

El rol actual y potencial de las *q'ila q'ila* (*Lupinus* spp.) en sistemas de producción sostenible de quinua

Alejandro Bonifacio; Genaro Aroni; Milton Villca;
Patricia Ramos; Miriam Alcon; Antonio Gandarillas

Trabajo financiado por: DANIDA, Fundación McKnight, Fundación PROINPA

E mail: a.bonifacio@proinpa.org

Resumen. Se describe la problemática de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia, con énfasis en los riesgos de insostenibilidad de la producción comercial. Se aborda la sostenibilidad de la producción, como efecto ambiental y antrópico, entre éstos, la erosión, baja fertilidad, escasez de fuentes de materia orgánica (estiércol), reducción de la población de llamas, avance de la frontera agrícola de la quinua, etc. Al tiempo de reconocer el estiércol como la fuente principal de materia orgánica, se resalta la diversidad de especies que crecen en el altiplano, dando énfasis a las leguminosas silvestres como *Lupinus* spp. o conocidas en Aymara como *qila qila*, las cuales se encuentran adaptadas al altiplano, presentan la particularidad de germinar en la época de lluvias (diciembre y enero), crecer en invierno (seco y frío) y fructificar en los próximos meses de enero y febrero. Este comportamiento de su ciclo biológico y su adaptación milenaria a la zona, las convierte en especies de interés prioritario en sistemas de producción de quinua. Se plantea que deben ser consideradas como fuentes alternativas o complementarias al estiércol de llama en sistemas de producción de quinua, como una opción mucho más factible de establecer en grandes superficies, y de jugar un rol central en la ansiada sostenibilidad de la producción de quinua boliviana.

Palabras clave: Leguminosas Silvestres; Prácticas Agronómicas; Fertilidad Natural

Summary. The current and potential role of *q'ilaq'ila* (*Lupinus* spp.) in sustainable production systems of quinoa. The problem of quinoa in the Southern Altiplano of Bolivia is described, with particular emphasis on the risks of unsustainable commercial production. Production sustainability is addressed as an environmental and anthropogenic effect, among them, erosion, low fertility, limited sources of organic matter (manure), reduction of llama population, advancing of agricultural quinoa frontier, etc. While recognizing the manure as the main source of organic matter, the diversity of species growing in the highlands is highlighted, emphasizing the wild legumes like *Lupinus* spp. or known in aymara language as *qilaqila*, which are adapted to the highland and have the particularity to germinate in rainy seasons (December and January), growing in Winter (dry and cold) and fruit in the months of January and February. This behavior of their life cycle and their ancient adaptation to the area, become them in species of priority interest in quinoa production systems. It is proposed to be considered as alternative or complementary sources to llama manure in quinoa production systems, as a much more feasible option to establish on large areas, and to play a central role in the much sought-after sustainability of Bolivian quinoa.

Keywords: Wild Legumes; Agricultural Practices; Natural Fertility

Antecedentes

La zona más importante de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Bolivia es el Altiplano Sur, por ello, cuando se aborda la problemática de la Quinua Real orgánica, muchos autores (Jaldín, 2010; Medrano, 2010; Puschiasi, 2009), se centran en el intersalar (franja entre los salares de Uyuni y Coipasa). Sin embargo, la quinua ha rebasado el área del intersalar y se cultiva en toda la zona del Altiplano Sur, inclusive abarcando el Altiplano Central, donde los problemas ambientales ya son visibles.

De acuerdo a Soraide (2011) y Orsag *et al.* (2013), los suelos son de textura gruesa (contenidos de arena por encima de 70%) y grava (>30%, especialmente en el subsuelo).

Por el predominio de arena en los suelos, y bajos contenidos de materia orgánica (menor a 1%), éstos no forman agregados estables o presentan un grado de estructuración débil o nula, situación que favorece su alta susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica, principalmente bajo una remoción excesiva (uso de maquinaria agrícola).

La gran demanda internacional de quinua, junto a los buenos precios, genera una gran oportunidad para miles de familias que han vivido en la pobreza por varias generaciones. Esto ha provocado la sobre explotación de los suelos y la ampliación de la frontera agrícola, es así que la superficie cultivada ha pasado de 35.907 ha en el año 2000 a 131.192 ha en el año 2013, con una tendencia negativa de los rendimientos (Gandarillas *et al.*, 2014).

Con el *boom* de la quinua, a finales de los años noventa, surgen los desequilibrios agroecológicos (VSF/CICDA, 2009). La ampliación de la frontera agrícola en el Altiplano Sur, tiene implicaciones en la reducción de las áreas de pastoreo de llamas, a esto se suma la irregularidad y reducción de la precipitación pluvial que se traduce en escasez de pastos.

Es importante hacer notar que la crianza de llamas no es competitiva frente a la producción de quinua, esto conduce al cambio de la vocación productiva en el Altiplano Sur, de ganadera a agrícola. Además, el pastoreo de llamas es incompatible con el cultivo de quinua (las parcelas se distribuyen erráticamente), puesto que los animales ingresan a los campos de cultivo y consumen las plantas en desarrollo, generando serias disputas entre productores. En estas condiciones, el pastoreo implica mayor número de pastores y de edad apropiada para el manejo del rebaño.

El manejo de los suelos presenta muchas deficiencias, siendo las más determinantes la escasa incorporación de materia orgánica y la falta de opciones de rotación de cultivos. Los descansos para la recuperación de la fertilidad del suelo son de varios años, pero por la baja humedad y baja temperatura promedio de la zona, el repoblamiento de especies nativas es lento, por tanto la reposición de materia orgánica y de nutrientes es también lento, tomando en algunos casos, más de 10 años para recuperar la biomasa y reponer la actividad microbiana del suelo.

Los agricultores no incorporan materia orgánica o la incorporan en cantidades reducidas, porque no existe la suficiente cantidad en la zona. La conservación y

mejora de la fertilidad del suelo depende de las acciones del hombre sobre su medio o más propiamente sobre el suelo y las plantas, resaltando en la relación planta/medio ambiente-hombre-sociedad (Puschiasi, 2009).

En resumen, la presión sobre los suelos hace que estos sean degradados e improductivos. La falta de materia orgánica los hace más susceptibles a la erosión y limita el incremento de productividad.

Los mayores volúmenes de producción y exportación registrada en los últimos años, se logran en base a la incorporación de nuevas zonas de producción y no al incremento de rendimiento por unidad de superficie. Este panorama puede llevar a una agricultura poco rentable y poco competitiva, impulsando nuevamente la migración campocidad, dando lugar a que miles de familias de agricultores retornen a la pobreza, perdiendo el país una oportunidad excepcional de generar divisas de más de 150 millones de dólares.

La solución o mitigación de la insostenibilidad del cultivo de quinua, es abordada de manera coincidente por entidades públicas, proyectos de desarrollo y organizaciones de productores. Entre las alternativas, se incluyen el incremento del uso del estiércol mediante el repoblamiento de camélidos, protección de zonas de pastoreo, implementación de barreras vivas y físicas, etc. Sin embargo, ninguna propuesta incluye las especies leguminosas nativas que puedan formar parte de un sistema de producción sostenible. Este es el caso de la *q'ila q'ila* que crece en el altiplano y cuya importancia no ha sido valorada en sistemas de producción de quinua.

Para el aprovechamiento de estas especies nativas y silvestres promisorias, se requiere conocer sus características reproductivas, la fisiología de sus semillas, su adaptación ecológica, la cantidad de materia orgánica que aportan, la simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno, etc.

Ante la problemática de la sostenibilidad de los sistemas basados en quinua del Altiplano Sur, investigadores de la Fundación PROINPA, han explorado el rol actual y potencial de las especies nativas, dando prioridad a las leguminosas nativas y silvestres.

Para este propósito se han realizado prospecciones y colectas de varias especies de *Lupinus* spp. en diferentes localidades del Altiplano Sur, zonas de transición sur-centro, Altiplano Central y Altiplano Norte. Las especies fueron examinadas en su diversidad genética centrada en el hábito de crecimiento, adaptación ecológica, formación de semilla, viabilidad de semilla, simbiosis con *Rhizobium* y siembras experimentales. La adaptación de las especies se ha estudiado en relación a micro zonas dentro del Altiplano Sur y Centro, tomando en cuenta la topografía y el paisaje del lugar, diferenciando planicie, ladera, pie de monte y cerros.

Alternativas de incrementar la materia orgánica en el Altiplano Sur

La alternativa más promovida para incrementar la disponibilidad de estiércol en el Altiplano Sur, es mediante la reconstrucción del equilibrio entre la población de llamas y la superficie dedicada al cultivo de quinua. En este sentido, se plantea que por cada hectárea de

quinua se críen siete llamas (Anze, 2010). Es indiscutible que se deben proteger las zonas tradicionales de pastoreo para cría de llamas junto al manejo de pasturas y forrajes. Sin embargo, en la práctica resulta muy difícil de implementar y de obtener el resultado deseado; por ejemplo, el año 2010 se cultivaron 63.010 ha y el año 2013 la superficie incrementó a 131.192 ha (Gandarillas *et al.*, 2014). Esto significa que la población de llamas debería incrementarse en aproximadamente 477.000 animales, lo cual es difícil de lograr.

En el conocimiento de los investigadores y tomadores de decisión, el altiplano se caracteriza por ser una eco región de altura, seca, fría y semiárida, donde se cultiva la quinua y crecen pocas especies nativas. Sin embargo, un examen cuidadoso, permite evidenciar una diversidad grande de especies nativas y naturalizadas que a la fecha no se valoran sus características de adaptación y mucho menos se aprovechan sus bondades en sistemas de producción de quinua.

Entre las especies nativas y naturalizadas existen arbustos: *Parastrephia lepidophylla* (Weddell) Cabrera, *P. quadrangulare* Meyen Cabrera, *P. lucida*, (Meyen) Cabrera, *Baccharis tola* Phil., *B. tricuneata* (L.f.), *Lamphapa castellani* Mold., pastos: *Nassella pubiflora* (Trin & Rupr), *N. nardoides* Phil., *Festuca ortophilla* Pilg., *F. dolychophilla* J. Prsi., *Chondrosium simplex* (Lagasca Kunth) leguminosas: *Lupinus otto-butchini* C.P. Sm., *L. montanus* C.P. Sm., *L. chilensis* C.P. Sm. *L. cuzcensis*, C.P. Sm., etc., cuya adaptación milenaria permite su vigencia, aunque la actividad antrópica está reduciendo sus poblaciones.

La leguminosa nativa *q'ila q'ila*

Q'ila q'ila (que se pronuncia como *qela qela*) es un nombre en idioma Aymara, de tipo genérico, que se refiere a varias especies leguminosas forrajeras en estado verde y seco (*Lupinus chilensis* C.P. Sm., *L. otto-butchini* C.P. Sm.) y forrajeras solo cuando están secas o curadas (*Lupinus montanus* C.P. Sm.). Estas características deben ser complementadas con investigaciones de principios anti nutricionales que suelen contener algunas especies.

En la bibliografía consultada, los nombres científicos no incluyen zonas de recolección y mucho menos mencionan los nombres nativos. Por esta razón, por ahora es mejor nombrarlas como especies plurales (*Lupinus* spp.). Las especies del altiplano se conocen con nombres nativos de *q'ila q'ila*, *salqa* o *salqiri*. Las plantas generalmente crecen en colonias, dependiendo de la dispersión natural de la semilla y las condiciones favorables para su colonización, van desde pequeñas áreas de 100 m² a 200 m² hasta superficies cercanas a 1 km².

Si bien la clasificación taxonómica de las especies no esta clara, la diversidad de especies y diversidad genética dentro cada especie o ecotipo es evidente. Jacobsen *et al.* (2006) mencionan 83 especies para la zona de los Andes. Por su parte Barney (2011) menciona 85 especies silvestres para Sud América.

La adaptación de las especies es amplia, sin embargo, algunos ecotipos prefieren condiciones ambientales específicas, como suelos arenosos, francos, gravosos o pedregosos, o por otro lado planicies, laderas, pie de monte y cerros.



Lupinus sp. en ladera



Lupinus sp. en planicie

La biología de las especies de *Lupinus* presenta varios procesos biológicos muy diferentes a otras especies vegetales, entre ellos dormancia de la semilla, alta tolerancia a heladas, nodulación abundante (fijación de N), amplia adaptación ecológica y alta capacidad de diversificación.

La semilla de los lupinos silvestres es viable y puede germinar cuando alcanza la madurez fisiológica, antes de secarse. Sin embargo, en cuanto se seca, entra en dormancia prolongada de tres a cuatro años, tiempo en el que se quiebra la dormancia y pueda germinar naturalmente. Esto implica que la semilla debe ser previamente tratada antes de realizar la siembra dirigida.

Las plántulas de *q'ila q'ila* emergen a fines de diciembre y enero, se estable-

cen entre enero y febrero, crecen lentamente en invierno, florecen en noviembre y diciembre y fructifican entre diciembre y enero, según las zonas y ecotipos. Lo que se resalta es su adaptación al altiplano, su tolerancia a heladas de invierno (-18°C entre mayo a septiembre) y su resistencia a sequías prolongadas (entre marzo a diciembre). Al permanecer viva durante el invierno, proporciona cobertura al suelo, forma abundante materia verde y fija nitrógeno. Todos estos procesos benéficos tienen lugar en el periodo fuera del cultivo de quinua, es decir, cuando el suelo esta en descanso. Esto da pautas para su aprovechamiento en descansos mejorados, cobertura de suelos y fijación de nitrógeno atmosférico. Su aptitud para crecer en estaciones marginales, su ciclo pluri estacional y hasta bianual, la hace una especie muy interesante para el aprovechamiento en sistemas de producción de quinua en el Altiplano Sur.

Actualmente las *q'ila q'ila* no son valoradas por sus cualidades adaptativas, producción de materia orgánica y la fijación de nitrógeno. Aunque algunos agricultores reconocen sus bondades en la mejora del suelo, puesto que cuando preparan el suelo con poblaciones de estas plantas, la quinua crece y rinde bien. La probable explicación del poco interés en estas especies, es su crecimiento errático dado por la dormancia de su semilla, puesto que en condiciones naturales, las plantas nacen cada tres a cuatro años en el mismo sitio. Esta característica propia de las especies, hace poco manejable sin previa aplicación de técnicas de tratamiento de semillas. Por tanto, el rol actual de las especies silvestres del género *Lupinus* del altiplano, es poco o nada importante en sistemas de producción de quinua.

Perspectivas de los lupinos silvestres en la sostenibilidad de los sistemas de quinua en el Altiplano Sur

Las leguminosas silvestres forman cantidades considerables de materia seca, estimándose que en promedio pueden producir el equivalente a ocho toneladas de materia seca por hectárea, sin considerar la fijación de nitrógeno que se estima en más de 100 kg/ha. Las bondades de las leguminosas en sistemas de cultivo se encuentran ampliamente documentadas (Prager *et al.*, 2012; Céspedes, 2005), lo cual respalda la propuesta de emplear las leguminosas silvestres en sistemas de producción de quinua.

La propuesta para el aprovechamiento dirigido, implica la siembra a finales de diciembre y principios de enero. Las plantas crecen en otoño, invierno y verano (estaciones frías y secas) y forman semilla en época de lluvias. Es importante mencionar que la conclusión del ciclo biológico de la *q'ila q'ila*, coincide con el periodo de preparación de suelos en el altiplano, por tanto se constituye en una valiosa fuente local de materia verde a incorporar, con la ventaja de no ser una planta leñosa, lo que la hace de fácil descomposición. En este

caso, las leguminosas silvestres constituyen otra fuente de materia orgánica en sistemas de producción de quinua. Otra opción de manejo de las *q'ila q'ila*, es que se coseche la semilla y luego la planta se incorpore al suelo.

El enfoque de producción sostenible, implica el manejo y aprovechamiento del suelo para lograr una alta productividad por unidad de superficie, manteniendo la salud del suelo, e incluyendo especies leguminosas en sistemas de rotación y descansos mejorados.

En el caso del Altiplano Sur, donde las condiciones para la agricultura son tan difíciles, las leguminosas silvestres representan una excelente alternativa para establecer sistemas de rotación, descansos mejorados, abonos verdes y cultivos en tándem junto a la quinua. Estas prácticas ofrecen numerosos beneficios: reducción de erosión y mejoramiento de la fertilidad de los suelos, mejora de rendimientos, reducción del arrastre de sedimentos y diversificación en la producción. En esta línea, las ocho toneladas de materia seca que incorpora la *q'ila q'ila* al suelo, pueden ser suficientes para alcanzar un rendimiento de veinte qq de quinua por hectárea.



Lupinus sp. en tándem en parcela comercial de quinua



Lupinus sp. en parcela semillera



Colonia de *q'ila q'ila* en floración (Llavica a 4230 msnm, 18 de agosto de 2014)



Planta de *q'ila q'ila* cubierta de polvo en época que ya no se cultiva quinua

Para los fines de rotación de cultivo, después de la cosecha de quinua se debe sembrar *q'ila q'ila*, que al cabo de dos campañas agrícolas esta nuevamente disponible para cultivar quinua. Para el descanso mejorado, las *q'ila q'ila* se pueden sembrar en cualquier secuencia de años de descanso, con la condición de la época apropiada (fines de diciembre y principios de enero).

Para cultivos asociados en tándem, en un campo establecido con quinua con plantas en fase de panojamiento, se siembra *q'ila q'ila* en sistema intercalar o entre surcos o hileras. Esto implica la siembra intercalar en fecha diferida (tándem o en postas).



Siembra en tándem con prototipo de sembradora de doble surco

Por todo lo conocido hasta ahora de la *q'ila q'ila*, se puede ver con optimismo la productividad, sostenibilidad y competitividad de la quinua boliviana. El desafío que plantea el gobierno boliviano de incrementar la superficie de quinua cultivada, puede ser factible con el empleo de las leguminosas silvestres, como una fuente alternativa y complementaria al uso del estiércol de llama.

Desafíos y limitantes en el manejo del lupino silvestre

Existen varias limitantes que se deben atender para lograr el cultivo comercial de los lupinos silvestres, en lo agronómico se tiene fructificación gradual, dehiscencia de semilla y dormancia de semilla.

También falta encarar la producción de semilla en escala comercial; el aislamiento e inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno; el control del gorgojo *Apion* sp.; el empleo de equipos y maquinaria de siembra y la cosecha e incorporación mecanizada de abono verde, entre otras.

Asimismo, se deberá establecer programas de investigación de manejo agronómico, aprovechamiento múltiple

(cobertura, materia orgánica, forraje), microbiología, etc. Una primera tarea es la conformación de una colección de trabajo para fines de caracterización, selección y aprovechamiento dirigido, dada la gran diversidad de especies y morfotipos.

Para el aprovechamiento eficiente de las *q'ila q'ila*, un desafío vital es la participación de productores para el cuidado de los campos naturales donde crecen estas especies, la colecta oportuna de semilla, la siembra dirigida, la incorporación apropiada, y otras prácticas.

Referencias citadas

- Anze, G. 2010. Normas básicas para una producción sostenible de la Quinua Real del Altiplano Sur de Bolivia. PROQUINAT/ANAPQUI. *En línea*. Disponible en: <http://www.infoquinua.bo> Consultado el 6 de junio de 2014.
- Barney, M. 2011. Biodiversidad y ecogeografía del género *Lupinus* L. (Leguminosae) en Colombia. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia, Palmira Colombia. 69 p.
- Céspedes, M. (ed) 2005. Agricultura orgánica, principio y prácticas de producción. INIA. Boletín No 131. Chillan, Chile.
- Gandarillas, A., Rojas, W., Bonifacio, A., Ojeda N. 2014. La quinua en Bolivia: Perspectiva de la Fundación PROINPA. Capítulo 5. **En:** Bazile Didier "Estado del arte de la quinua en el mundo". FAO (en imprenta).
- Jacobsen, S., Mujica, A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. **En:** Botánica Económica de los Andes Centrales. M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev, eds.) UMSA. La Paz, Bolivia. pp. 458-462.
- Jaldín R. 2010. Producción de quinua en Oruro y Potosí. La Paz, Bolivia. PIEB. Nro. 3. 100 p.
- Medrano, A. 2010. Expansión del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y calidad de suelos. Análisis en un contexto de sostenibilidad en el intersalar boliviano. Tesis MSc. Universidad Autónoma San Luis Potosí. México. 138 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.
- Prager, M., Sandclemente, O., Sánchez, M. 2012. Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. *Agroecología* 7:53-62.
- Puschiasi, O. 2009. La fertilidad: un recurso "cuchicheado". Análisis de la valorización del recurso territorial fertilidad por las familias de la zona Intersalar. *En línea*. Disponible en: <http://www.ird.fr> Consultado el 27 de mayo de 2014.
- Soraide, D. 2011. La Quinua Real en el Altiplano Sur de Bolivia. Documento técnico para la denominación de origen. FAUTAPO-Educación para el Desarrollo. 108 p.
- VSF-CICDA. 2009. Quinua y territorio. RURALTER, IRD, VSF-CICDA y comunidades del intersalar. *Agronomes y Veterinarios sin frontera*. Plural, La Paz, Bolivia. 156 p.
- Williams, B. 1995. Revegetation for ecologically sustainable dryland farming. Department of the parliamentary library, Australia. Research paper No.1. 39 p.

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