

## Los arbustos nativos y las perspectivas de su contribución a la sostenibilidad de la producción de quinua

Alejandro Bonifacio; Genaro Aroni;  
Milton Villca; Miriam Alcon; Patricia Ramos; Liz Chambi

*Trabajo financiado por: DANIDA; Fundación McKnight; Fundación PROINPA*

*E mail: a.bonifacio@proinpa.org*

**Resumen.** Las cifras de producción de quinua que presenta el Ministerio de Agricultura en Bolivia, en los últimos 10 años, indican que los rendimientos promedio en el país no superan los 600 kg/ha y el incremento de la producción está determinado por la expansión de la frontera agrícola. Cuando se examina el comportamiento de la producción, en zonas tradicionales del cultivo, se tiene la evidencia que los rendimientos en general son muy bajos por las siguientes causas: erosión acelerada de suelos; baja fertilidad; proliferación de plagas; ocurrencia de heladas y manejo deficiente del proceso productivo. En Bolivia se habla mucho de la sostenibilidad de la producción de quinua, pero no existe una decisión política de hacer realidad este anhelo, ya que no existe coordinación de los actores con este propósito. En este marco, la Fundación PROINPA, ha iniciado una serie de actividades para aprovechar las potencialidades de la biodiversidad de especies arbustivas de la región, con un enfoque de sistemas de producción que puede hacer sostenible la producción de este grano. Se recopiló información de experiencias similares en el país, relacionadas con los arbustos nativos del altiplano y las propuestas de su manejo, pero lo más importante fue la participación voluntaria de productores, quienes ofrecieron sus terrenos para recolectar semilla e implementar las prácticas sugeridas. La colecta de semilla, mediante métodos artesanales, fue satisfactoria y la multiplicación en vivero de las especies nativas fue muy buena, con resultados que superan las expectativas del Proyecto, sin embargo se tuvo dificultades en las siembras directas en campo, donde si bien se logró algún porcentaje de germinación, los problemas relacionados con el enterramiento de plantines fueron determinantes para la pérdida del material.

**Palabras clave:** Manejo Agronómico; Repoblamiento; Calidad de Semilla

**Summary. Native shrubs and their contribution perspectives to quinoa production sustainability.** In the last 10 years, the production figures that the Ministry of Agriculture in Bolivia has, indicate that average quinoa yields in the country does not exceed 600 kg / ha and the increased production figures are determined by expanding the agricultural frontier. When the behavior of production in traditional crop areas is examined, there is evidence that yields are generally very low due to the following reasons: accelerated soil erosion; low fertility; proliferation of pests; frosts and poor management of the production process. In Bolivia, much have been said about the sustainability of quinoa production, but there is not a policy decision to make this wish come true, since there is no coordination of the actors for this purpose. In this productive reality framework, PROINPA Foundation has initiated a series of activities to exploit the potential of the biodiversity of shrub species in the region, focused on production system that can make sustainable this grain production. Information on similar experiences were collected in the country, related to highland native shrubs and manage-

ment proposals, but more important was the voluntary participation of producers who offered their lands to collect seed and implement the practices suggested. Seed collection through traditional methods was satisfactory and multiplication of native species in nursery was very good, with results that exceed the expectations of the project, however, there were difficulties in sowing directly in field, where despite the existence of some germination percentage, the problems associated with seedlings burial were crucial for material losses.

**Keywords:** Agricultural Management; Repopulation; Seed Quality

## Descripción del problema y las acciones realizadas para solucionarlo

En el Altiplano Sur se diferencian tres zonas de producción de quinua: *cerro, faldas de cerro o ladera y planicie o pampa*. Los suelos en su generalidad son arenosos o areno francosos, o franco arenosos (Soraide, 2011; Orsag *et al.* 2013). En este tipo suelos el problema más serio es la erosión, que se traduce en baja fertilidad y bajos rendimientos de quinua.

En algunas zonas tradicionalmente productoras de quinua, se observan parcelas abandonadas, que después de haber sido cultivadas con quinua por varios años, han perdido su capacidad productiva. Es común observar parcelas de 10, 20 o más ha que se han convertido en arenales. En una estimación preliminar en la comunidad Chacala, los arenales pueden alcanzar a 600 ha, siendo muy susceptibles a la erosión eólica. Esta situación trae como consecuencia que se habiliten nuevas parcelas y zonas para el cultivo de quinua, ampliando la frontera agrícola e incurriendo en el monocultivo de quinua.

Según Altieri y Nichols (2000), los monocultivos que se expanden a través del mundo, se caracterizan porque año tras año se produce la misma especie sobre el mismo suelo, donde la complementa-

riedad ecológica entre el suelo, cultivos y animales es inexistente y un cultivo específico se expande más allá de su espacio natural o área favorable.

Este es el caso de la quinua que se expande de las laderas hacia las planicies. (Aroni, 2008, Aroni y Bonifacio, s/a., Soraide, 2011), por ello varios autores han abordado la problemática de la sostenibilidad de la quinua, desde puntos de vista reflexivos, críticos y dando sugerencias de soluciones (Soraide, 2011, Medrano y Torrico, 2009, Jaldín, 2010, Jacobsen, 2011 y 2012, Winkel *et al.* 2012, Orsag *et al.*, 2013, Ormachea y Ramírez, 2013).

Según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE) en el año 2013, en la campaña agrícola 2001-2002, Bolivia registró más de 37.000 hectáreas con quinua, después de 10 años, en la campaña 2011-2012, se incrementó la superficie a 96.544 hectáreas.

Con esta tendencia de crecimiento, para el periodo 2013-2014, se prevé un incremento de 12% a la superficie antes mencionada. El incremento de la superficie permite el aumento de los volúmenes de producción, mientras que los rendimientos unitarios en el Altiplano Sur se mantienen en cerca de 500 kg/ha.

La consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola de la quinua, es la

reducción de las áreas de pastoreo y la reducción de la población de llamas, afectando negativamente la disponibilidad de estiércol para la agricultura (Aroni, 2008, Jaldín, 2010, Vallejos *et al.*, 2011, Aroni y Bonifacio *s/a*).

El efecto más serio en los últimos años ha sido el causado por los fuertes vientos que arrastran grandes cantidades de arena de las capas superficiales de los suelos sueltos, esto provoca el enterrado de plantines en la etapa de establecimiento, reducen el repoblamiento natural de la flora nativa, provocan la destrucción de viviendas, etc. Es evidente percibir este arrastre de tierra en los perímetros de las parcelas, y en los caminos de acceso a las parcelas, observándose promontorios acumulados en los *t'ulares* y en otros casos cárcavas en *t'ulares* y caminos.

Este panorama solo ratifica que la verdadera vocación del Altiplano Sur es la ganadería, pero por la gran oportunidad que representa la quinua, se está dando un uso extensivo e intensivo en la agricultura, puesto que producirla y venderla, es una oportunidad para salir de la pobreza, para una población que durante siglos ha tenido pocas opciones de obtener ingresos económicos.

En el agro ecosistema del altiplano y particularmente del Altiplano Sur, la práctica de la deforestación de especies nativas para habilitar nuevas tierras para sembrar quinua, está causando problemas serios en la conservación de suelos y la eliminación de los hábitats naturales, con consecuencias de baja productividad de los suelos y proliferación de plagas que atacan al cultivo de la quinua.

En el último quinquenio, surge como un problema fundamental, la sostenibilidad de la producción de quinua; para enfrentar esta problemática, se proponen prácticas de conservación de suelo, entre ellas la implementación de barreras vivas, barreras físicas, repoblamiento con especies nativas, uso de estiércol, rotación de cultivos, entre otras (Puschiasis, 2009, VSF-CICDA 2009, Orsag *et al.*, 2013). Cada una de estas prácticas tiene su fundamento y su aporte para reducir la erosión del suelo, sin embargo, no se plantea la factibilidad de cómo implementarlas a mayor escala.

Entre los ejes temáticos prioritarios, Jaldín (2010) menciona la capacidad ecológica del ecosistema en relación a dinámicas territoriales, modelos sostenibles para la producción de quinua, tecnologías ecológicamente sostenibles entre otras, planteando una serie de interrogantes que deberían ser respondidas con la investigación.

Bajo este contexto, la Fundación PROINPA implementa acciones para contribuir a la sostenibilidad del sistema de producción basado en quinua, mediante la investigación y el uso de especies nativas adaptadas ancestralmente a estas zonas, particularmente arbustos o *t'ulas*. Para esto busca la tecnología más eficiente, que sea posible implementarla en gran escala, fácil de replicarla y económicamente factible. En este sentido se considera la revaloración de los arbustos o *t'ulas*, la búsqueda de sitios específicos de adaptación, métodos de recolección de semilla, pruebas de germinación, métodos de multiplicación, trasplante y establecimiento de parcelas demostrativas e implementación de barreras vivas multi especie.

## Reconocimiento y revaloración de arbustos

Los arbustos nativos cumplen roles diversos en sistemas de producción centrados en el cultivo de quinua. El nombre de *t'ula* es el nombre genérico de arbustos nativos leñosos y semi leñosos, siempre verdes, que crecen en zonas semi áridas (Alzérreca *et al.*, 2002, Zamora, 2008; Pizarro, 2013, Aroni y Bonifacio *s/a*), sin embargo existen nombres nativos para cada una de las especies como se expone a continuación:

*Parastrephia lepidophylla* se conoce con los nombres nativos de *sup'u tula*, *aymar t'ula*, *sip'u t'ula*, *khiruta*, *pachataya*, *taya t'ulalos*, mismos que representan el hábito de crecimiento denso (*sup'u*), hojas recinosas y adheridas (*sip'u*), adaptación a ambientes de helada (*pachataya*, *taya t'ula*), rusticidad (*khiru t'ula*) y el uso como combustible (*tola de pan*, *leña*).



*Parastrephia lepidophylla* (Well.) Cabrera  
*sup'u tula*, *aymar t'ula*, *sip'u t'ula*, *khiruta*, *pachataya*, *taya*, *tuya*, *tola de pan*, *leña*

*Parastrephia lucida* (Meyen) Cabrera cuyos nombres nativos son *Uma T'ula*, *yacu t'ula*, *qulla t'ula*, *leña de agua*, que refieren a plantas adaptadas a suelos relativamente húmedos o indicadores de agua (*uma t'ula*, *yacu t'ula*), usos medicinales para quitar la fiebre y curar luxaduras (*qulla t'ula*).

*Fabiana densa* Remy con nombres comunes de *tara-tara*, *tara*, *tola*, *tolilla*, *pichana* que representan la forma del tallo faciado irregularmente hasta la bifurcación en algunos casos (*tara*, *tara/tara*), y ramas delgadas (*tolilla*), aptas para usar como escoba (*pichana*).

*Parastrephia quadrangulare* con sus nombres nativos de *t'it'i t'ula*, *sunsu t'ula* que refieren a su hábito de crecimiento abierto, semi arrossetado, tomando posición de ramas algo caprichosa (*t'it'i*) o la condición de floración irregular en diferentes estaciones del año (*sunsu* derivado de *sonso*).



*Parastrephia lucida* (Meyen) Cabrera  
*uma t'ula*, *yacu t'ula*, *qulla t'ula*, *leña de agua*, *pachataya*, *taya*, *tola de pan*, *leña*





*Fabiana densa* Remy

tara-tara, tola, tolilla, tara, pichana

*Lampaya medicinalis* Moldenke: *lampaya* o *lampayo*, que en idioma nativo refleja el uso como combustible que se le da en la cocina (*lawá* y *phaya* o leña para cocinar).

*Baccharis tricuneta*, *B. tola* cuyo nombres nativos de ñak'a tula, ñak'a, orqu ñak'a, qachu ñak'a, t'ula hembra o t'ula macho representan la condición de planta dioica o sea macho (*orqu*) y qachu (*hembra*).



*Lampaya medicinalis* Moldenke

*lampaya*, *lampayo*



*Parastrephia quadrangulare* Cabrera

t'iti'i t'ula, sunsus t'ula

*Senecio clivicolus* con sus nombres nativos de *qariwa* y *waych'a*, refiriendo a su condición prolífica e invasiva (*aqariwa*) o la forma de follaje abierto a manera hilachada del follaje (*waych'a*).

*Alcantholippia deserticola* Phil. Cuyo nombre común es *rica-rica* que refiere al uso de las hojas en la preparación de mates y refrescos que tienen un sabor dulce.



*Baccharis tricuneta*

ñak'a tula, ñak'a, orqu ñak'a, qachu ñak'a, t'ula hembra, t'ula macho



*Senecio clivicolus*  
*qariwa, waych'a*



*Alcantholippia deserticola* Phil.  
*rica-rica*

## Adaptación de especies

Las diferentes especies nativas tienen diferente comportamiento y adaptación en eco regiones del altiplano. En una vista panorámica se observa distintas especies, cubriendo manchas de vegetación pura y mixta, pudiendo estar ubicadas en ladera, planicie, arenales, bofedales, etc.

Las referencias bibliográficas consultadas no mencionan o no dan énfasis a la adaptación a nichos ecológicos del altiplano (Zamora, 2008; Soraide, 2011; Román *et al.* 2011; Orsag *et al.*, 2013), considerándose genéricamente como especie propia de zonas semi áridas.

Si bien Alzérreca *et al.* (2002) ofrecen alternativas para el manejo de tolares, se debe considerar que para fines de aprovechamiento dirigido de las especies, es necesario conocer su adaptación en sentido amplio y también su adaptación específica y relacionarlas con las alternativas de producción de semilla y crecimiento.

Así, la especie *uma t'ula* está bien adaptada en planicies próximas a bofedales,

donde el suelo tiene abundante humedad. Los agricultores la asocian con los acuíferos subterráneos, lo cual está reflejado en el nombre nativo de *uma t'ula*, que traducido literalmente significa *t'ula*, afín al agua.

La *lampaya* tiene su hábitat preferido en las planicies con acumulaciones de arena o dunas o laderas, pero siempre en suelo arenoso y con ocurrencia de vientos frecuentes. La *lampaya* tiene la particularidad de formar abundante materia orgánica al pie de la planta donde se procrea la entomofauna, lo que contribuye a la descomposición de las hojas acumuladas. Es muy frecuente encontrar larvas de coleópteros (*laqatu*) que es el alimento preferido del *quirchicho* (*Chaetopractus nationi*).

La *tara-tara*, es una especie que se desarrolla muy bien en laderas o pie de monte, relativamente protegidos de los vientos fuertes y donde los suelos son francos, francos arenosos hasta francos arcillosos.

Los sitios donde crece la *tara-tara* son buenos para el cultivo de quinua (indicador de fertilidad).

La *sup'u t'ula*, desarrolla tanto en planicies y ladera, siendo la especie más difundida en el altiplano. Prefiere suelos profundos y de reacción relativamente ácida, de textura franco a franco arcilloso. La *sup'u t'ula* forma abundante hojarasca en la base de la planta que es fuente de materia orgánica.

La *qariwa* es una especie semi leñosa de ciclo pluriestacional a bianual. Se trata de una especie muy común en el Altiplano Norte, que en los últimos años ha avanzado hacia el Altiplano Central y últimamente se encuentra en el Altiplano Sur, colonizando áreas considerables.

Esta especie se caracteriza por su alta prolificidad y tolerancia a heladas, transcurre su ciclo vegetativo en invierno, florece en verano y perece después de formar semilla en la época lluviosa. En algunas zonas se la considera como especie invasiva, sin embargo, en zonas semi áridas, podría ser una alternativa para cobertura vegetal y fuente de materia orgánica, en todo caso, debe ser acompañada por una estrategia de manejo.

La *rica-rica* es un arbusto semi espinoso que crece en laderas de cerros. Presenta raíz profunda que le permite establecerse aún en suelos compactos. Es una planta altamente tolerante a la sequía. Las ramas espinosas le permiten soportar al ramoneo de animales.

## Métodos de recolección de semilla

El estudio de la biología reproductiva ha permitido conocer la etapa vegetativa y reproductiva de las especies. Los arbustos registran floración entre septiembre

y octubre, la fructificación tiene lugar entre noviembre y diciembre. En muchos casos se ha observado fructificaciones fuera de este periodo (enero, febrero, marzo) probablemente por las perturbaciones provocadas por el cambio climático.

La cosecha de semilla inicialmente se ha realizado en forma artesanal, empleando recipientes acondicionados (bidón cortado), para disponer la parte cortada en dirección contraria al viento, para facilitar la recolección de las semillas.

En algunos casos, se ha empleado bolsas de polipropileno de boca ancha para recolectar semilla. Los frutos-semilla de los arbustos, son muy sensibles a la dispersión por vientos, por muy leves que sean éstos, sus estructuras de diseminación constituyen los vilanos que terminan formando una especie de para-caídas.

Para facilitar el trabajo de recolección, se ha adaptado una aspiradora portátil con fuente de energía de una batería, aunque el manejo del equipo en el terreno es algo dificultosa, facilita la recolección de semilla, especialmente de la *ñaka* (*Baccharis tricuneata*). En base a esta experiencia, se esta adaptando una aspiradora eléctrica de mayor potencia, además de colectores de semilla tipo red entomológica.

El beneficiado de la semilla de los arbustos consiste en la remoción de las estructuras de diseminación (vilanos, brácteas y restos de flores masculinas). Esta labor requiere el empleo de lentes de protección y barbijos para evitar la inhalación de partículas vegetales y otras impurezas adheridas a la semilla.





Recolección manual de semilla de sup'u t'ula



Recolección de semilla con aspiradora a batería (12 v 76 A)



Semilla de ñak'a t'ula (proceso de beneficiado)



Fruto/semilla de lamphaya (sin beneficiar)

## Multiplicación de especies en vivero

En los viveros de especies nativas en Quipaquipani (La Paz), Rancho Grande (Oruro) y Chacala (Potosí), se están probando métodos para la multiplicación masiva de especies nativas. Son los lugares donde las plántulas reciben los cuidados necesarios hasta lograr plantas vigorosas, para que sobrevivan y se desarrollen en el campo después del trasplante definitivo.

Las prácticas de multiplicación han sido el almacenado, seguido por repique en bolsas-maceta y la siembra directa en

bolsas-maceta, siendo este último método el más barato y eficiente.



Platabanda de multiplicación de sup'u t'ula en vivero en Chacala

La siembra directa en campo (al voleo) ha tenido poco éxito por enterrado y



arrastré de semilla por el viento, así como por el deshidratado en menor tiempo de las semillas germinantes. Es necesario continuar perfeccionando algunas técnicas de siembra directa, empleando semilla peletizada (bolitas de arcilla, uso de semilla pregerminada, etc.).

Los materiales utilizados han sido semillas de *ñak'a t'ula* (*Baccharis tricu-neata*), *sup'u t'ula* (*Parastrephia lepi-dophylla*), *uma t'ula* (*Parastrephia lu-cida*) *tara tara* (*Fabiana densa*), *lam phaya* (*Lampaya castellani*), *qariwa* (*Senecio clivicolus*).

## Transplante definitivo en barreras vivas

En las zonas de producción de quinua, particularmente en el Altiplano Sur, las parcelas de quinua están distribuidas erráticamente, sin ninguna norma de manejo, en algunos casos se puede observar parcelas demasiado anchas, en dirección a los vientos locales, condición que facilita los procesos erosivos.

A fin de mitigar el efecto de erosión, se ha establecido barreras vivas dispuestas en forma transversal a la dirección de los vientos locales. El ancho de las parcelas tiene una dimensión de 50 m a 60 m, la longitud de las parcelas pueden variar entre 100 m a 300 m. Este diseño debería ser aplicado para todas las nuevas parcelas que están siendo incorporadas a la producción comercial.

Se ha comprobado que los plantines de especies nativas, desarrollados en bolsas pequeñas, son más fáciles de transportar y manejar en el terreno. Algo de destacar es la época de trasplante, que necesariamente debe coincidir con el inicio

de las lluvias, teniendo un periodo de un mes para trasplantar los arbustos.

Ante la magnitud del problema que atañe a la sostenibilidad de la producción de quinua, la propuesta de reforestación con especies nativas es una contribución, que en el mediano y largo plazo, puede ayudar a una estabilización ecológica y coadyuvar a ser sostenible la producción de quinua. Se destaca la adaptación milenaria de especies nativas y las perspectivas de su aprovechamiento en sistemas de producción de quinua, lo que contribuirá a reducir la erosión de suelos, generará materia orgánica en la misma zona, además proporcionará albergue, alimento y refugio a la fauna benéfica así como a los micro organismos, permitiendo llegar a un deseado equilibrio ecológico.

Al ser una tarea grande, las acciones de reforestación con especies nativas y naturalizadas, incumben a niveles superiores de decisión, como municipios, gobiernos departamentales y gobierno nacional.



Barrera viva con *ñak'a tu'la*

Por otra parte, los costos en recursos, y el tiempo requeridos para el establecimiento y manejo de los arbustos nativos, debe ser considerado en el marco de servicios ecológicos y ambientales, los mismos que por su naturaleza deben merecer el apoyo de la cooperación nacional e internacional.

En este contexto con las primeras experiencias de la fundación PROINPA, se ha logrado:

- Reconocimiento y revaloración de las principales especies nativas arbustivas.
- La diversidad de especies y diversidad genética dentro las especies arbustivas.
- La adaptación ecológica de especies nativas vigente en el altiplano.
- Formas de recolección de semilla de especies nativas.
- Métodos de multiplicación masiva de arbustos.
- Viabilidad de semillas de arbustos.
- Barreras vivas multi especie.
- Métodos y épocas de trasplante definitivo en barreras vivas.

En todos los trabajos anteriores, es importante destacar el involucramiento de productores, quienes a través de su conocimiento local y propia experiencia, realizan un valioso aporte a esta experiencia para aprovechar de manera sostenible la biodiversidad local, en sistemas de producción de quinua en el Altiplano Boliviano.

### ***Comunidades de agricultores involucradas:***

- Comunidades de Chacala y Chita, Potosí.
- Comunidad de Rancho Grande, Oruro.
- Productores colaboradores de Buena Vista-Aroma, Oruro.

### **Referencias citadas**

- Altieri M., Nichols C. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. UN/PNUMA. Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe. México. 200 p. Serie Textos básicos para la formación ambiental 4.
- Alzérreca, H., Calle, P., Laura J. 2002. Manual de manejo y uso sostenible de la tola y los tolares. PNUD-ALT-AIGACA. La Paz, Bolivia. 55 p.
- Aroni, G. 2008. Recuperación de suelos para una producción sostenible de quinua en el Altiplano Sur, LIDEMA, Revista Hábitat. La Paz, Bolivia pp. 50-53.
- Aroni G., Bonifacio, A. Erosión de suelos en Altiplano Sur: Camino a la desertificación. *En línea*. Disponible en: <http://www.proinpa.org>. Consultado el 6 de junio de 2014.
- IBCE. 2013. La quinua boliviana traspasa fronteras para el consumo mundial. 2013: Año Internacional de la quinua. Comercio Exterior Nro. 2010.
- Jacobsen, S. 2011. The situation for quinua and its production in southern Bolivia: from economic success to environmental disaster. J. Agron. Crop Sci. 197:390–399.

- Jacobsen, S. 2012. What is Wrong With the Sustainability of Quinoa Production in Southern Bolivia – A Reply to Winkel *et al.* (2012). *J. Agron. Crop Sci. Short Communications*: 1-4.
- Jaldín, R. 2010. Producción de quinua en Oruro y Potosí. *Plural*, La Paz, Bolivia. Estados de investigación temática PIEB Nro. 3. 100 p.
- Medrano, A., Torrico, J. 2009. Consecuencias del incremento de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano Sur de Bolivia. *CienciAgro* 1(4):117-123.
- Ormachea, S., Ramírez, N. 2013. Propiedad colectiva de la tierra y producción agrícola capitalista. El caso de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia. Presencia SRL, CEDLA. La Paz, Bolivia. 172 p.
- Orsag, V., León, L., Pacosaca, O., Castro, E. 2013. Evaluación de la fertilidad de los suelos para la producción sostenible de quinua. *T'inkazos*. 33: 89-112.
- Pizarro, J. 2013. Formas de vida en la etnobotánica aymara. *Indiana*. 30:301-323.
- Puschiasis, O. 2009. La fertilidad: Un recurso "cuchicheado". Análisis de la valorización del recurso territorial fertilidad por las familias de la zona Intersalar, Bolivia. *En línea*. Disponible en: <http://www.ird.fr>. Consultado el 27 de mayo de 2014.
- Román, P., Ayaviri, D., Navarro, Z. 2011. Medio ambiente y producción de quinua: Estrategias de adaptación a los impactos del cambio climático. Programa de Investigación Estratégica en Bolivia PIEB. La Paz, Bolivia. 242 p.
- Soraide, D. 2011. La quinua real en el Altiplano Sur de Bolivia. Documento técnico para la denominación de origen. ANAPQUI - CECAOT - APQUISA – CADEPQUI-OR - CADEQUIR/CNPQ - CABOLQUI - Reino de Los Países Bajos. FAUTAPO - Educación para el Desarrollo. 108 p.
- Vallejos, P., Ayaviri, D., Navarro, Z. 2011. Medio ambiente y producción de quinua. Estrategias de adaptación a los impactos del cambio climático. Programa de Investigación Estratégica en Bolivia. PIEB. La Paz, Bolivia. 242 p.
- VSF-CICDA. 2009. Quinua y territorio. RURALTER, IRD, VSF - CICDA y Comunidades del Intersalar, Agrónomos y Veterinarios sin fronteras. *Plural*, La Paz, Bolivia. 156 p.
- Winkel, T., Bertero, D., Bommel, P., Chevarria, M., Cortes, G., Gasselin, P., Geerts, S., Joffre, R., Le'ger, F., Martinez, B., Rambal, S., Rambal, G., Tichit, M., Tourrand, J., Vassas, A., Vacher, J., Vieira, M. 2012: The sustainability of quinoa production in southern Bolivia: From misrepresentations to dubious solutions. Comments on Jacobsen (2011). *J. Agron. Crop Sci.* 197:390-399.
- Zamora, V. 2008. Estudio de aproximaciones etnobotánicas en áreas productoras del intersalar de quinua real del departamento de Potosí. Parte I. FAUTAPO-DELA. Potosí, Bolivia. 74 p.

Trabajo recibido el 12 de junio de 2014 - Trabajo aceptado el 19 de junio de 2014