grado de contenido orgánico y la demanda de oxígeno del efluente, éste se descompone provocando emisión de olores que afectan a los pobladores (Medina Zeballos, 2016). Otro factor generador de desencuentros se debe al polvo fino (saponina suspendida en el aire) proveniente del proceso de limpieza en seco. Este efluente es difícil de controlar por sus características físicas, y es responsable de afecciones respiratorias y oculares.

La importancia del análisis de las funciones ecosistémicas en un contexto de grandes cambios en un corto plazo de tiempo debe ser cuestionado en función de su potencial reversibilidad. Es correcto interpelar si la caída de los precios a partir de 2015 puede significar una “vuelta atrás”, a la situación anterior a los años



ochenta; o, por el contrario, algunas de las transformaciones son ya irreversibles. La primera reflexión frente al cuestionamiento anterior es que el proceso de expansión y consolidación de la quinua en la zona en estudio de Bolivia no implica cambios tecnológicos sustanciales a nivel del proceso productivo en sentido estricto. Sin embargo, en un sentido más amplio, combinando las diversas funciones ecosistémicas el impacto parece ser sustancial. Así, por ejemplo, destaca la masiva introducción del arado de disco, a fin de optimizar la conservación de humedad necesaria para el cultivo. Pero, esta herramienta debiera ser de uso restringido, y no es recomendada por las normas de agricultura orgánica, puesto que favorece la erosión eólica al sobrepasar la capa arable o efectiva del terreno (Orsag, 2010, 2012; Pereira, 2019). La expansión del uso del tractor resulta prácticamente irreversible, dado el ahorro de fuerza de trabajo y costos asociados, aunque es discutible el grado en que sea causa de una sustantiva erosión del suelo (Winkel et al., 2012). También requiere de un largo periodo de tiempo revertir el avance del cultivo sobre el área de pastos que desplaza a las llamas, aunque esto es potencialmente reversible dado el pastoreo sin confinamiento. No obstante, debido a este fenómeno, el abono orgánico (estiércol de llama), insumo imprescindible para el cultivo, escasea, y se encarece, incrementando el costo de producción y presionando para el uso de agroquímicos.

La segunda reflexión sobre la posibilidad de reversibilidad del proceso es sobre el beneficiado de la quinua. Éste pasa a concentrarse, pero la maquinaria que se utiliza es elemental, los costos asociados a la instalación de beneficiadoras son relativamente bajos y ya descontados para aquellos que las introdujeron antes de 2011-2013 cuando se dio el pico de los precios. El problema en el beneficiado es la degradación y contaminación de los cursos de agua, por la concentración espacial de la saponina. Es difícil estimar hasta dónde el grado de avance del beneficiado mecanizado ha hecho irreversibles los servicios ecosistémicos que los cursos de agua brindan.<sup>10</sup> El resto de las funciones ecosistémicas, las regulatorias, de soporte y de información y cultura dependen directamente de las productivas, aunque reaccionan con diferentes ritmos. Así, por ejemplo, el control biológico alterado por la mecanización y la ruptura de la interrelación camélido-cultivo desata nuevas interrelaciones a nivel orgánico no necesariamente reversibles, aún con una reducción del área e intensidad del cultivo.



## Conclusiones

La transición de un producto agrícola mayormente de autoconsumo, entre una población rural pobre con limitado acceso al suelo a medios de producción y al mercado, hacia una producción agrícola prioritariamente destinada al mercado exterior causa un cambio radical, tanto en el ecosistema como en los aspectos socio-económicos y culturales. El caso de la quinua es elocuente en términos teóricos y de enseñanzas políticas por varias razones. Primero, porque se trata de un cambio en la orientación mercantil del producto, antes que en un cambio de cultivo. Segundo, porque el cambio se identifica, al menos aparentemente, con una producción sustentable, tanto en términos agroecológicos como sociales y económicos; ya que la quinua tiene propiedades intrínsecas de alto nivel nutritivo, y remite en el ideario del consumidor a prácticas ancestrales y alimento orgánico saludable. Tercero, porque dado el hecho de que su producción tradicionalmente restringida a una limitada zona de Sud América, los países productores pueden enarbolar la bandera de la soberanía alimentaria, si integran la producción de quinua a una política idónea. Nada de esto corresponde, sin embargo, con el resultado de los cambios que el bum de la quinua provoca en la zona Intersalar boliviana. Los numerosos cambios ecosistémicos provocados por el auge en la producción de quinua tienen su cenit en la contaminación y agotamiento de cursos de agua y la desertificación del ecosistema, debido a la concentración geográfica del proceso de beneficiado, el uso intensivo del suelo y el avance de los agroquímicos en la producción del grano; a la par, este proceso ha desatado numerosos y nuevos conflictos sociales.

Ligado a los cambios ecosistémicos están los provocados en la población productora y consumidora. El aumento de los precios de mercado provoca, inevitablemente, una tendencia a la concentración de la producción, el beneficiado y la comercialización, muy distante de la tradicional producción de quinua dirigida al autoconsumo, donde la competencia mercantil es restringida. Aunado a este hecho está la expansión mundial de la producción de quinua a países nuevos, con lo cual se pone en riesgo la posibilidad de que los países originarios mantengan el histórico monopolio del producto, a pesar de Bolivia ser el único productor del ecotipo denominado *quinua real*. El resultado de estos procesos constituye una alerta para la política agrícola y ambiental de los países productores, que ven lo que era un monopolio original estratégico transformarse en la causa de una generalizada insustentabilidad regional cruzada de conflictos sociales.



## Notas al pie:

<sup>1</sup> La quinua es un pseudocereal puesto que no pertenece al grupo de las gramíneas donde están incluidos los cereales. Sin embargo, sus propiedades y usos son similares (Espores, 2014).

<sup>2</sup> Movimiento mundial de coordinación de organizaciones campesinas. “El concepto de soberanía alimentaria fue desarrollado por *Vía Campesina* y llevado al debate público con ocasión de la Cumbre Mundial de la Alimentación en 1996, y propone una alternativa a las políticas neoliberales” (La Vía Campesina, 2003). Véase una discusión de los diferentes aspectos del concepto en (Alonso-Fradejas, Borrás Jr, Holmes, Holt-Giménez y Robbins, 2015).

<sup>3</sup> Se miden parámetros de operación entre ellos caudales de ingreso de agua y de salida de efluentes, temperatura de proceso, tiempo de operación, etc. Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo (Del Barco, 2016).

<sup>4</sup> Un grupo de variedades conforman lo que se conoce como “Quinuas Reales”, propias del Altiplano sur de Bolivia. Se caracterizan por tener un grano grande muy apreciado en el mercado de exportación (Laguna, Cáceres, y Carimentrand, 2006; J. C. Medina Zeballos, 2018; Pereira, 2019; Risi, Rojas y Pacheco, 2015).

<sup>5</sup> La CECAOT agrupa 14 cooperativas productoras de *quinua real* del Altiplano Sur de Bolivia (Institut de Recherche pour le developpement, 2008); la ANAPQUI fue creada luego del primer congreso nacional de productores de quinua, realizada en La Paz, Bolivia en 1983 (ANAPQUI, 2019).

<sup>6</sup> La saponina es un antinutriente adherido al grano de quinua. Los efluentes cargados con este componente (mezcla de agua y escarificado) son de alta demanda de oxígeno. Las descargas del beneficiado de quinua reducen la cantidad de oxígeno que necesitan plantas y animales acuáticos. La descomposición del residuo en polvo en su contacto con el agua produce olores desagradables y afectaciones sobre el paisaje.

<sup>7</sup> Como las trampas de luz que, mediante dispositivos luminiscentes atraen físicamente a los insectos para capturarlos y eliminarlos.

<sup>8</sup> Se exigen 10 llamas por hectárea de quinua cultivada.

<sup>9</sup> Sal, carne, fibra animal, papas, hortalizas, coca y pescado.

<sup>10</sup> Las primeras plantas beneficiadoras corresponden a CECAOT y ANAPQUI, ambas financiadas a fondo perdido por la Unión Europea a través del Programa de Desarrollo Campesino. Entre los años 2000 y 2010, una planta beneficiadora de quinua de capacidad media (4tn/día a 5tn/día) tiene un costo aproximado de 70 000 USD, recuperable en 2 años de funcionamiento. A partir del 2010 las exigencias de calidad y los volúmenes requeridos por el mercado externo conducen a la adquisición de equipos más sofisticados (selectores ópticos y despedregadores), sobre todo de origen extranjero (muchas plantas beneficiadoras hasta entonces habían adquirido equipos construidos y adaptados en territorio nacional), duplicando el precio de instalación. Es importante hacer notar que el gobierno financia plantas beneficiadoras para las cooperativas de productores, de las cuales 16 no realizan la operación por diferentes motivos (una de las últimas corresponde al proyecto ProBolivia,

2014-2015 instalada en la Facultad de Agronomía de la Universidad Técnica de Oruro, con financiamiento del Impuesto Directo a los Hidrocarburos) (Del Barco, 2018; Laguna et al., 2006; G. Medina Zeballos, 2019; J. C. Medina Zeballos, 2019).

## Bibliografía

- AFSV. (2014). Quinoa y territorio nuevos desafíos: Gobernanza local y producción sostenible de la Quinoa Real en Bolivia. (Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières). La Paz, Bolivia.
- Alonso-Fradejas, A., Borrás Jr, S. M., Holmes, T., Holt-Giménez, E., y Robbins, M. J. (2015, abril). Food sovereignty: convergence and contradictions, conditions and challenges. *Third World Quarterly*, 36(3), 431-448. <https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1023567>
- ANAPQUI. (2019). ANAPQUI. Asociación Nacional de Productores de quinoa. Recuperado a partir de <https://anapqui.org.bo/#quienes>
- Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustain Sci*, (2), 133-140. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>
- Centro Internacional de la Quinoa. (2018). Reporte estadístico de la quinoa CIQ agosto 2018. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Recuperado a partir de <http://www.ciq.org.bo/images/documentos/Reporte%20Estadistico%20de%20Quinoa%20CIQ%20Agosto2018.pdf>
- Collyns, D. (2013, enero). Quinoa brings riches to the Andes. *The Guardian*. La Paz. Recuperado a partir de <https://www.theguardian.com/world/2013/jan/14/quinoa-andes-bolivia-peru-crop>
- Crossman, N. D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., Drakou, E. G., et al. (2013). A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services*, 4, 4-14. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.02.001>
- Del Barco Gamarra, M. T. (2016). Visita plantas beneficiadoras de quinoa en Oruro, Bolivia. Trabajo de campo 1.
- Del Barco Gamarra, M. T. (2018, Enero). Visita sector productivo, Salinas de Garci Mendoza, Machacamarca, Challapata. Trabajo de campo 2.
- Del Barco Gamarra, M. T. (2019). Entrevista a funcionarios y autoridades de instituciones relacionadas con la producción y comercialización de quinoa en Bolivia. Trabajo de campo 3.

- Espores. (2014, enero 13). ¿Qué son los pseudocereales? Espores. Universidad de Valencia. Recuperado marzo 28, 2019, a partir de [http://espores.org/es/?option=com\\_k2&view=item&id=487:qu%25C3%25A8s%25C3%25B3n-els-pseudocereals%3F&Itemid=5&lang=es](http://espores.org/es/?option=com_k2&view=item&id=487:qu%25C3%25A8s%25C3%25B3n-els-pseudocereals%3F&Itemid=5&lang=es)
- FAOSTAT. (2017). Quinoa: crops production and producers price annual. Metadatos FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#search/quinoa>
- Foro Andino Amazónico de Desarrollo Rural. (2016, julio 28). Conversatorio en los Andes: el monocultivo de quinoa es insostenible social y ambientalmente: AGRO Noticias. [http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/es/c/181104/?dyna\\_fef%5Bbackuri%5D=21178](http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/es/c/181104/?dyna_fef%5Bbackuri%5D=21178). Recuperado septiembre 12, 2016, a partir de [http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/181104/?dyna\\_fef%5Bbackuri%5D=21178](http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/es/c/181104/?dyna_fef%5Bbackuri%5D=21178)
- Franco, E. (2017, de abril). Cultivo de quinoa y praderas nativas atacadas por plaga. *Chipaya*. Comunal, . Recuperado a partir de <http://chipaya.org/?p=962>
- Furche, C., Jara, B., Olguín, P., Jhonston, S., Fernandez Buitrón, Correa, F., Delgrosso, L., et al. (2014). Tendencias Y Perspectivas Del Comercio Internacional De Quinoa (p 46). Santiago: FAO-ALADI. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i3583s.pdf>
- Furche, C., y Salcedo, S. (2014). Comercio internacional de quinoa. En Didier Bazile (Ed.), Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013 (pp 376-393). Montpellier, Francia: FAO (Santiago de Chile) y CIRA. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i4042s.pdf>
- Galab, L. G. (2017). Análisis de cipermetrina presente en el grano de Quinoa (Análisis de pesticidas No. P2017102999) (p 1). Hamburgo, Alemania: Planta beneficiadora de quinoa en Oruro Bolivia.
- GeoBolivia. (2019). Catálogo GeoBolivia: Metadatos. Recuperado a partir de <https://geo.gob.bo/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>
- de Groot, R. S., Wilson, M. A., y Boumans, R. M. J. (2002). A topology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- INE. (2019). Estadísticas demográficas. Instituto Nacional de Estadística. Recuperado a partir de <https://www.ine.gob.bo/index.php/demografia/introduccion-2>
- Institut de Recherche pour le developpement. (2008, julio 1). Central de Cooperativas Agropecuarias Operación Tierra. CECAOT. Recuperado a partir de <https://www.ird.fr/queco/spip.php?article195>

- Jacobsen, S.-E., y Sørensen, M. (2011). The Situation for Quinoa and Its Production in Southern Bolivia: From Economic Success to Environmental Disaster. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 197(5), 390-399. doi:10.1111/j.1439-037X.2011.00475.x <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2011.00475.x>
- Kerssen, T. M. (2015). Food sovereignty and the quinoa boom: challenges to sustainable re-peasantisation in the southern Altiplano of Bolivia. *Third World Quarterly*, 36(3), 489-507. doi:10.1080/01436597.2015.1002992 <https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1002992>
- Kolata, A. L. (2009). Quinoa: Production, consumption and social value in historical context. Presentado en Lasa 2009, University of Chicago-Department of Anthropology.
- La Vía Campesina, M. campesino internacional. (2003, de enero). ¿Que significa soberanía alimentaria? Recuperado a partir de <https://viacampesina.org/es/quignifica-soberanalimentaria/>
- Laguna, P., Cáceres, Z., y Carimentrand, A. (2006). Del altiplano sur boliviano hasta el mercado global: coordinación y estructuras de gobernanza en la cadena de valor de la quinua orgánica y del comercio justo. *Agroalimentaria*, (22), 65-76.
- Medina Zeballos, G. (2018, febrero). El proceso de beneficiado de quinua en Oruro.
- Medina Zeballos, G. (2019, marzo 31). Costo de implementación plantas beneficiadoras.
- Medina Zeballos, J. C. (2016, febrero). Adopción de tecnología para el beneficiado de quinua en Oruro Bolivia.
- Medina Zeballos, J. C. (2018, junio). La cadena productiva de la quinua en Oruro.
- Medina Zeballos, J. C. (2019). Cronología en el proceso de beneficiado de quinua en Bolivia.
- Medrano Echalar, A. M., y Torrico, J. C. (2009). Consecuencias del incremento de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano sur de Bolivia. *JOURNAL de CIENCIA y TECNOLOGIA AGRARIA*, 1(4), 116-122.
- National Organic Program. (2011, julio 22). Prohibited pesticides for NOP residue testing. NOP. Recuperado a partir de <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/NOP-2611-1-ProhibitedPesticidesforNOPResidueTesting.pdf>
- Orsag, V. (2010). El recurso suelo. Bolivia. Recuperado a partir de [https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://jasyrenyhe.com/fobomade/wp-content/uploads/sites/10/2016/11/El\\_recurso\\_suelo2010.pdf&hl=en](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://jasyrenyhe.com/fobomade/wp-content/uploads/sites/10/2016/11/El_recurso_suelo2010.pdf&hl=en)
- Orsag, V. (2012, de agosto). El cultivo de quinua bajo las condiciones actuales es insostenible. BiodiversidadLA. Recuperado a partir de [http://www.biodiversidadla.org/Documentos/El\\_cultivo\\_de\\_quinua\\_bajo\\_las\\_condiciones\\_actuales\\_es\\_insostenible](http://www.biodiversidadla.org/Documentos/El_cultivo_de_quinua_bajo_las_condiciones_actuales_es_insostenible)
- Pereira, R. (2019, febrero). Impactos de la producción de quinua en el Altiplano Sur de Bolivia. Agrónomo experto en el área quinuera. Oruro.
- Risi, J., Rojas, W., y Pacheco, M. (2015). Producción y mercado de la quinua en Bolivia. La Paz, Bolivia: IICA, oficina en Bolivia.



- Rivera, P., y Foladori, G. (2005, julio). Las funciones ambientales en zacatecas. La jornada, 1-11. Zacatecas.
- Rojas, W., Risi, J., Pinto, M., y Vargas, A. (2015). Propiedades nutricionales de la quinua. Producción y Mercado de la quinua en Bolivia (pp 157-208). La Paz, Bolivia: IICA.
- Rojas, W., Soto, JL., y Carrasco, E. (2004). Study on the social environmental and economic impacts of quinoa promotion in Bolivia (PROIMPA Foundation.). La Paz.
- Stenn, T. (2016, diciembre). A visit to Bolivia`s largest quinoa processing plant. A visit to Bolivia`s largest quinoa processing plant. Recuperado a partir de <http://www.tamarastenn.com/2016/12/day-2-a-visit-to-bolivialargest-quinoa-processing-plant/>
- Unión Europea. (2009, septiembre). Bienes y servicios ecosistémicos. Publicaciones Unión Europea. Recuperado a partir de [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Ecosystems%20goods%20and%20Services/Ecosystem\\_ES.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Ecosystems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_ES.pdf)
- Vargas, M., y Sandy, A. (2017). Tecnologías de manejo de suelos agrícolas en region del intersalar del altiplano boliviano/ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. La Paz, Bolivia: IICA .
- Walsh-Dilley, M. (2013). Negotiating hybridity in highland Bolivia: indigenous moral economy and the expanding market for quinoa. *Journal of Peasant Studies*, 40(4), 659-682. doi:10.1080/03066150.2013.825770 <https://doi.org/10.1080/03066150.2013.825770>
- Winkel, T., Bertero, H. D., Bommel, P., Bourliaud, J., Chevarría Lazo, M., Cortes, G., Gasselin, P., et al. (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): Sustainability of Quinoa Production in Southern Bolivia. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198(4), 314-319. doi:10.1111/j.1439-037X.2012.00506.x <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2012.00506.x>
- Zeballos Castellón, G. (30 de marzo). Control biológico de plagas en la zona intersalar de Oruro, Bolivia.