

ESTADO DE LA CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LA QUINUA SILVESTRE EN EL ÁREA CIRCUNDANTE AL LAGO TITICACA, BOLIVIA

Eliseo Mamani, Juana Flores, Milton Pinto y Wilfredo Rojas
Fundación PROINPA e.mamani@proinpa.org

Resumen

La mayor diversidad y variabilidad de quinua y sus parientes silvestres se encuentran en el área circundante al lago Titicaca. Con el objetivo de conocer el estado de conservación *in situ* de quinua silvestre, se estudiaron a la variabilidad de plantas, especies, hábitats, distribución, abundancia, usos y amenazas. La investigación se realizó en seis comunidades del área circundante al lago Titicaca, Bolivia. Se realizaron entrevistas, exploraciones botánicas, hábitats, descripción morfológica local, verificaciones taxonómicas y usos con los agricultores. Como resultado se ha evidenciado amplia variabilidad de quinua silvestre, los agricultores describen 12 clases bajo criterios morfológicos, estos pertenecen a las especies *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz, *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa*, y *Ch. álbum* L., y el estado de conservación muestra a los taxones en la categoría nacional de 'Preocupación Menor' a excepción de *Ch. álbum*. Las plantas tienen como hábitat parcelas de quinua, oca, cebada, haba y maíz, así como terrenos en descanso, matorrales y pajonales; las semillas se diseminan vía estiércol de animales, vientos y lluvias. Las amenazas son las actividades humanas que disminuyen las poblaciones de planta de quinua silvestre, así como factores climáticos como granizada e inundaciones que limitan el normal desarrollo de las plantas. Los granos y hojas son utilizados por los agricultores en la alimentación y medicina.

Palabras clave: Quinua silvestres, conservación, *in situ*, *Chenopodium*.

Introducción

La quinua silvestre es conocida como ajara o aara, y es el ancestro de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Las descripciones morfológicas de quinua hechas por Cárdenas (1944), se hace referencia a la quinua silvestre, que se diferencia por presentar granos de color negro y que denominadas ajaras. Las primeras descripciones de los parientes silvestres de la quinua fueron realizadas por Humberto Gandarillas en la década de los 70', quien reportó la existencia de tres especies silvestres del género *Chenopodium quinoa* subsp. *milleanum*, *Chenopodium hircinum* y *Chenopodium petiolar* (Gandarillas, 1984). Posteriormente Wilson (1981-1988) separa a las especies, basándose en características morfológicas y distingue a las plantas domesticadas (*Ch. quinoa* Willd), que son las que producen plantas de semillas de color translúcido y las no domesticadas (*Ch. quinoa* Willd. subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd. var. *melanospermum* Hunz. y *Ch. hircinum* Schard.) que presentan semillas de color oscuro. Rojas *et al.* 2008, en base al material genético de quinua silvestre conservado en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos, identificó 8 taxones del género *Chenopodium* (*Chenopodium quinoa* subsp. *milleanum*, *Ch. quinoa* var. *melanospermum*, *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa*, *Ch.*

hircinum subsp. *hircinum* var. *andinum*, *Ch. hircinum* subsp. *catamarcensis*, *Ch. hircinum*, *Ch. hircinum* subsp. *eu-hircinum* y *Ch. album*).

Las plantas de quinua silvestre se encuentran frecuentemente en los sitios cultivados (Cárdenas, 1944), viven en borduras de las parcelas, en parcelas de descanso, acequias, orillas de riachuelos y en proximidades a las viviendas de los agricultores, las especies *Chenopodium quinoa* subsp. *milleanum*, *Ch. quinoa* var. *melanospermum*, *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa* están distribuidos en el altiplano y los valles, mientras la *Chenopodium hircinum* solo en los valles (Pinto *et al.* 2008). Según el Libro Rojo de los Parientes Silvestres de cultivos de Bolivia, solo las especies *Ch. hircinum* subsp. *hircinum* var. *andinum*, *Ch. hircinum* subsp. *catamarcensis*, *Ch. hircinum* y *Ch. hircinum* subsp. *eu-hircinum* están en peligro, por su poca distribución y abundancia (Mamani *et al.* 2009).

La quinua silvestre es conocida y conservada *in situ* desde antes de la domesticación de la quinua. Según reportes la quinua fue domesticada hace más de 7000 años (Jacobsen, 2003), en cuya domesticación y conservación han sido partícipes las grandes culturas como la Tiahuanacota y la Incaica (Bonifacio *et al.* 2001), y alrededor del lago Titicaca, entre La Paz, Bolivia y Puno, Perú, se da la mayor variabilidad de granos como la quinua (Rea, 2001). Con el objetivo de conocer el estado de conservación *in situ* de quinua silvestre en el área circundante al lago Titicaca, se estudiaron a la variabilidad de plantas, especies, hábitats, distribución, abundancia, usos y amenazas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la cuenca del lago Titicaca, del departamento de La Paz, Bolivia, entre 15°31'50.33" a 16°34'5.13" Latitud Sur, 69° 3'33.85" a 69° 0'26.57" Longitud Oeste, y 3815 a 4200 m de altitud. Se eligieron seis comunidades de muestreo distribuidas a lo largo de la cuenca del lago Titicaca, en el sur se consideró la comunidad Titijoni que pertenece a la provincia Ingavi, en la parte media a las comunidades Cachilaya de la provincia Los Andes, Coromata Media de la provincia Omasuyos y Santiago de Okola de la provincia Camacho, y en el norte a las comunidades Jutilaya y Cariquina Grande de la provincia Camacho. Las comunidades se encuentran en la eco-región del Altiplano en la subregión Puna Noroeste Húmeda (Ibisch *et al.* 2006). El clima es la región es frío, con temperaturas entre 7 a 10 °C, templadas en elevadas en verano y bajas en invierno, las precipitaciones oscilan entre 600 a 800 mm/año y disminuyen de norte al sur.

Metodología

Con el fin de obtener información acerca de los parientes silvestres, se emplearon diferentes métodos y técnicas. Se realizaron entrevistas entre 30-50% de la poblacional total de cada comunidad estudiada (16 personas en Titijoni, 29 en Cachilaya, 22 en Santiago de Okola, 21 en Jutilaya y 22 en Cariquina Grande). Las entrevistas realizadas en 2007-2012, fueron semi-estructuradas (Mamani *et al.* 2007; Mamani *et al.* 2008; y Mamani, 2012). Luego se

realizaron exploraciones botánicas durante la floración y madurez de las plantas (enero y mayo), en diferentes sitios con informantes claves (pobladores con amplio conocimiento en la temática) a fin de que éstos señalaran las características morfológicas de las plantas, uso, hábitats y amenazas.

Se realizaron observaciones en campo con grupos de agricultores, para describir y cuantificar la variabilidad de quinua silvestre, basándose en los criterios morfológicos locales. Las plantas indicadas por los agricultores fueron herborizadas, posteriormente identificadas con nombres científicos con el apoyo del Herbario Nacional de Bolivia.

Sobre la base exploraciones botánicas realizadas con informantes claves, se delimitaron áreas de 100 m², centradas en cada uno de los sitios de hábitats muestra, en los se determinó el número de plantas en unidad de superficie, también se describió el hábitat y las amenazas. Sin dejar de considerar la posibilidad que alguna especie en particular pueda ser eventualmente obtenida de sitios más alejados.

La identificación de los distintos usos de quinua silvestre, se realizó mediante entrevistas, observación participante en hogares de las familias y ferias de diversidad. Haciendo una clasificación por tipo de uso de los órganos de la planta, y fue valorado por la edad de las personas considerando el conocimiento local.

Resultados y discusión

En el área circundante al lago Titicaca se ha evidenciado una amplia variabilidad de plantas de quinua silvestre, conocidas como “ajara o aara” por los agricultores, y es reconocida como el ancestro de la quinua. Lo cual ratifica que la quinua fue domesticada hace más de 7000 años (Jacobsen (2003), por grandes culturas Tiahuanacota y la Incaica (Bonifacio *et al.* 2001). Siendo los primeros agricultores de la región del lago Titicaca, que seleccionaron las semillas de las plantas silvestres y comenzaron a sembrarlas con la finalidad de reproducir sus alimentos.

Los aspectos morfológicos son los distintivos de la quinua silvestre, figura el color negro de los granos, las cuales se exhiben durante la madurez, que no es común en las plantas de quinua cultivada. Característica que también fue mencionada por (Cárdenas, 1944). Por otra parte, los tallos resultan ser más ramificados y más largas en comparación a la cultivada, y los granos se diseminan fácilmente en forma natural.

Variabilidad y distribución de quinua silvestre

La variabilidad de quinua silvestre, fue descrita por los agricultores en base a los criterios morfológicos locales, color y forma de los tallos, panojas y granos. Llegando a describir un total de 12 clases o tipos de quinua silvestre, como comúnmente denominan los agricultores. Estas se diferencian por color de tallo, color de la panoja y el color del grano, como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Variabilidad de quinua silvestre según la descripción de los agricultores, bajo criterios locales en la cuenca del lago Titicaca, Bolivia.

Comunidad	Clase o tipo	Color de tallo	Color de la panoja	Color de grano
Titijoni	Ch'uxña Ajara	verde	verde	negro
	Ch'uxña Ajara	verde	verde	plomo oscuro
	Wila Ajara	verde	Rojo	negro
	Wila Ajara	rojo	Rojo	negro
	Q'illu Ajara	verde-amarillo	amarillo	café oscuro
	Q'illu Ajara	verde rojizo	amarillo	negro
Cachilaya	Ch'uxña Ajara	verde rojizo	verde	negro
	Ch'uxña Ajara	verde	verde	negro
	Ch'uxña Ajara	verde	verde	plomo oscuro
	Wila Ajara	rojo	Rojo	negro
	Wila Ajara	verde	Rojo	negro
	Q'illu Ajara	amarillo	amarillo	plomo oscuro
	Naranja Ajara	naranja	verde-naranja	café oscuro
Coromata Media	Q'illu Ajara	amarillo	amarillo	negro
	Wila Ajara	rojo	Rojo	café oscuro
	Ch'uxña Ajara	verde	verde	negro
Santiago de Okola	Wila Ajara	rojo	Rojo	café oscuro
	Naranja Ajara	naranja	anaranjado oscuro	café oscuro
	Ch'uxña Ajara	verde	verde	plomo oscuro
	Ch'uxña Ajara	verde	verde	negro
	Q'illu Ajara	amarillo	amarillo	negro
	Wila Ajara	rojo	Rojo	negro
Jutilaya	Wila Ajara	rojo	Rojo	negro
	Ch'uxña Ajara	verde	verde	plomo oscuro
	Naranja Ajara	naranja	anaranjado oscuro	café oscuro
	Q'illu Ajara	amarillo	amarillo	plomo oscuro
Cariquina Grande	Ch'uxña Ajara	verde	verde	negro
	Wila Ajara	rojo	rojo	negro
	Q'illu Ajara	verde	amarillo	café oscuro
	Wila Ajara	verde	rojo	negro

En el sur de la cuenca del lago Titicaca en la comunidad Titijoni, los agricultores describen 6 clases o tipos de quinua silvestres; en la parte central de la cuenca en Cachilaya y Santiago de Okola se describieron 9 clases, en cada comunidad, y en Coromata Media 3 clases; en el norte de la cuenca en Jutilaya y Cariquina Grandes se describieron 4 clases en cada comunidad. Esto muestra que la mayor variabilidad de quinua silvestre se encuentra en las comunidades ubicadas a orillas del lago a 3815 m de altitud como son Cachilaya, Titijoni y Santiago de Okolas, en cambio en las comunidades a más de 3900 m de altitud, existe menor variabilidad de quinua silvestre como se ve en las comunidades de Jutilaya, Cariquina Grande y Coromata Media. Lo cual demuestra que la variabilidad está asociada a la gradiente altitudinal y está a la temperatura.

En cuanto a las especies taxonómicas, se pudo verificar la presencia de dos especies, entre ellas están cuatro taxones *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz, *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa*, y *Ch. álbum* L. Estas especies en el estudio de clasificación taxonómica de los parientes silvestres de quinua, fueron reportadas en la zona del lago Titicaca por (Rojas y Pinto, 2011).

En el sur del lago, en la comunidad Titijoni se verificaron la presencia de *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz, *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa*; estos mismos se encuentran en las comunidades Cachilaya y Santiago de Okola en la parte central del cuenca; mientras en las comunidades Coromata Media y Jutilaya solo se encontraron *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz; y el norte de la cuenca en Cariquina Grande están se encontraron a *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz, y *Ch. álbum* L. este último se atribuye a la mayor humedad de la zona. Los taxones encontrados en el estudio, según (Pinto *et al.* 2008) tienen una amplia distribución en Bolivia, están presentes en el altiplano y en los valles del país.

Hábitat y abundancia del pariente silvestre

Los hábitats naturales de la quinua silvestre, son los campos de agrícolas, terrenos en descanso, matorrales y pajonales. Se ratifica, la quinua silvestre estaba frecuentemente en los sitios cultivados (Cárdenas, 1994). En mayor número se encuentran en medio de las parcelas de quinua, haba, arveja, avena y cebada, además en borduras de dichos cultivos, mientras en parcelas de papa, oca, isaño y papalisa, están un menor número de plantas debido a que los agricultores realizan labores de deshierbe y aporque eliminando las plantas silvestres de quinua. También se encontró en parcelas en descanso, creciendo junto con plantas silvestres (reloj-reloj, cebadilla y alfalfa carretilla), así como en matorrales y pajonales junto con plantas forrajeras nativas (paja brava, ch'iji, trébol y cola de ratón). Los sitios de hábitats están entre 3815 a 4000 m de altitud.

Los campos agrícolas en las comunidades están agrupados en agroecosistemas tradicionales. Las Sayañas que se caracterizan al ubicarse en las planicies y cerca de las viviendas de los agricultores, albergan el mayor número de plantas de quinua silvestre (56%), mientras en Q'uta Irma que se caracteriza por estar a las orillas del lago, se encuentra el 25% del número de plantas, y el 21% de las plantas se encontraron en las Aynuq'as, que se ubican por lo general en las montañas.

La abundancia de las plantas en los diferentes sitios de hábitats oscila entre 1–17 plantas/m². En la comunidad Titijoni, oscila entre 1 a 15 plantas/m², con una media de 8.3 plantas/m²; en Cachilaya va de 1 a 17 plantas/m², con una media de 7.7 plantas/m²; en Coromata Media de 1 a 4 plantas/m², con una media de 2 plantas/m²; en Santiago de Okola de 1 a 10 plantas/m², con una media 7.1 plantas/m², en Jutilaya de 1 a 6 plantas/m², con una media de 3 plantas/m², en Cariquina Grande de 1 a 9 plantas/m², y con una media de 5.9 plantas/m². Esto muestra la mayor abundancia en las comunidades ubicadas a orillas del lago, como Titijoni, Cachilaya y Santiago de Okola, mientras en las comunidades que se

encuentran en las montañas como Coromata Media, Jutilaya y Cariquina se registró menor abundancia de plantas silvestres de quinua en los sitios de hábitat.

Las plantas de quinua silvestre, al llegar a la madurez fisiológica, diseminan fácilmente sus semillas a través del viento, arrastre por el agua de lluvias y estiércol de animales principalmente vacunos, ovinos, porcinos y aves silvestres. Esto permite a las plantas silvestres su perpetuidad en la naturaleza y su amplia distribución.



Fotos 1-6. Hábitats de plantas de quinua silvestre; 1) en parcela de papa, 2) en bordura de parcela de oca, 3) en área de pastoreo, 4) en agroecosistema de Q'uta Irama, 5) en agroecosistema Sayaña y 6) en medio de parcela de haba.

Tipos de usos

Los usos más comunes de la quinua silvestre realizadas por los agricultores, radica en la alimentación y medicina. El uso de los granos y hojas, se denota desde miles de años atrás por los pobladores de la zona. Al respecto Flores *et al.* (2008), señala el uso del grano en la alimentación radica desde hace miles de años en la zona del lago Titicaca. Por su parte Camargo y Rojas (2004) señalan que las familias del altiplano valoran las cualidades nutritivas de la quinua silvestre.

En la alimentación son utilizados hojas y granos de la planta. Los granos son colectados, secados, venteados, trillados y finalmente almacenados en vasijas de barro, entre los meses abril, mayo y junio. Son utilizados en épocas de escases de alimentos entre los meses diciembre y enero, asimismo esto está en función a la disponibilidad de alimentos, se mencionó que existieron años severos de sequía que ocasionó escases de alimentos, es cuando todas las familias acudieron a las plantas silvestres. Del grano de quinua silvestre se

preparan “kispañas negras de ajara” (galleta de quinua silvestre) y “miniaturas de animales y objetos”, previo lavado, secado y molido, que es conocido como “acallapu” harina de quinua silvestre. Las hojas tiernas más conocidas como “Chiwa” son utilizadas en la preparación de ensaladas, e incorporas en sopas obteniendo el chairo de quinua silvestre. Se menciona que hasta hace 20 años todas las familias acostumbran preparar alimentos a base de quinua silvestre, actualmente solo las personas mayores consumen alimentos preparados a base de quinua silvestre, la pérdida del conocimiento y consumo, radica en influencia de los alimentos urbanos, y la falta de transmisión de conocimiento a los niños y jóvenes.

En la medicina son usados los granos, para preparar parches para fractura de huesos. Los granos son colectados en tiempo de cosecha y conservados en bolsas, cuando existen accidentes son usados. El parche es preparada con el grano de quinua silvestre, junto con hojas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), chillca (*Baccharis salicifolia* R.&P.) y Manq’a Paqui, además se adiciona altamisa (mesa preparada para rituales), todos son molidos y mezclados con agua, llegando a tener un parque, que es aplicado sobre la fractura del hueso. El parche es utilizado en la fractura de huesos en animales como en humanos, para su preparación y uso, existen personas especializadas, a quienes acuden las personas de las comunidades cuando existe fractura de huesos.

Amenazas latentes para la población de quinua silvestre

Las actividades humanas ejercen una influencia importante sobre la abundancia las especies silvestres de quinua, además de factores climáticos. La quinua silvestres es considera maleza por los agricultores, al estar en medio de los cultivos y perjudican en el crecimiento de las plantas cultivadas al competir por nutrientes, razón por la cual son eliminados del medio de los sembradíos de papa, oca, isaño y maíz cuando están en floración, esto disminuye la diseminación natural, sin embargo en las parcelas de quinua, cebada, haba y trigo no son eliminadas. Entre los factores climáticos, las granizadas e inundaciones causan daños a las plantas que son irreversibles, la granizada daña a las hojas y tallos dejando poco prospero a las plantas, y las inundaciones provocan estrés hídrico por el exceso de agua, lo cual hace que mueran la mayor cantidad de plantas silvestres de quinua.

Estado de conservación

Las especies, subespecies y variedades de quinua silvestre *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz, y *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa*, encontradas en la cuenca del lago Titicaca, se encuentran dentro de la categoría de ‘Preocupación Menor’ conforme a la categorización nacional de los parientes silvestres de quinua en Bolivia (Mamani *et al.* 2008) que fue categorizada bajo los criterios de la UICN; dicha información es ratificada al no estar presentes en la Lista Roja de los Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia que incluye al género *Chenopodium* (Mamani *et al.* 2009). La abundancia y la mayor distribución de las poblaciones de las especies, subespecies y variedades verificadas hacen que no estén en las categorías amenazadas. En cambio la especie *Chenopodium álbum* no fue categorizada por contar con poca información a nivel nacional.

Conclusiones

Se ha evidenciado amplia variabilidad de quinua silvestre en el área circundante al lago Titicaca, Bolivia. Los agricultores describen 12 clases bajo criterios morfológicos, que pertenecen a las especies *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz, *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa*, y *Ch. álbum* L.,

Los hábitats naturales de quinua silvestre son parcelas de cultivos (quinua, oca, cebada, haba y maíz), así como terrenos en descanso, matorrales y pajonales. En los diferentes sitios de hábitat varía la abundancia entre 1 a 17 plantas/m², siendo el agroecosistema Sayaña la que alberga la mayor cantidad de plantas. Y la diseminación de semillas se da vía estiércol de animales, vientos y agua de lluvias.

Los agricultores utilizan los granos y hojas en la alimentación, y los granos en medicina para elaborar parches. Sin embargo las actividades humanas disminuyen las poblaciones de quinua silvestre, al igual que los factores climáticos granizada e inundaciones que limitan el normal desarrollo de las plantas.

Según la categorización nacional de los parientes silvestres de quinua en Bolivia, los taxones *Chenopodium quinoa* Willd subsp. *milleanum* Aellen, *Ch. quinoa* Willd var. *melanospermum* Hunz, *Ch. quinoa* subsp. var. *quinoa*, y *Ch. álbum* L., se encuentran en la Categoría de 'Preocupación Menor', a excepción *Ch. álbum* que no fue categorizada.

Literatura citada

- Bonifacio A. (2001) Recursos genéticos, etnobotánica y distribución geográfica. En: Mujica A., Jacobsen S.E., Izquierdo J. y Marathe J.P., eds. Primer taller internacional sobre quinua. 2001. Cultivos Andinos. [CD-ROM]. Santiago: FAO, UNA-Puno, CIP.
- Camargo, A. y W. Rojas, (2004) Distribución geográfica e identificación taxonómica del germoplasma de quinua silvestre. En Rojas, W. (ed). Informe final 2003-2004. Proyecto: Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA. PROINPA. La Paz, Bolivia. pp. 6-10.
- Flores, J. E. Mamani, M. Pinto y W. Rojas. (2008) La quinua silvestre. Usos y potencialidades. Ficha Técnica 1. VBRFMA-PROINPA, La Paz. 4 p.
- Gandarillas H. (1984) Botánica. En: Quinoa y Kañiwa: Cultivos Andinos. Bogotá. CIID. Oficina Regional para América Latina. pp 20-44.
- Gandarillas, H. (1984) Obtención experimental de *Chenopodium quinoa* Willd. La Paz. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. IBTA. pp.21.
- Ibisch P. L., S.G. Beck, B. Gerkmann, y A. Carretero. (2006) Mapa de las ecoregiones de Bolivia.
- Jacobsen, S. E. (2003) The worldwide potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Rev. Int. 19(1-2):167-177.

- Mamani E., M. Pinto y W. Rojas. (2009) *Chenopodium*. pp. 119-134. En: VMMBCC-BIOVERSITY, 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. Plural editors. La Paz, Bolivia. 344 p.
- Mamani, E., J. Flores, C. Alanoca, H. Mendoza y W. Rojas. (2007) Inventario participativo de poblaciones silvestres de quinua y cañahua en tres microcentros de diversidad. pp 53-65. En: Rojas, W. (ed.) 2007. Conservación complementaria ex situ – in situ de especies silvestres de quinua y cañahua. Informe Final 2007. Proyecto UNEP/GEF. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 99 p.
- Mamani, E., M. Pinto y J. Flores. (2008) Determinación la distribución geográfica dentro y fuera de áreas protegidas, el impacto del cambio climático sobre la distribución de especies y los centros de diversidad de especies de quinua y cañahua. Pp. 48-55. Rojas, W. (ed.) 2008. Conservación complementaria ex situ – in situ de especies silvestres de quinua y cañahua. Informe Final 2008. Proyecto UNEP/GEF. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 112 p.
- Mamani E. (2012) Identificación de poblaciones silvestres de papa, oca, quinua, cañahua y tarwi en las comunidades Jutilaya. En: Informe Anual 2012. Proyecto Andescrop. La Paz, Bolivia. pp. 6-7.
- Pinto, M., E. Mamani y W. Rojas. (2008) Distribución geográfica de especies de quinua silvestre conservadas en el Banco de Germoplasma de Granos Andinos. pp 45-55. En: Revista de Agricultura-UMSS (44), Cochabamba.
- Rea, J. (2001) Conservación y manejo in situ de recursos fitogenéticos agrícolas en Bolivia. pp 6.
- Rojas, W. E. Mamani, M. Pinto, C. Alanoca y T. Ortuño. (2008) Identificación taxonómica de parientes silvestres de quinua del banco nacional de germoplasma de los granos altoandinos. pp 56-65. En: Revista de Agricultura-UMSS (44), Cochabamba.
- Rojas W. y M. Pinto. (2011) Clasificación taxonómica de los parientes silvestres de la quinua. pp. 70-73. En: Fundación PROINPA (2011). Informe Compendio 2007-2010. Cochabamba. Bolivia. 112 p.
- Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN). (2001) Categorías y criterios de la Lista Roja de la IUCN: Versión 3.1 Comisión de supervivencia de Especies de la IUCN, Gland y Cambridge. 33 p.
- Wilson H. 1988. Quinoa biosystematics. In: domesticated populations. Econ. Bot. 42. 461-477.