

Informe Compendio 2011 - 2014



2015 Informe Compendio 2011-2014
Fundación PROINPA

Quedan reservados todos los derechos
de propiedad intelectual bajo registro

Depósito Legal: 2-4-2281-15

ISBN: 978-99954-846-6-8

Comité Editor

Antonio Gandarillas
Rolando Oros

Producción

Samantha Cabrera S.

Fotografías

Fundación PROINPA

Arte y Diagramación

María Isabel Soliz

Digitalización

Ivar Rueda

Cita bibliográfica: Fundación PROINPA (2015). *Informe Compendio 2011-2014*. Cochabamba - Bolivia.

Presentación

La Fundación PROINPA presenta su Informe Compendio, cuyo contenido denota el trabajo realizado en distintos ámbitos de la agricultura boliviana.

El documento tiene el fin de dar a conocer los avances, resultados, logros, impactos y proyecciones de los distintos proyectos ejecutados en el periodo 2011 al 2014 y muestra los aspectos más relevantes de la investigación y difusión de tecnología agrícola generada por la Fundación.

Con esta publicación la institución pretende llegar a investigadores, desarrollistas, técnicos, estudiantes, productores y al público en general, proponiendo contenidos que pueden ser inspiradores para su propia actividad y para seguir elaborando respuestas a los grandes retos que enfrentan las familias de emprendedores rurales en la región Andina y particularmente en Bolivia.

Ing. César Villagomez Villaruel, Ph.D.(c)

Presidente Directorio
Fundación PROINPA

Introducción

El presente documento contiene el resumen de los hallazgos y productos logrados en los proyectos ejecutados por la Fundación PROINPA en el periodo 2011-2014, con el apoyo de diversos financiadores.

Con este tipo de documentos, que muestran productos tangibles de innovación, PROINPA pretende retribuir la confianza que deposita la sociedad nacional e internacional en nuestra organización. Se describen los productos planificados pero además muestra efectos que, aunque no fueron previstos, son muy valiosos para el desarrollo del sector agrícola nacional.

Esta publicación está dividida en artículos sobre temas que responden a tendencias y oportunidades del entorno Boliviano y Andino.

La primera sección está referida a la investigación y los artículos propuestos tocan temas como: Papas nativas con alto contenido de hierro y zinc; el tarwi y su aporte en la seguridad alimentaria y la economía local; selección asistida por marcadores moleculares y su uso práctico en el mejoramiento de papa y finalmente el tema de identificación y monitoreo de enfermedades por medios moleculares. Cabe resaltar que todos los temas son producto de la demanda expresada por hombres y mujeres de distintas comunidades de Bolivia.

La segunda sección tiene que ver con proyectos cuyo eje principal es la difusión de tecnología, cabe mencionar que una característica importante del trabajo desarrollado por PROINPA es la participación y el trabajo conjunto (técnico-agricultor) y con este enfoque se plantean los siguientes artículos: la quinua en zonas no tradicionales, la valorización de la diversidad microbológica andina, la agricultura de conservación, salto cualitativo en la producción de plantines de duraznero y manzano en el Valle Alto de Cochabamba, entre otros.

La tercera y última sección tiene que ver con la Agrobiodiversidad que ha sido y es un tema importante para el país y la región, es así que esta edición contiene artículos relacionados a nuevas recolecciones de parientes silvestres en Bolivia (el caso del tomate), estudios sobre la contribución de la agrobiodiversidad a las estrategias de vida de familias campesinas, diversidad de ají y sus potencialidades y otros artículos que el lector podrá disfrutar.

Como siempre queremos reconocer la contribución, el apoyo, la interacción y confianza depositada en PROINPA por parte del Estado boliviano, a través del INIAF, SENASAG y diferentes municipios del país. Gracias a la cooperación internacional a nuestros socios de organizaciones locales de productores, emprendedores de las diferentes regiones de Bolivia, entidades nacionales e internacionales de investigación, entidades públicas, privadas y universidades nacionales e internacionales.

Fundación PROINPA

Directorio

Presidente	Ing. César Villagómez Villarroel, Ph.D.(c)
Vicepresidente	Ing. Mgr. Gino Aguirre Villarroel
Director Secretario	Dra. Carla Quiroga Ledezma
Vocal	Ing. Edgar Heredia Húmerez
Vocal	Ing. José Martín Rodríguez Villca
Vocal	Dr. Mario Baudoin Weeks
Vocal	Dr. Einstein Tejada Vélez

Asamblea

COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
FEPC	Federación de Empresarios Privados de Cochabamba
CONFAGRO	Confederación Nacional de Agricultura de Bolivia
ANCB	Academia Nacional de Ciencias de Bolivia
UMSS	Universidad Mayor de San Simón
UPB	Universidad Privada Boliviana
CIP	Centro Internacional de la Papa
	Bioversity International
Independiente	David Villarroel
Independiente	Ing. José Martín Rodríguez

Contenido

Presentación	1
Introducción	2
INVESTIGACIÓN	
Papas nativas con alto contenido de hierro y zinc: un aporte a la nutrición de las familias bolivianas	6
Revalorizando el Tarwi. “Una alternativa para promover la resiliencia de los sistemas productivos andinos y la mejora de la seguridad alimentaria y la economía local”	12
Selección asistida por marcadores moleculares para resistencia a enfermedades en un programa práctico de mejoramiento genético de papa	20
Identificación y monitoreo de enfermedades por medios moleculares	26
DIFUSIÓN	
Uso de variedades de quinua y semilla de calidad	33
La quinua en zonas no tradicionales. Un aporte a la seguridad alimentaria y al alivio a la pobreza	44
Valorización de la diversidad microbiológica andina a través de la intensificación sostenible de sistemas agrícolas basados en el cultivo de papa (VALORAM)	52
Uso de tecnologías de información y comunicación TIC para reforzar campañas de lucha contra las plagas de la papa	58
La agricultura de conservación. Una alternativa contra la adversidad del cambio climático sobre los suelos de la región andina	67
Salto cualitativo en la producción de plantines de duraznero y manzano en el Valle Alto de Cochabamba	74
Portainjertos criollos de duraznero, una riqueza poco explotada	80
Nuevas amenazas que afectan al cultivo del duraznero en el Valle Alto	85
Plantas comunales para la producción y comercialización de bioinsumos en Morochata	91
RISE.2 Nuevas metodologías para medir la sostenibilidad de la finca del pequeño productor aplicadas en el contexto boliviano	98
AGROBIODIVERSIDAD	
Los agricultores custodios y los bancos comunitarios de semilla. Fortalecimiento de la conservación <i>in situ</i> de la agrobiodiversidad en Bolivia	105
Contribución de la agrobiodiversidad a las estrategias de vida de familias campesinas en el Altiplano Norte y cabecera de valle de La Paz	113
Nuevos atributos de la diversidad de ají en Bolivia	120
Avances en la conservación de recursos genéticos de tomate en Bolivia	126
ANEXOS	
Anexo 1. Personal de la Fundación PROINPA	133
Anexo 2. Asociaciones, Municipios y entidades que trabajan con PROINPA	137

Investigación

Papas nativas con alto contenido de hierro y zinc:

un aporte a la nutrición de las familias bolivianas

Financiadores: Unión Europea

Colaboradores: ISSANDES – CIP, Altagro y Visión Mundial

Cultivares nativos de papa con alto contenido de micronutrientes (como el hierro y zinc), son una alternativa para mejorar el estado nutricional de las familias de comunidades andinas.

Bolivia hace más de 8.000 años forma parte del genocentro andino de origen y domesticación del cultivo de papa. Hoy en día, en la región Andina aún existe una amplia diversidad de cultivares nativos concentrados en microcentros de biodiversidad, mantenidos por familias campesinas conservacionistas. Algunos de estos microcentros están localizados en la zona de Colomi (Cochabamba), en Llallagua (Norte de Potosí) y en el Altiplano (Norte de La Paz) (Terrazas *et al.* 2008, Iriarte *et al.* 2009). Esta diversidad de cultivares de papa se traduce en un inmenso recurso para mejorar los niveles de ingreso y las condiciones de inseguridad alimentaria y nutricional de las familias.

En las zonas productoras de altura persisten condiciones de desnutrición crónica; se conoce que ocho de cada 10 niños entre los 6 a 23 meses padecen de anemia, considerado como el problema de deficiencia de macro y micro nutrientes con más prevalencia en el país (Grandy *et al.* 2010).

La principal consecuencia de la deficiencia de hierro (Fe) es la anemia ferropénica, que ocasiona efectos adversos en el desarrollo psicomotor y cognitivo en niños y niñas menores de 2 años, disminuye la capacidad de aprendizaje, incrementa la susceptibilidad a las infecciones, la mortalidad infantil y disminuye la velocidad de crecimiento.

La deficiencia de zinc (Zn) es frecuente en países en desarrollo. Se observó en niños en edad escolar del área rural de Bolivia, una prevalencia de deficiencia de Zn del 61% (Grandy *et al.* 2010). Estos estudios revelan que niños con deficiencia moderada de Zn presentan retraso en el crecimiento lineal, efectos adversos en el desarrollo neuroconductual y desarrollo psicomotor.

* Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia.

** Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú.

*** Altagro, La Paz, Bolivia.

**** Visión Mundial, Potosí, Bolivia.

Las fuentes alimentarias de Fe y Zn son semejantes, por lo que sus deficiencias podrían aparecer de manera simultánea. La diarrea, enfermedad responsable del 36% de las muertes en menores de 5 años en Bolivia, aumenta la pérdida de Fe y Zn (Grandy *et al.* 2010). En general, el niño o niña que ha sufrido desnutrición tiene problemas en el desempeño escolar y de rendimiento cognitivo, que repercute posteriormente en su formación académica y su futuro laboral (bajos salarios y baja productividad).

La papa es uno de los cultivos que produce más alimento por unidad de tiempo, agua y área, y en climas más adversos que cualquier otro cultivo; se sabe que hasta un 85% de la planta es comestible comparado con el 50% de los cereales, convirtiéndola en una fuente muy importante para la alimentación. El tubérculo contiene proteína de alto valor biológico, cantidades importantes de vitamina C (ácido ascórbico y dehidroascórbico) y otras vitaminas hidrosolubles: Tiamina (vitamina B1) y vitamina B6.

El contenido de minerales representa el 1,1% en los tubérculos de papa, siendo el potasio el de mayor abundancia, el fósforo, cloro, azufre,

magnesio, hierro y zinc están presentes en cantidades moderadas. También proporciona oligoelementos esenciales como manganeso, cromo, selenio y molibdeno. El alto contenido de vitamina C mejora la absorción del Fe (Gabriel *et al.* 2014).

Se conoce que la concentración media en los cultivares de papa es de 4,7 mg.kg⁻¹ de Fe y 3,5 mg.kg⁻¹ de Zn (Burgos *et al.* 2007), por lo que la papa contribuye con 2,6% y 3,2% de los requerimientos dietéticos diarios de Fe y Zn respectivamente (Ortiz 2010).

Este trabajo tuvo como objetivo determinar el contenido de micronutrientes como el Fe y Zn, en 164 cultivares nativos pertenecientes a seis especies de papa.

En los años 2012 y 2013 fueron colectados 164 cultivares nativos en 19 comunidades de tres microcentros de biodiversidad (Norte de Potosí, Norte de La Paz y Colomi en Cochabamba), de los cuales 88 fueron de la especie *Solanum andigena* (ADG), ocho de *S. x ajanhuiri* (AJH), cuatro de *S. goniocalyx* (GON), seis de *S. x juzepczukii* (JUZ), 57 de *S. stenotomum* (STN) y uno de *S. x curtilobum* (CUR).



En la cosecha se recolectaron tubérculos de papa de cada cultivar en campo de agricultores. Fueron seleccionados 500 g de tubérculos y guardados en bolsas de papel madera, que fueron enviadas en cajas de cartón al laboratorio del Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA) de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, para el análisis del contenido de Fe y Zn. El método utilizado es el de espectroscopia de Absorción Atómica (AA) para la cuantificación.

Se observó que el contenido medio de Fe (mg.kg^{-1}) entre las especies de papa nativa fue diferente ($p < 0,05$). Las especies AJH, GON y STN mostraron el más alto contenido ($9,8$ a $14,50 \text{ mg.kg}^{-1}$). El análisis de los cultivares nativos (Cuadro 1), mostró que Sak'ampaya, Wila Surimana, Khati Señorita, Chilltu, Imilla Negra, Yuraj Sak'ampaya y Pinta Boca tuvieron los mayores contenidos de Fe (Figura 1), respecto del cultivar nativo Waych'a (Arce *et al.* 2015).

Cuadro 1. Cultivares de papa con más alto contenido de Fe de las especies AJH, GON y STN

Cultivares	Contenido (mg.kg^{-1})
Sak'ampaya (ADG)	14,50
Wila Surimana (STN)	13,50
Khati Señorita (STN)	12,10
Chilltu (STN)	11,80
Imilla Negra (ADG)	10,90
Yuraj Sak'ampaya (ADG)	10,90
Sak'ampaya (ADG)	10,80
Pinta Boca (STN)	9,80
Waych'a (ADG)	4,90



Figura 1. Cultivares nativos de papa con mayores contenidos de Fe.
a) Sak'ampaya (ADG-Tetraploide), b) Wila surimana (STN-Diploide), c) Khati Señorita (STN-diploide) y d) Chilltu (STN-diploide).

Respecto del contenido de Zn (mg.kg^{-1}), las especies GON, STN, JUZ, ADG y AJH mostraron mayores contenidos de Zn (4,40 a $5,20 \text{ mg.kg}^{-1}$). El análisis de los cultivares de papa (Cuadro 2), mostró que Yuraj

Sak'ampaya, Kellu Zapallo, Ajawiri, Pepino, Candelero y Zapallo tuvieron los mayores contenidos de Zn (Figura 2), respecto del cultivar nativo Waych'a.

Cuadro 2. Cultivares de papa con más alto contenido de Zn de las especies GON, STN, JUZ, ADG y AJH

Cultivares	Contenido (mg.kg^{-1})
Yuraj Sak'ampaya (ADG)	5,20
Kellu Zapallo (GON)	4,80
Ajawiri (AJH)	9,00
Pepino (STN)	4,50
Candelero (STN)	4,50
Zapallo (GON)	4,40
Waych'a (ADG)	2,60



Figura 2. Cultivares nativos de papa con mayores contenidos de Zn. a) Yuraj Sak'ampaya (ADG-Tetraploide), b) Kellu Zapallo (GON-Diploide), c) Ajawiri (AJH-diploide y d) Pepino (STN-diploide).

Fue notorio observar que el cultivar Yuraj Sak'ampaya (ADG) mostró altos contenidos para Fe y Zn. Este cultivar se encuentra en el Norte de La Paz y Potosí y se caracteriza, además, por su precocidad y buena producción.

Los resultados encontrados para Fe en AJH, GON y STN sugieren que podría suplirse el 25% del consumo diario de Fe recomendado para niños de entre 1 a 3 años (6 mg.día⁻¹) y el 21% del consumo diario de Fe recomendado para mujeres en edad fértil (29 mg.día⁻¹), considerando una ingesta diaria promedio de papa de 200 y 800 g para niños y mujeres respectivamente.

Para el Zn, el consumo diario de las especies AJH, GON y STN supliría el 15 y 18% respectivamente del consumo diario recomendado de Zn para niños entre 1 a 3 años (4,1 mg.día⁻¹) y el 51 y 61% del consumo diario recomendado para mujeres en edad fértil (4,9 mg.día⁻¹).

Con los niveles observados en este estudio, las mujeres y niños de las comunidades donde se realizaron las colectas podrían incrementar su ingesta de Fe significativamente a través del consumo de cultivares nativos. Estudios anteriores sugieren que debido a los niveles altos de ácido ascórbico (promotor de la absorción de Fe) y niveles bajos de ácido fítico (inhibidor de la absorción de Fe) en papa, la biodisponibilidad de Fe es moderadamente alta (Fair Weather-Tait 2003).

Para que los cultivares nativos sean una alternativa real para las familias en las áreas rurales se tendrán que incluir en programas de producción de semilla fomentados por el estado en políticas de desarrollo agrícola y disminución de la desnutrición crónica.

Finalmente, hubo una correlación moderada, positiva y significativa ($r=0,32$) entre el contenido de Fe y Zn en todas las localidades. Lo que sugiere que se pudo realizar selecciones simultáneas de los mejores niveles de ambos micronutrientes en los cultivares evaluados (Burgos *et al.* 2007).

Literatura consultada

- Arce M., Gabriel J., Angulo A., Botello R., Casazola J.L., Velasco J., Veramendi S. y Rodríguez F., 2015. Biofortificación agronómica en dos cultivares nativos de papa (*Solanum tuberosum* L.) de Bolivia. *Agronomía Costarricense*. (En revisión)
- Burgos G., Amoros W., Morote M., Stangoulis J. y M. Bonierbale, 2007. Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition perspective. *Journal Science Food Agriculture* 87:668–675.
- Fair Weather – Tait, S. 2003. Studies on the availability of iron in potatoes. *Brit J Nutrition* 50:15–23.
- Gabriel J, Botello R, Casazola, Vera R, Rodríguez F, Angulo A., 2014 Revalorización de las papas nativas de Bolivia (*Solanum tuberosum* L.) como fuente de hierro y zinc. *J. Selva Andina Res. Soc.* 2014; 5(1):3-12.
- Grandy G., Weisstaub G. y D. López de Romaña, 2010. Deficiencia de hierro y zinc en niños. *Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría* 49 (1): 25-31.
- Iriarte V., Condori B., Parapo D. y D. Acuña, 2009. Catálogo etnobotánico de papas nativas del Altiplano Norte de La Paz-Bolivia. Cochabamba, Bolivia. 142 p.
- Ortiz R. (Ed.), 2010. La Biofortificación de los cultivos para combatir la anemia y las deficiencias de micronutrientes en el Perú. Programa Mundial de Alimentos (PMA), Lima, Perú. 39 pp.
- Terrazas F., Cadima X., García R. y J. Zeballos, 2008. Catálogo etnobotánico de papas nativas. Tradición y cultura de los Ayllus del Norte Potosí y Oruro. *Ricerca & Cooperazione*, Unión Europea, Centro de Apoyo a Desarrollo, GTZ, Fundación PROINPA, MDRyMA. Cochabamba - Bolivia. 189 p.



Revalorizando el Tarwi

Una alternativa para promover la resiliencia de los sistemas productivos andinos y la mejora de la seguridad alimentaria y la economía local

Financiado: Fundación McKnight

El tarwi posee un potencial oculto para mejorar los suelos además de conservar propiedades nutricionales incomparables y buena perspectiva de comercialización, factores que motivan a los productores de Anzaldo.

Aspectos sociales y biofísicos adversos a los sistemas productivos andinos

La agricultura familiar que caracteriza a los sistemas de producción alto andinos se torna cada vez más vulnerable a las presiones que ejercen los mismos productores sobre sus suelos y al cambio climático.

La pérdida de la productividad de los suelos por causas antrópicas se debe: 1) a la reducción de la diversificación de cultivos, dando prioridad solo a aquellos de importancia económica, con poco aporte a la mejora de los suelos y contraria a la diversificación de la dieta alimentaria familiar, 2) a la reducción del periodo de descanso de los suelos a menos de 3 años (cuando antes era mayor a 5 años) esto a causa de la necesidad que tienen las familias de producir más en menos tiempo y en superficies cada vez más reducidas (3 a 4 ha/familia) de las cuales sólo el 50% es cultivada anualmente y 3) a la poca capacidad de reposición de materia orgánica (estiércol y residuos de cosecha) al suelo, debido a que la población ganadera va disminuyendo por falta de forraje, los residuos de cosecha son extraídos para alimentar a los animales y no son devueltos al suelo (sistema extractivista).

Estas causas están agudizando la disminución gradual de la capacidad productiva de los suelos, cuyos principales indicadores son su bajo contenido de materia orgánica (0,5 a 2%), pH ácido (4,5 a 6,5), bajo contenido de nitrógeno y fósforo, baja capacidad de intercambio catiónico (3 a 10 meq/100 gr de suelo) y poca profundidad (15 a 25 cm) (Fonte y Vanek, 2012).

En los últimos tiempos, el cambio climático ahonda la problemática de la agricultura andina en Bolivia. Las principales consecuencias del cambio climático tienen que ver con el cambio en el régimen pluviométrico que está generando sequías cada vez más frecuentes en períodos críticos para los cultivos, la erosión de los suelos por la presencia de lluvias torrenciales en pequeños periodos de tiempo y el aumento de la temperatura que promueve la mineralización más acelerada de la

materia orgánica del suelo. Los productores son conscientes de que si no se generan cambios en sus estrategias productivas sus niveles de pobreza se agudizarán, generando consecuencias como la migración a centros urbanos.

Valor ecológico y nutricional del tarwi (*Lupinus mutabilis*)

Muchos autores destacan a las leguminosas del género *Lupinus* por su diversidad biológica y ecológica y sobre todo por la capacidad de ciertas especies para adaptarse a condiciones de clima y suelo muy adversas. Las cualidades de rusticidad de este género a diferencia de otras leguminosas, tienen que ver con su mayor eficiencia fotosintética para convertir el carbono atmosférico en carbono estructural (semejante a cultivos C4), con su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en simbiosis con diferentes especies de bacterias y con su habilidad para solubilizar el fósforo del suelo (Tay, 2009).

El tarwi puede desarrollarse donde otros cultivos no lo pueden hacer. Acasio, Norte de Potosí.





Pruebas de incorporación de residuos de tarwi para mejorar la materia orgánica del suelo de Anzaldo.

El tarwi puede desarrollarse donde otros cultivos no lo pueden hacer, ya sea en condiciones adversas de clima (sequías) y suelo adversos en la región andina (Gross, 1982). Algunos autores indican que las exigencias edafológicas de estas especies son suelos ligeramente ácidos, con buen contenido de fósforo, potasio, cobalto y buen drenaje por ser sensibles a las inundaciones.

Todas las características apuntan al tarwi como el cultivo ideal para zonas como Anzaldo - Cochabamba.

En Bolivia este cultivo ha sufrido una desvalorización por falta de conocimiento de sus atributos nutricionales y de salud, lo que repercute en su bajo uso y consumo por las familias locales y la sociedad en

general. Pocos han sido los esfuerzos de las instituciones y del estado por posicionar y revalorizar este producto en la dieta alimentaria de los bolivianos, salvo aquellos realizados por la ex CORDECO en Cochabamba, Visión Mundial y otras instituciones que no prosperaron debido a problemas en: el ámbito productivo (presencia de plagas y enfermedades), su uso como abono verde antes de la cosecha, en la poscosecha (lavado para desamargado) y porque adolecían de un enfoque de mercado.

Los granos del tarwi contienen altos niveles de proteína (40%), lisina, ácidos grasos poliinsaturados, fibra, Ca, Fe y Zn. También contiene aceites esenciales como los omegas 3, 6 y 9, tiene propiedades que ayudan a pacientes con diabetes y es apto para celíacos.

Su contenido de alcaloides (3%) como la lupinina, esparteína, 3-β-hidroxi-lupanina y 13-hidroxi-lupanina, dificulta su consumo directo por los humanos (Jacobsen et al., 2006). Para la extracción de estos alcaloides los comerciantes hierven el producto y luego lo lavan en agua corriente (de río) por varios días, cabe resaltar que el desamargado requiere de grandes cantidades de agua. En Bolivia el tarwi es consumido en su mayor parte en forma de mote, comúnmente llamado chuchusmuti, el cual se comercializa en pequeños volúmenes en los mercados provinciales y en los mercados populares de la ciudad.

Una mínima parte se consume como producto transformado en: galletas, saladitos, pan, tortas, palillos, harinas compuestas y refrescos.

Avances en el estudio del tarwi

Estudios iniciales financiados por la Fundación McKnight fueron realizados en las campañas 2012-2013 y 2013-2014 en comunidades andinas semiáridas del

municipio de Anzaldo ubicadas sobre los 3.000 msnm, donde la ocurrencia de sequías y la pobreza de los suelos obliga a los productores al monocultivo de trigo (N: 0,06%, P: 4,9 ppm, K: 0,91 me/100 gr, CIC: 6,22 me/100 gr y materia orgánica menor al 1%).

En principio se implantaron parcelas experimentales y demostrativas con diferentes ecotipos logrando obtener rendimientos entre 0,6 a 1,04 tn/ha, respecto al promedio nacional que es de 0,65 tn/ha. Destacaron por su desarrollo y productividad los ecotipos procedentes del Norte de Potosí (Acasio) y de los valles interandinos de Cochabamba respecto a los procedentes de Ancoraimes y Carabuco de La Paz.

La biomasa seca foliar y radicular de los mejores ecotipos fue de 13,6 y de 10,6 tn/ha respectivamente, superior a los 3,5 a 6,5 tn/ha de biomasa foliar en tarwi encontrado en el Norte de Potosí por Vecinos Mundiales (Bengolea, 2008) y a la biomasa seca foliar y radicular de otras leguminosas como vicia y arveja.

Otro aspecto importante del tarwi es la cantidad considerable de hojarasca que deja caer al suelo antes de su cosecha (4 tn/ha) lo que muestra su aporte importante en la reposición de materia orgánica del suelo (Figura 1).

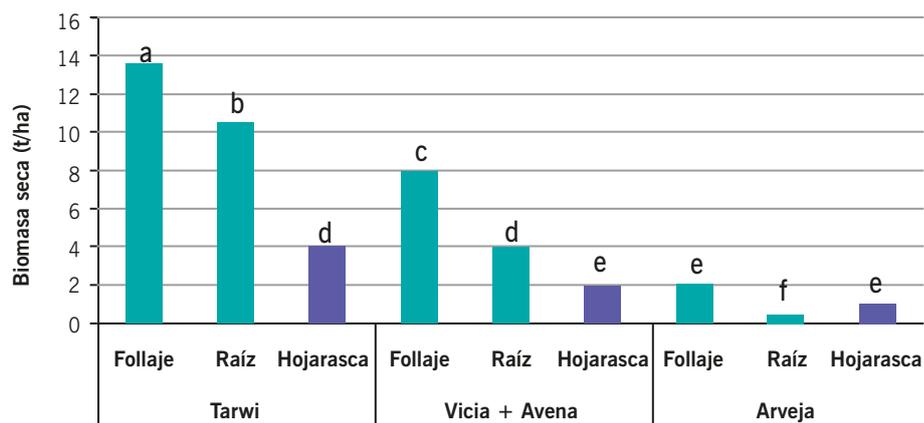


Figura 1. Biomasa seca de diferentes especies de leguminosas en Anzaldo.

También se determinó la respuesta favorable del tarwi a la inoculación con *Rhizobium* que permitió elevar su nodulación de 33 a 172 nodulos/pl, muy superior a los 22 nodulos/pl encontrado en la arveja inoculada.

Esta mayor respuesta a la inoculación está asociada a mayor fijación de nitrógeno atmosférico, mayor desarrollo del follaje y por consiguiente, a una mayor productividad del cultivo.

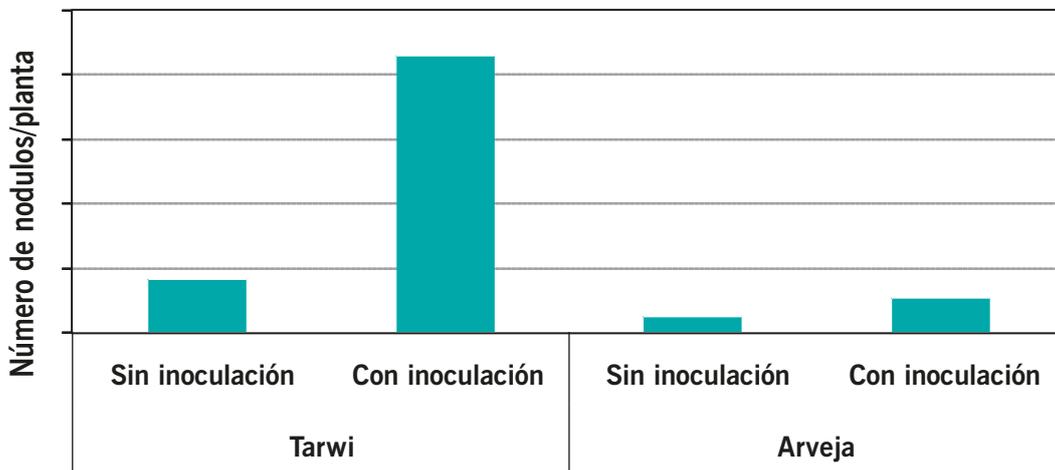


Figura 2. Respuesta del tarwi y arveja a la inoculación con *Rhizobium* en Anzaldo.

La incorporación al suelo de los residuos de cosecha de tarwi fue una práctica que se evaluó de manera participativa. Considerando que el laboreo del suelo es una tarea pesada, se ha probado el uso de implementos para la tracción mecánica. La combinación de rastra de discos para cortar los tallos duros del tarwi y el arado de discos para incorporarlo al suelo parecen ser los más apropiados, sin embargo, para que esta práctica pueda ser adoptada, es necesario conocer su efecto en los cultivos subsecuentes como la papa y quinua.

Pese a estos avances, se avizora algunos factores limitantes en la producción masiva de tarwi en Anzaldo, como el ataque de las enfermedades Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) y Roya (*Uromyces lupini*) que se manifiestan en

condiciones muy húmedas y el ataque del gorgojo barrenador de tallos (*Apion* spp.) que puede diezmar la producción si no se la controla oportunamente.

Mercado del tarwi

El estudio de mercado realizado en febrero 2014 revela que en los últimos años la demanda del grano de tarwi está en ascenso debido al incremento de su exportación informal al Perú. La principal señal de esta aseveración es el aumento sostenible de su precio en las ferias provinciales que se incrementó de 3,3 Bs/kg en 2004 a 6 Bs/kg en 2010 y a 11 Bs/Kg en 2014.

Este potencial oculto del tarwi para mejorar los suelos y la economía local fue percibido por los productores de Anzaldo quienes están solicitando a sus organizaciones sociales y autoridades apoyar su difusión.



Comercialización de tarwi en la feria de Punata, Cochabamba.

Retos para el 2014 - 2016

Con el financiamiento de Holanda (Proyecto PSI) y en alianza con la empresa (PANASERI s.r.l.), se espera: 1) promover la producción de tarwi en Anzaldo y otros municipios, 2) incentivar su consumo local y nacional, 3) buscar la articulación comercial de los productores con la empresa privada y 4) promover la exportación.

Los sondeos de mercado realizados muestran que la exportación de tarwi a Ecuador constituye una oportunidad para la producción boliviana, debido a que difícilmente pueden satisfacer su demanda. Procesadores del Ecuador como Corpo-Casa, La Verde y Chochomania, expresaron una demanda de grano seco de tarwi en una cantidad superior a los 3.000 qq/año, los cuales deberían cumplir con las exigencias de calidad y cualidad (tamaño grande y sin manchas oscuras).

Por otra parte, la empresa PANASERI también viene realizando acciones para la oferta de chuchusmuti en supermercados.

Con el apoyo de la Fundación Mcknigth se optimizó el manejo agronómico, se promovió el uso de semilla de calidad, se mejoró el control de plagas y enfermedades y mecanizó las labores de siembra, cosecha y poscosecha del tarwi.

La falta de mano de obra en las áreas rurales debido a la migración, obliga a mecanizar las actividades agrícolas que demandan más esfuerzo y energía.

La contribución a la seguridad alimentaria en el contexto de Anzaldo y de muchos municipios productores o potenciales productores de tarwi es muy importante, ya que una parte de lo producido es destinado a la alimentación de la familia.

Junto a la Fundación Mcknigth se están creando iniciativas para promover el consumo local y desarrollar técnicas más innovadoras para el desamargado del grano, a fin de optimizar el uso de agua que es limitada en muchas regiones.



Otro reto que se buscará lograr (en alianza con actores municipales sindicales y privados) es promover la práctica de incorporación de residuos (de tarwi) al suelo después de la cosecha, a fin de mejorar la materia orgánica del sustrato.

Cabe resaltar que todo el trabajo desarrollado no hubiera sido posible sin el apoyo de las familias de productores con los que se ha reflexionado sobre: el estado de la fertilidad de los suelos locales, las diferentes opciones de mejora de la fertilidad del suelo y entre esas opciones las ventajas y/o desventajas de la incorporación del tarwi en el sistema de producción local.

Entre las muchas ventajas se mencionan la nutrición de la familia y la posibilidad de generar mayores ingresos pero también se expresan preocupaciones por la duración del ciclo de cultivo y cómo entra en su esquema migratorio, así como la inversión en la preparación de suelo, semilla y mano de obra, que como ya se mencionó es cada vez más escasa.

Esta interacción y análisis entre las familias de productores, técnicos y posibles compradores sobre temas de mercado, seguridad alimentaria y pertinencia de la tecnología en el sistema productivo, es lo que ha generado la demanda creciente del tarwi en el municipio.

Literatura consultada

- Bengolea O., J. 2008. Utilización del tarwi como abono verde en el programa de Chiroqasa del Norte de Potosí, Bolivia. Vecinos Mundiales. Revista Clades. No 10.
- Fonte, S.; Vanek, S. 2012. Rutas de intensificación agroecológica para el manejo de la fertilidad del suelo dirigidas a los pequeños agricultores de las zonas alto-andinas. Informe y recomendaciones para la Fundación Mcknight. pp. 30 – 73.
- Gross, R. 1982. Situación Actual de la Investigación Alimentaria del lupino. Proyecto Lupino. Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú. Int. N° 8:142-167.
- Jacobsen E., Mujica A. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 458-482 pp.
- Tay U, J. 2009. Producción de canola, lupino y arveja en la precordillera del Bio Bio y el secano costero de la provincia de Arauco. Boletín INIA No 188. 166 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile.

Selección asistida por marcadores moleculares

para resistencia a enfermedades en un programa práctico de mejoramiento genético de papa



Financiadores: FONTAGRO - CLIPAPA,
Reino de los Países Bajos

Colaboradores: NEIKER Tecnalia (España),
INTA (Argentina), INIA (Uruguay),
INIAP (Ecuador), UC (Costa Rica),
YANAPAY (Perú), INIA (Perú)

La Selección Asistida por
Marcadores Moleculares (SAM) en
un futuro mediano podrá ser utilizada
como herramienta para una
selección temprana y segura en la
mejora genética de la papa.

Una variedad moderna de papa idealmente requiere de la combinación de 50 o más caracteres importantes como mayor rendimiento (producto de la combinación de factores morfológicos, fisiológicos y ontogenéticos), adaptación a técnicas de manejo en el campo (el aporque, control de malezas y distancia de siembra en la cosecha y en el almacenamiento), resistencia a los factores adversos abióticos (heladas, sequía, suelos salinos, etc.) y bióticos (enfermedades, insectos, nematodos) y calidad, de acuerdo a los fines para los cuales se destina el producto (sólidos totales, compactación, azúcares reductores, tiempo de cocción,

propiedades organolépticas, verdeamiento en almacén, contenido de glicoalcaloides, etc.).

Un programa de mejoramiento genético convencional normalmente requiere grandes cantidades de plántulas (cientos de miles en muchos casos) para seleccionar una variedad deseada basada en el análisis del fenotipo. Este proceso en el mejor de los casos toma entre 6 a 8 años.

Los marcadores moleculares (biomoléculas que se relacionan con un rasgo genético) constituyen una herramienta básica para ayudar a hacer más eficientes los procesos de selección en los programas de mejoramiento genético.

En este sentido, la Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAM) es una herramienta valiosa, porque pone a disposición del mejoramiento genético, técnicas modernas de la biología molecular que eliminan el efecto ambiental y garantizan la selección genotípica en vez de la fenotípica; además, estos marcadores moleculares se aplican en una sola prueba, en corto tiempo y no necesariamente paso a paso como se hace en el mejoramiento convencional; reduciendo de este modo, el tiempo y espacio en la selección.



Los avances en la biología molecular y particularmente, en la genómica y proteómica permiten aplicar nuevas estrategias y técnicas eficientes para el detallado análisis genético de cualquier fenotipo.



En la Fundación PROINPA se utilizaron estas herramientas con los siguientes objetivos:

1) Validar seis marcadores moleculares utilizados por diversos programas de mejoramiento genético de papa del mundo, para detectar los genes de resistencia a los virus PVY y PVX, a los nematodos: *Globodera pallida* y *G. rostochiensis*, al tizón (*Phytophthora infestans*) y a la verruga (*Synchytrium endobioticum*) en variedades mejoradas de papa obtenidas por mejoramiento convencional en años previos.

2) Aplicar estos marcadores moleculares para SAM en poblaciones de papa, obtenidos en recientes años a partir de cruzamientos entre especies nativas.

Las investigaciones se realizaron en el invernadero y el laboratorio de Biología Molecular y Bioinformática de PROINPA. Se utilizó marcadores moleculares de libre acceso que están ligados y colocalizados con los genes de resistencia para *Phytophthora infestans*, *Globodera pallida*, *G. rostochiensis*, *Synchytrium endobioticum*, PVX y PVY.

Tabla 1. Presencia/ausencia de alelos (QTIs/genes) resistentes en las variedades evaluadas, las mismas que se han identificado a través de la utilización de marcadores moleculares

Nº	Variedad	PVY RySC3	G.p. HC	G.r. Gro 1-4	P.i. GP 94	S.e. NL 25	PVX CP 60
1	Aurora	+	+	-	+	+	+
2	Chota Ñawi	+	+	+	+	+	-
3	Desireé	+	-	-	+	+	+
4	Isabel	+	+	+	+	+	+
5	Runa Toralapa	+	-	-	+	+	+
6	Keila	+	+	+	+	+	+
7	Morita	+	+	-	+	+	+
8	Pafrita	+	-	-	+	+	+
9	P'alta Chola	+	+	-	+	+	+
10	Pinker	+	-	-	+	+	+
11	Pujuni Imilla	+	+	-	+	+	+
12	Robusta	+	+	-	+	+	+
13	Rosada	+	+	-	+	+	+
14	Salomé	+	-	-	+	+	+
15	Victoria	+	+	+	+	+	+
16	Violeta	+	+	+	+	+	+
17	Yungueñita	+	+	-	+	+	+
18	Jaspe	+	+	+	+	+	+
19	Waych'a C-	-	-	-	-	-	-
20	India	+	+	+	+	+	+
21	C+	Pro	Pbo	Wni	P Ch	P Ch	P Ch
22	C-						

G.p. = *Globodera pallida*, G.r. = *G. rostochiensis*, P.i. = *Phytophthora infestans*, S.e. = *Synchytrium endobioticum*

Rosa = Pro (adg), Pinta Boca = Pbo (stn), Wallpa Ningri = Wni (stn), PCh = P'alta Chola, + = Presencia del alelo de resistencia, - = Ausencia del alelo de resistencia, C+ = Control positivo (Resistente), C- = Control negativo (Susceptible).



Los resultados mostraron que los marcadores moleculares para detectar los genes de resistencia a los virus PVY y PVX (ubicados en los cromosomas XI y XII) fueron encontrados en todas las variedades evaluadas (Tabla 1 y fig 1), excepto en la variedad Chota Ñawi y Waych'a).

El marcador molecular para detectar el gen de resistencia para *G. rostochiensis* (ubicado en el cromosoma VII) fue encontrado en las

variedades Chota Ñawi, Isabel, Keila, Victoria, Violeta, Jaspe, India y Wallpa Ningri (Control positivo C+).

El marcador molecular para resistencia a verruga (*S. endobioticum*) (ubicado en el cromosoma XI) fue encontrado en todas las variedades evaluadas, a excepción de Waych'a (Control negativo C-).

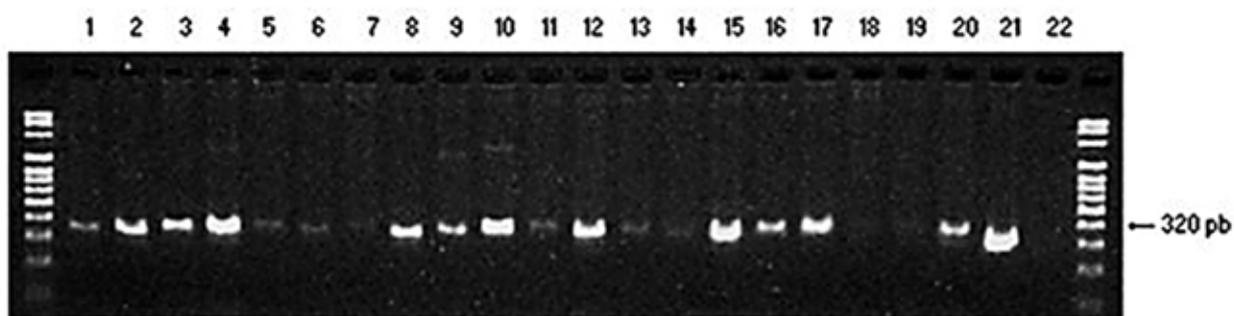


Figura 1. Detección del gen Ryadg para resistencia al virus PVY de la papa, utilizando el MM RySC3, representada por el fragmento de 320 pb.

1. Aurora, 2. Chota Ñawi, 3. Desireé, 4. Isabel, 5. Runa Toralapa, 6. Keila, 7. Morita, 8. Pafrita, 9. P'alta Chola, 10. Pinker, 11. Puyjuni Millla, 12. Robusta, 13. Rosada, 14. Salome, 15. Victoria, 16. Violeta, 17. Yungueñita, 18. Jaspe, 19. Waych'a C-, 20. India, 21. Papa Rosa C+, C- (de reacción).

Finalmente el marcador molecular para tizón localizó el gen de resistencia (ubicado en el cromosoma IX) en todas las variedades, con excepción de Waych'a (control negativo C-).

Estos marcadores moleculares utilizados en el estudio para asociar los genes de resistencia a múltiples factores, son un método eficiente para detectar las resistencias esperadas en las variedades evaluadas.

Los marcadores moleculares de esta forma validados, fueron posteriormente aplicados para la SAM en 15 poblaciones de papa (840 clones), que tenían sangre de especies cultivadas como: *Solanum tuberosum* subsp *andigena* (4x), *S. tuberosum* subsp *tuberosum* (4x), *S. goniocalyx* (2x), *S. phureja* (2x), *S. stenotomum* y *S. x ajanhuiri* (2x), y especies silvestres como: *S. stoloniferum* (4x), *S. iopetalum* (6x), *S. palustre* (2x) y *S. fendleri*

(2x). La aplicación de la SAM en estas poblaciones permitió la selección de 104 clones con probable resistencia a los virus PVY, PVX, al nematodo-quiste (*G. pallida*, *G. rostochiensis*), al tizón (*P. infestans*) y a la verruga (*S. endobioticum*).

Los marcadores moleculares utilizados confirmaron las resistencias de las variedades de papa evaluadas y se logró la aplicación de la SAM en clones de papa.

Podemos sugerir que el uso de la SAM para resistencia a PVY, PVX y verruga, es un método sencillo y fiable por la característica monogénica (un sólo gen) de este tipo de resistencia, pero se debe poner a punto las técnicas moleculares y requiere de la automatización del proceso. En cambio, la resistencia a tizón y nematodos es compleja y en ellos están involucrados muchos genes, por

lo que se necesita validar otros marcadores moleculares adicionales.

Con este estudio se comprobó que la SAM puede ser eficiente para seleccionar clones de papa con resistencias múltiples, contribuyendo a disminuir el proceso de selección en un 30% del tiempo respecto de un proceso convencional de selección en campo; además garantizaría la selección en campo para factores agronómicos y de rendimiento.

Literatura consultada

- Barone, A. 2004. Molecular markers-assisted selection for potato breeding. *Am J of Potato Res.* 81: 111 – 117.
- Gebhardt, C.; D.Bellin; H. Henselewski; W. Lehmann; J. Schwarzfischer; J.P.T. Valkonen. 2006. Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato. *Theor Appl Genet* 112: 1458–1464.
- Mosquera, T.; C. Fernández; L. Martínez; A. Acuña; D. Cuéllar. 2008. Genética de la resistencia de la papa (*Solanum tuberosum*) a patógenos. *Estado de arte. Agronomía Colombiana* 26 (1), 7-15.
- Ortega, F.; C. Lopez-Vizcon. 2012. Application of molecular marker-assisted selection (MAS) for disease resistance in a practical potato breeding programme. *Potato Res.* 2012; 55:1–13.
- Ritter, E.; J.I. Ruiz de Galarreta; M. Hernandez; G. Plata; L. Barandalla; R. López; I. Sánchez; J. Gabriel. 2009. Utilization of SSR and cDNA markers for screening known QTLs for late blight (*Phytophthora infestans*) resistance in potato. *Euphytica* 170: 77- 86.
- Sliwka, J.; H. Jakuczun; P. Kamiński; E. Zimnoch. 2010. Marker-assisted selection of diploid and tetraploid potatoes carrying Rpi-phu1, a major gene for resistance to *Phytophthora infestans*. *J Appl Genet* 51(2): 133–140.
- Veramendi, S.; M. Baldelomar; A. Terán; J. Gabriel. 2011. Marcadores moleculares asociados a genes/QTLs de resistencia para factores bióticos en nuevas variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) de Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa* 16 (2): 209 - 232.

The image shows several clear plastic petri dishes containing bacterial cultures. The cultures are visible as white, fuzzy growth on the surface of the agar. One dish in the foreground is labeled 'MALTOSA' in black marker. Another dish in the background is labeled 'MALTOSA'. The dishes are arranged on a surface with a perforated metal grid pattern.

Identificación y monitoreo de enfermedades por medios moleculares

Financiadores: Kopia Center, Cooperación Corea del Sur e International Foundation for Science, Suecia

Por primera vez en Bolivia se cuenta con un método de detección por técnicas moleculares de *A. tumefaciens* y *R. solanacearum* para muestras de suelo y de tejido vegetal. Este método es altamente sensible, rápido y muy específico.

Los patógenos de plantas (hongos, bacterias, virus y viroides) causan enfermedades importantes en muchas plantas en todo el mundo, con pérdidas significativas en el rendimiento y en la calidad comercial de los productos. Los hongos son controlados mediante fungicidas y bioinsumos; en el caso de virus y bacterias no se tienen disponibles sustancias de uso masivo, por esta razón, la prevención es la mejor estrategia para evitar la diseminación de estos patógenos. La prevención demanda métodos de detección de patógenos de alta sensibilidad, especificidad y fiabilidad, debido a que muchos pueden permanecer latentes y sólo manifestarse en algunos estados fisiológicos de la planta.

Entre las técnicas más eficientes desarrolladas para la detección de patógenos se encuentra la tecnología molecular que ofrece gran sensibilidad y precisión en el diagnóstico y mayor rapidez que las técnicas convencionales a un costo equivalente a éstas. Esta tecnología también aumenta la comprensión de la biología y la estructura de las poblaciones de los

patógenos y provee respuestas rápidas a preguntas epidemiológicas sobre enfermedades de plantas y ayuda a la toma de decisiones sobre el control.

Utilización de técnicas moleculares en la detección de patógenos de importancia para Bolivia

A continuación se presentan dos casos del empleo de tecnología molecular en el diagnóstico de algunas enfermedades de importancia económica para Bolivia.

Agalla de Corona. Existen cerca de 2.500 ha de plantaciones de durazno en el valle de Cochabamba. Esta extensión produce alrededor de 20 mil toneladas de fruta por año que genera un monto económico aproximado de 10 millones de dólares. Entre los principales problemas fitosanitarios del duraznero se encuentra la Agalla de Corona.

El agente causal de la Agalla de Corona en duraznero es la bacteria llamada *Agrobacterium tumefaciens*, que ataca a una amplia gama de plantas siendo las más susceptibles las de la familia *Rosaceae*. *A. tumefaciens* es una bacteria Gram-negativa que vive en el suelo y entra a las plantas a través de heridas en raíces o tallos. *A. tumefaciens* induce la proliferación de las células de las plantas usando fitohormonas que forman tumores o agallas generalmente en el tallo a la altura del suelo pero también en las raíces o en tallos aéreos y ramas. Las plantas afectadas pueden quedar enanas, débiles, cloróticas y eventualmente morir.

La detección temprana y oportuna de *A. tumefaciens* permite obtener los siguientes beneficios:

- 1 Previene la producción de plantines enfermos en viveros y su posterior comercialización.
- 2 Permite el establecimiento de nuevos huertos en suelos limpios y con plantas sanas.
- 3 garantiza la sanidad del material vegetal utilizado para realizar injertos.
- 4 Ayuda a conservar el óptimo estado sanitario de suelos y aguas de riego en invernaderos, viveros y huertos frutales.
- 5 Reduce las pérdidas ocasionadas por la Agalla de Corona.
- 6 Permite acreditar a los servicios nacionales de certificación de la calidad sanitaria de plantas.

En la Fundación PROINPA se ha puesto a punto un método de detección de *A. tumefaciens* por medios moleculares. Los resultados indican que por medio de la amplificación por PCR (reacción en cadena de la polimerasa) usando partidores específicos para *A. tumefaciens*, los aislamientos bacterianos 1, 6 y 7 corresponden a *A. tumefaciens* (Figura 1). Estos tres aislamientos fueron confirmados por su capacidad de formar tumores en las plantas indicadoras *Datura stramonium* y *Solanum lycopersicum* (Lazcano, 2008 y Plata). Se han usado dos parejas de partidores: A-E' y CYT-CYT' [5] que detectan específicamente el gen *virD2* involucrado en la virulencia de la bacteria y el gen *ipt* implicado en la formación de tumores respectivamente.

Para la detección de *A. tumefaciens* en suelo, muestras de suelo provenientes de parcelas con durazneros afectados por agalla y suelo esterilizado fueron utilizadas para extraer ADN total. El ADN fue amplificado selectivamente mediante un PCR semi-anidado usando los pares de partidores A-E' y A-C' [5]. Se detectó la presencia de la bacteria en suelos de parcelas con agalla pero no en el suelo control (Figura

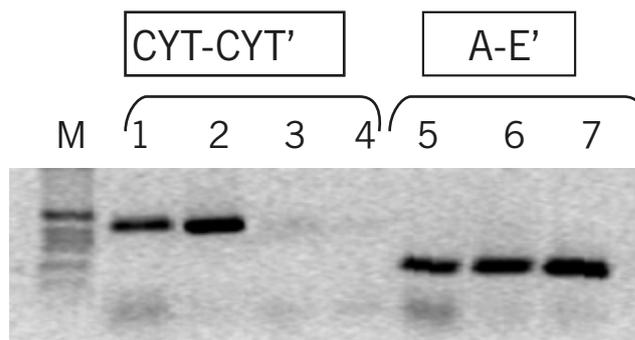


Figura 1. Detección de *A. tumefaciens* usando los partidores para el gen *ipt* (CYT-CYT') *virD2* (A-E'). Carriles: M marcador de peso molecular, 1 aislamiento 1; 2 aislamiento 7; 3 C58C1 (control positivo); 4 agua (control negativo); 5 aislamiento 1; 6 aislamiento 7; 7 C58C1 (control positivo).

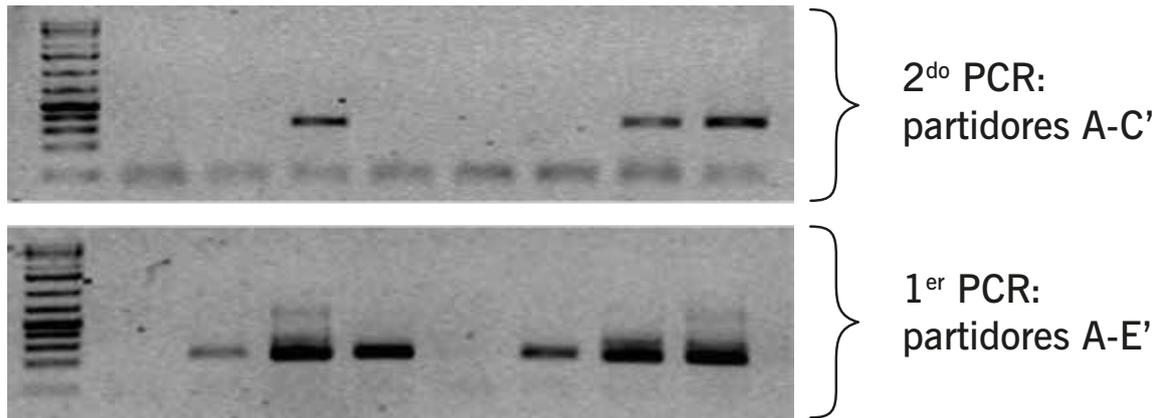


Figura 2. Detección de *A. tumefaciens* en muestras de suelo. Carriles: M marcador de peso molecular; **1** Agua (control negativo); **2** suelo estéril autoclavado; **3** suelo estéril + *A. tumefaciens* sin diluir ($\sim 1 \times 10^8$ ufc/ml); **4** suelo estéril + *A. tumefaciens* dilución 10^{-6} ; **5** suelo estéril + *A. tumefaciens* dilución 10^{-10} ; **6** suelo estéril + *A. tumefaciens* dilución 10^{-8} ; **7** ADN purificado de *A. tumefaciens* C58C1 (control positivo); **8** *A. tumefaciens* C58C1 (control positivo).

2). Con el fin de establecer la sensibilidad de la técnica se inoculó suelo estéril con concentraciones decrecientes de *A. tumefaciens* y se realizó en paralelo recuentos bacterianos en placa para establecer el número mínimo de células bacterianas que puede detectar esta metodología. El resultado indica que el PCR anidado tiene una capacidad de detectar 5 células de *A. tumefaciens* por gramo de suelo (5 ucf/g de suelo).

Para la detección de *A. tumefaciens* en muestras de plantas de duraznero, se extrajo ADN total de raíces, tallos y yemas. El ADN extraído fue sometido a un PCR semi-anidado con los partidores A-E' y A-C'. Se encontró *A. tumefaciens* en tallos y yemas jóvenes y viejas, en yemas apicales, en raíces y en cortezas de tallos jóvenes. No se encontró en cortezas de tallos leñosos. Este resultado es coherente ya que la bacteria necesita tejido vegetal vivo para su subsistencia.

Marchitez Bacteriana. Es una enfermedad causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum*, que vive en el suelo, ingresa a la planta y ocasiona la marchitez y la muerte de ésta. La Marchitez Bacteriana puede afectar el 75% de la producción de papa de una parcela y el 100% de la papa almacenada en zonas con alta incidencia. Este daño significa una pérdida entre 300 a 1.000 \$us/ha.

Históricamente, *R. solanacearum* se ha clasificado en razas y biovars, pero recientemente un nuevo sistema de clasificación divide a esta especie en cuatro grupos principales llamados filotipos que reflejan las relaciones filogenéticas entre los miembros de la especie y que además coinciden con el origen geográfico de éstos.

De 1992 a 2006, la Fundación PROINPA, en cooperación con el Centro Internacional de la Papa realizó estudios sobre la presencia de Marchitez Bacteriana en Bolivia, identificando las áreas afectadas y las razas de la bacteria; también se trabajó en el desarrollo de propuestas de manejo integrado. Últimamente, los investigadores de PROINPA han desarrollado un método basado en técnicas de biología molecular para detectar la bacteria patógena en tubérculo-semilla. Con esta tecnología se realizó un monitoreo de la enfermedad en las zonas paperas más

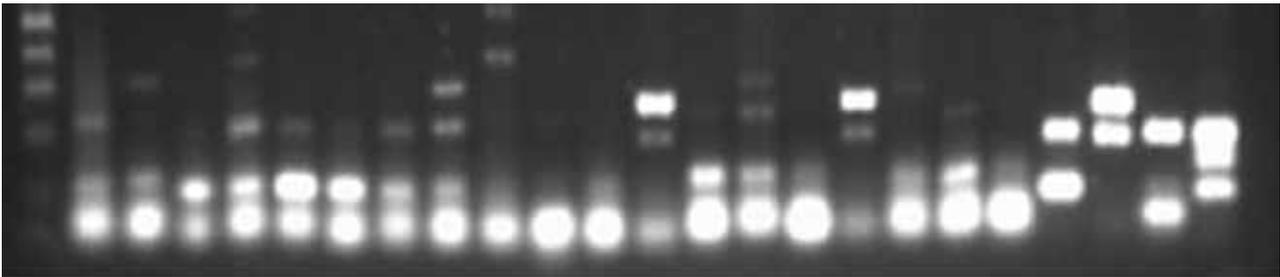


Figura 3. Productos de PCR usando los partidores descritos por Fegan & Prior [2]. Las muestras 1-19 provienen de bacterias aisladas de muestras de tubérculo-semilla, las muestras 20-23 son controles positivos para los filotipos I, II, III, IV respectivamente, **M** marcador de peso molecular.

vulnerables al cambio climático. En el año 2013, se realizó una colecta de semilla de papa de 224 comunidades para conocer la situación actual de la enfermedad en el país. Los resultados indican que en 16 municipios (170 comunidades) de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Oruro, Potosí y Tarija se detectó la bacteria. La incidencia de la Marchitez Bacteriana por municipios es alta, el 68,75% de ellos presentan evidencias de la enfermedad, sin embargo, la contaminación de los tubérculos con la enfermedad es baja (el 8,72% de los tubérculos contienen al patógeno). Respecto a la diversidad de cepas de *R. solanacearum*, las razas encontradas en el país son 1 y 3, los biovars 1 y 2 y los filotipos I y II. La detección se realizó por técnicas moleculares usando los partidores 759 y 760 y la determinación de los filotipos, de acuerdo a Fegan & Prior (Figura 3).

Conclusiones

Por primera vez en Bolivia se cuenta con un método de detección por técnicas moleculares de *A. tumefaciens* y *R. solanacearum* para muestras de suelo y de tejido vegetal. Este método es altamente sensible, rápido y muy específico. Tiene un nivel de detección de hasta cinco células de *A. tumefaciens* por gramo de suelo. También se pueden analizar muestras provenientes de diversas partes de la planta: raíces, tallos, yemas y otros. Esta versatilidad ofrece ventajas sobre las técnicas de diagnóstico convencional (microbiología) y por serología (ELISA), dado que no se requiere el previo aislamiento, purificación, ni la inoculación.

Aunque no está detallado en este artículo, en el laboratorio de Biología Molecular de PROINPA, se tiene la experiencia en el diagnóstico de otras enfermedades además de las mencionadas: virus PVX, *Erwinia* sp. y *Mycosphaerella fijiensis* (Sigatoka negra) en muestras de planta y *Paenibacillus larvae* (Loque americana) en muestras de abejas (adultas y larvas) y panales.

Literatura consultada

- Barea O., Equise H., Alvarez V. & Gandarillas A. 2008. La marchitez bacteriana en Bolivia: situación actual y sus consecuencias futuras. *Revista de Agricultura (Bolivia)*. 60:10-43.
- Fegan M. & Prior P. 2005. How complex is the "*Ralstonia solanacearum* species complex"? In: Allen C, Prior P, Hayward AC, editors. Bacterial wilt disease and the *Ralstonia solanacearum* species complex. APS Press, St. Paul. pp 449-461.
- Fernandez-Northcote E. N. & Alvarez V. 1993. Situación actual de la marchitez bacteriana causada por *P. solanacearum* en Bolivia, Brasilia, Brasil.
- Goulter K. & Randles J. 1997. Serological and molecular techniques to detect and identify plant pathogens. In: Brown JF and Ogle HJ editors. *Plant Pathogens and Plant Diseases*. APPS Press, Australia. pp 172-191.
- Haas J.H, Moore L., Ream W. & Manulis S. 1995. Universal PCR primers for detection of phytopathogenic *Agrobacterium* strains. *Appl. Environ Microbiol* 61:2879-2884
- López M.M., Llop P., Olmos A., Marco-Noales E., Cambra M. & Bertolini E. 2009. Are molecular tools solving the challenges posed by detection of plant pathogenic bacteria and viruses? *Curr. Issues Mol. Biol.* 11: 13-46.
- Michailides T.J., Morgan D.P., Ma Z., Luo Y., Felts D., Doster M.A. & Reyes H. 2005. Conventional and molecular assays aid diagnosis of crop diseases and fungicide resistance. *Calif. Agr.* 59:115-123.
- Miller S.A. & Martin R.R. 1988. Molecular diagnosis of plant disease. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26: 409-432.
- Opina N., Tavner F., Hollway G., Wang J.F., Li T.H., Maghirang R., Fegan M., Hayward A.C., Krishnapillai V., Hong W.F., Holloway B.W. & Timmis J. 1997. A novel method for development of species and strain specific DNA probes and PCR primers for identifying *Burkholderia solanacearum* (formerly *Pseudomonas solanacearum*). *Asia Pacific J. Mol. Biol. Biotech.* 5:19-30.

Difusión



Uso de variedades de quinua y semilla de calidad

Financiador: Fundación McKnight

La semilla y la variedad son importantes
en relación a la pureza, adaptación y
viabilidad, sin embargo, otros factores
ambientales también son determinantes
para el rendimiento.

La ampliación de superficie de siembra y las exigencias del mercado de la quinua, conducen a la alta demanda de semilla especialmente en las zonas nuevas de producción comercial. La demanda de semilla de calidad igual o similar a la Quinua Real, lleva a los productores, a introducir variedades del Altiplano Sur al Centro e inclusive al Norte, guiados únicamente por el tamaño de grano como criterio de calidad y sin considerar posibles problemas de adaptación.

En el caso del Altiplano Sur, la demanda de semilla no es tan evidente como en las zonas del Altiplano Central y Norte, porque se abastecen de sus propias parcelas.

La superficie cultivada para la producción de semilla de quinua en Bolivia se ha incrementado notablemente en la gestión agrícola 2011 – 2012 se ha sembrado 11,4 ha con una producción total de 1,4 tn, y en el 2012-2013 se ha incrementado a 29,3 ha obteniendo 9,3 tn de semilla certificada, sólo con el proyecto Semillas Andinas (Aguilera *et al.*, 2013).

La Fundación PROINPA en el marco del proyecto financiado por la Fundación McKnight, anualmente produce entre 1,5 a 2,0 tn de semilla como parte de una actividad del componente de mejoramiento genético y se distribuye en las zonas productoras con preferencia en el Altiplano Central y Norte e inclusive en los valles.

Por la amplia diversidad genética del cultivo, las variedades de quinua difieren en la duración del ciclo productivo y resistencia a enfermedades, lo que determina su adaptación diferenciada en las zonas de producción. Sin embargo, la información sobre el rango de adaptación de variedades es escasa y no se encuentra disponible para la mayoría de los productores, entidades de desarrollo y otros actores interesados.



Las características climáticas de las tres zonas del Altiplano de Bolivia difieren por la cantidad de precipitación pluvial; escasa en el Sur (200 mm anuales), moderada en el Centro (400 mm) y bastante en el Norte (600 mm).

La producción de quinua en el Altiplano Sur y parte del Centro, representa un porcentaje mayor al 70% de la producción nacional, en su mayoría destinada al mercado de exportación y mientras que para autoconsumo la quinua proviene de la producción del Altiplano Norte y zonas de Valle.

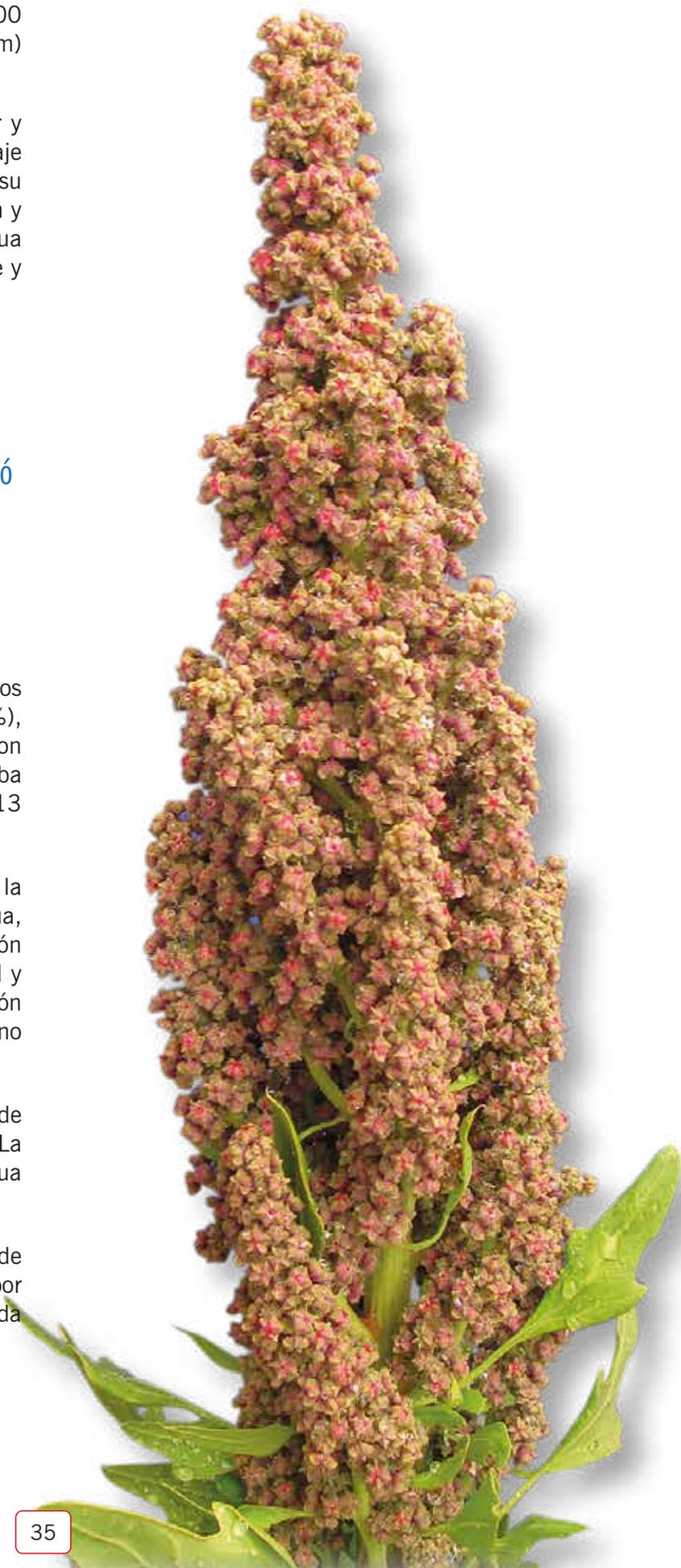
La producción nacional de quinua durante la campaña 2011-2012 alcanzó a 50.566 toneladas métricas. (IBCE 2013).

Esta producción se concentró entre los departamentos de Oruro con 17.922 tn (43%), Potosí con 14.906 tn (35,8%) y La Paz con 8.611 tn (20,7%), mientras que Cochabamba reportó 161 tn, Chuquisaca 40 tn y Tarija 13 toneladas (0,5%).

En el presente documento se dan a conocer la experiencia en el uso de variedades de quinua, que permite identificar las zonas de adaptación de variedades en un contexto de variabilidad y cambio climático, describir las vías de difusión de semilla de calidad de quinua en el Altiplano Norte, Centro y Sur.

El estudio fue realizado en el Centro de Investigación Quipaquipani de PROINPA (La Paz) y en comunidades productoras de quinua del Altiplano Norte, Centro y Sur.

Los materiales empleados fueron semilla de variedades mejoradas con certificación por parte del INIAF y semilla artesanal producida con criterios básicos de calidad.







El método empleado para la distribución de variedades fue la entrega directa a: los demandantes (agricultores) que solicitaron semilla de quinua mejorada (tipo Real) y a los grupos de productores que querían probar variedades en zonas nuevas. Se proporcionó semilla gratuita a los productores que demandan pequeñas cantidades y en calidad de venta a los productores e instituciones que solicitan mayor cantidad. Se registró información básica como: nombre del productor, comunidad, municipio y teléfono celular, asimismo, su experiencia en producir, preferencia por alguna variedad y, problemas principales con que ha tropezado. En todos los casos se proporcionó semilla con una viabilidad \geq a 90% (registrada en las primeras 24 horas de prueba como parte del control interno de calidad).

Por otra parte, se visitaron ferias de las provincias del Altiplano donde los productores acceden a semilla, en casos donde fue posible, se obtuvo información sobre la difusión de la semilla a nivel de comunidades e incluso mediante lazos familiares y prestaciones de servicios inter familiares dentro la comunidad.

En los sitios de destino de las variedades, se realizó el seguimiento a los productores con el fin de ver el comportamiento de las variedades mejoradas y además obtener una

retroinformación de la adaptación y el potencial uso.

En las entrevistas realizadas, se preguntó sobre la procedencia de la semilla, el comportamiento de la variedad, número de años de multiplicación y redistribución interna en la comunidad o comunidades vecinas.

En las comunidades cercanas a las zonas de trabajo, se realizó el seguimiento y evaluación participativa, con el dueño de cada parcela, en la etapa de floración y/o madurez fisiológica para comprobar el comportamiento de variedades.

En las parcelas alejadas, el seguimiento se realizó con el apoyo del teléfono celular como medio de comunicación para conseguir la retroinformación.

Con los resultados obtenidos, se identificó las comunidades y zonas para deducir el rango de adaptación de las variedades. Además se elaboró una ruta o flujo de diseminación de la semilla mejorada, a partir del Programa de Mejoramiento (PROINPA) y el flujo hacia los demandantes (agricultores, instituciones, y otros actores). En los casos donde fue posible, se cuantificó el rendimiento o al menos se hizo una estimación en función a las características de densidad de plantas, altura de planta y estado sanitario de los campos.

Resultados

La semilla es un factor crítico en el Altiplano Centro y Norte y en los Valles, debido a que son zonas de reciente ampliación y reintroducción del cultivo. Las variedades preferidas en el Altiplano Central y Norte tienen las siguientes características:

- Ciclo corto
- Grano grande
- Resistencia al mildiu

En el Altiplano Sur, si bien algunos productores prefieren comprar semilla certificada, la mayoría acude a su propia semilla a la hora de sembrar. Los multiplicadores sean grupos organizados o familiares, pueden producir semilla si tienen acceso a asistencia técnica e insertarla en el flujo formal e informal de semilla.

Los grupos interesados en producir semilla se preocupan por asignar un buen terreno para la quinua, buscar la variedad adaptada y sembrar oportunamente. Sin embargo, el interés de producir semilla es altamente dependiente de la demanda por parte de instituciones oficiales y entidades privadas de desarrollo rural.

Los resultados obtenidos en el Altiplano Centro y Norte, muestran que la variedad preferida por los agricultores es Jach'a Grano debido a su precocidad, resistencia parcial al Mildiu y grano comercial, en este sentido, se determinó que las variedades para estas zonas deben ser similares o mejores que la Jach'a Grano.

Por otro lado, es importante alentar la producción local de semilla con criterios técnicos de calidad para que la provisión sea sostenible en el marco de los esquemas del flujo que se practica en las zonas productoras.

En el año 2012 – 2013 la cantidad de semilla (certificada y artesanal) vendida y entregada sin costo fue de 1237 kg de las variedades Jach'a Grano, Blanquita, Kurmi, Chucapaca, Aynoca, Patacamaya, Phisancalla, Uyuni, Surumi, Sayaña, Horizontes, Intinaira y Santa María, llegando a productores de 42 comunidades del Altiplano Central, Norte y Sur; el 60% correspondió a la variedad Jach'a Grano. El año 2013-2014, la cantidad de semilla distribuida



fue de 1006 kg, siendo la variedad Jach'a Grano con mayor cantidad (58% del total distribuido).

En el año 2013-2014, como parte de las actividades de emprendimientos a escala comercial, se ha comercializado las variedades Maniqueña, Cariquimeña, Qanchis Blanco, Kurmi, Rosa Blanca, Toledo Rojo, Amarillo Real, Jach'a Grano, Puñete, Moqu, haciendo un total de 9.200 kg de semilla certificada

La distribución de semilla en los dos últimos años agrícolas alcanzó a 11.443 kg, estimándose la siembra de 1.635 hectáreas empleando semilla de calidad obtenida por la Fundación PROINPA.

Según los productores entrevistados, la demanda de semilla certificada es inducida por la promoción y exigencias administrativas de los municipios, gobernación departamental y el gobierno central en apego a la legalidad de la

norma de semillas vigente. Similar situación fue descrita por Baudoin (2006) para el caso semilla certificada de quinua en el Altiplano Sur.

En cambio, productores que no están ligados a proyectos, que son la mayoría, prefieren semilla artesanal y adaptada a la zona.

Según Boudoin (2009), en el Altiplano Sur 58 productores producen semilla certificada en parcelas entre 0,25 a 0,5 hectáreas por productor. De esta información se deduce que la mayor parte de los productores usan semilla artesanal.

La sistematización de información permitió visibilizar los lazos entre los actores relacionados con la semilla, donde se destaca el programa de mejoramiento, el ente certificador, los demandantes de semilla, la asistencia técnica, entre otros (Figura 1).

SEMILLA MEJORADA DE QUINUA Actores y relaciones

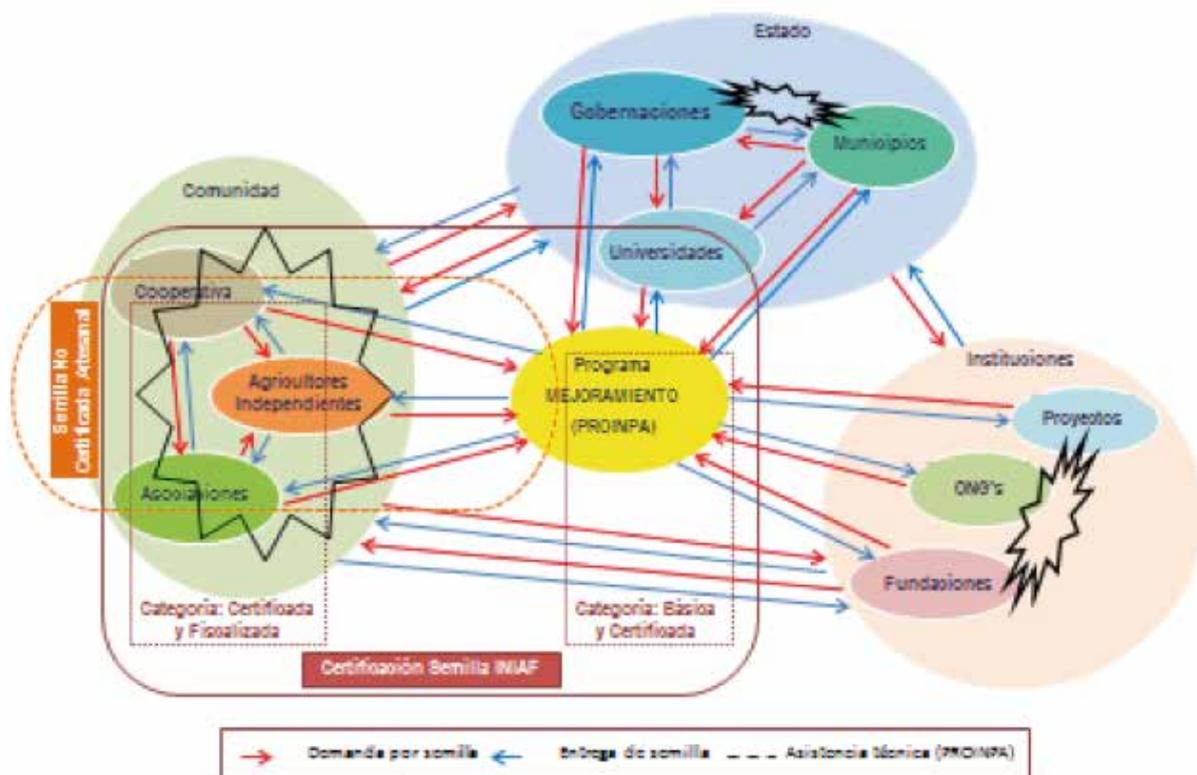


Figura 1. Principales actores y sus relaciones en el sistema de semilla de variedades mejoradas

Según testimonio de productores, la variedad Jach'a Grano (precoz) logra alcanzar la madurez fisiológica a pesar de ser sembrada tarde. Las variedades mejoradas se adaptan muy bien en zonas del Altiplano Centro, Norte y Sur, además de los ecotipos locales hay tres variedades mejoradas y seleccionadas (Horizontes, Qanchis Blanco y Real Blanca

precoz) que están siendo solicitados por productores.

Las variedades Kurmi y Blanquita se adaptan satisfactoriamente en el Valle Alto de Cochabamba y en zonas de puna (Tiraque) (Figura 2).

Valles: 800 mm



Norte: 600 mm



Central: 400 mm



Sur: 200 mm



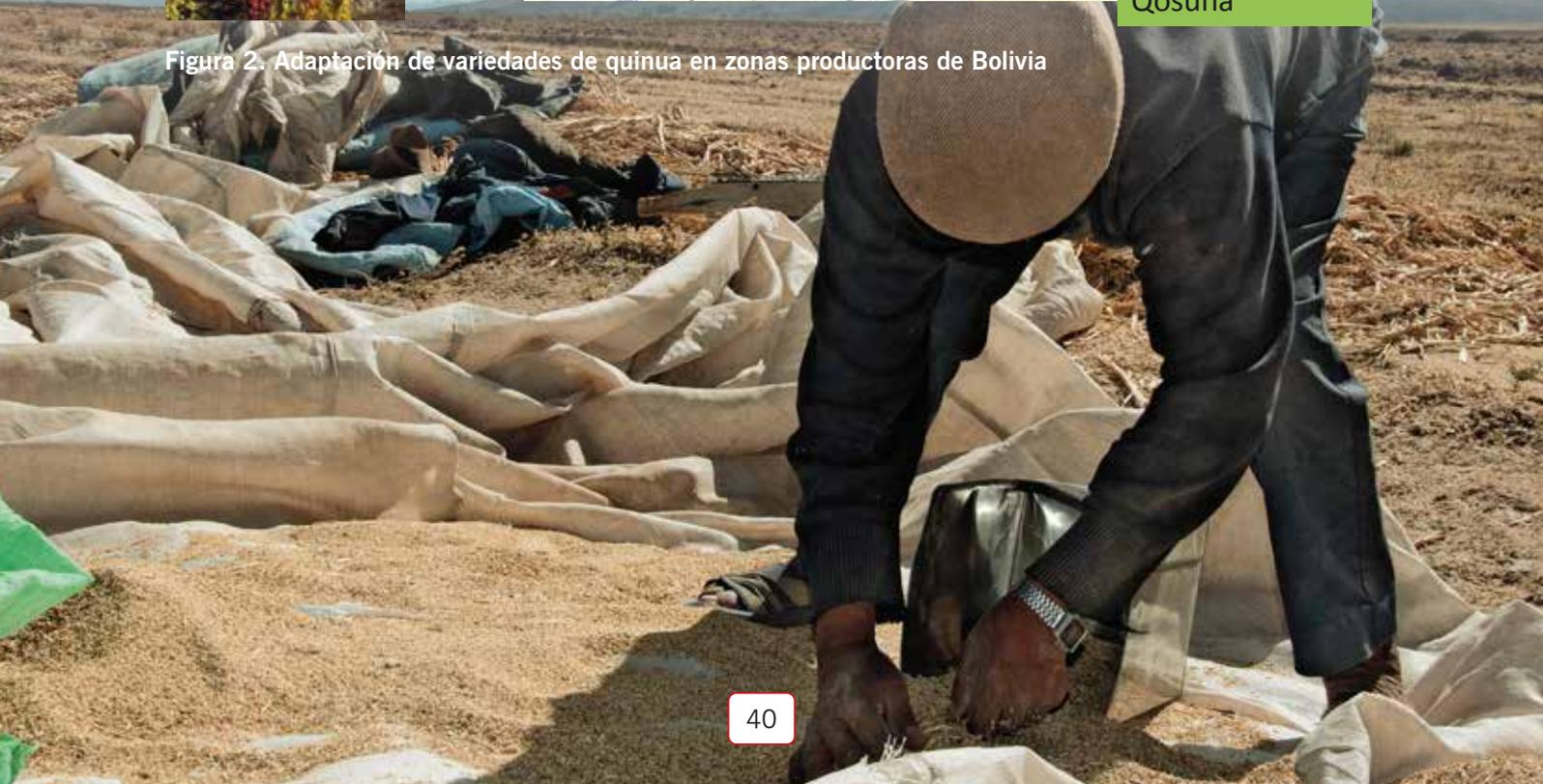
Kurmi,
Jacha Grano
Blanquita

Jacha Grano,
Kurmi, criollas
Blanquita
Phisanqalla

Jacha Grano, Aynoqa,
Horizontes,
Sajama, Sayaña.
Chucapaca.
Patamaya

Ecotipos reales
Uyuni,
Horizontes,
Qosuña

Figura 2. Adaptación de variedades de quinua en zonas productoras de Bolivia



RUTA DE LA SEMILLA MEJORADA DE QUINUA

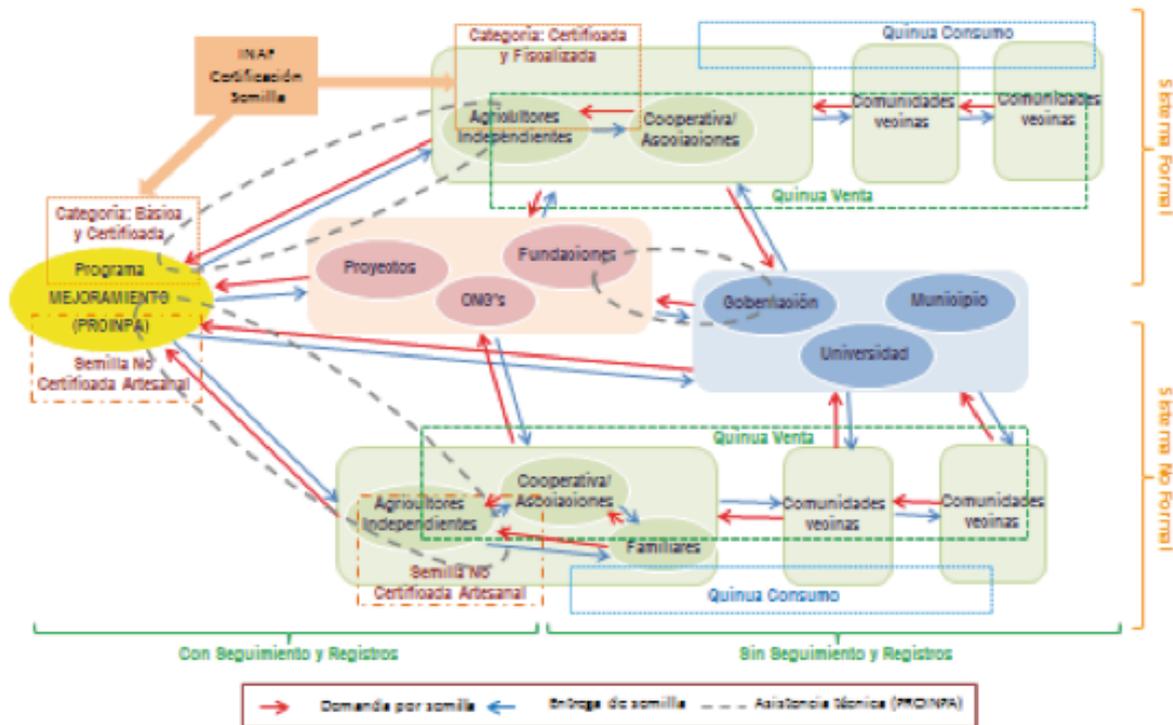


Figura 3. Las vías de diseminación de variedades mejoradas de quinua en el Altiplano Centro y Norte.

La Figura 3 representa el flujo de la semilla de variedades mejoradas de quinua en el Altiplano Central y Norte de Bolivia, donde se puede ver una vía con semilla formal o certificada y otra con semilla artesanal o local que contemplan el criterio de calidad. En ambos casos, los remultiplicadores juegan rol importante en el abastecimiento de semilla.

En el año agrícola 2012 – 2013, las visitas de acompañamiento a 17 parcelas con distintos agricultores en 10 comunidades, han evidenciado campos con densidad variable de plantas, en ciertos sectores presentaban población aceptable y en otros una densidad baja o ausencia de plantas. Estas fallas se atribuyen a factores como heterogeneidad del suelo, la mala preparación del suelo y escasa humedad en el momento de la siembra que son ajenos a la calidad de la semilla o la variedad. Por otra parte, la helada del 19 y 20 de marzo de 2013 afectó gran parte de las siembras tardías, lo que anuló la producción de grano y semilla.

El rendimiento estimado de variedades fueron entre buenos (1.000 a 1.100 kg/ha), aceptables (800 a 900 kg/ha) y pobres (600 a 700 kg/ha) según la densidad de plantas, la fertilidad del suelo, la época de siembra, la resistencia al Mildiu (*Peronospora vairabilis*), entre otros. Por tanto, la semilla y la variedad son importantes en relación a la pureza, adaptación y viabilidad, sin embargo, existen otros factores ambientales que también son determinantes para el rendimiento

En el Altiplano Norte y en particular en el sector del lago Titicaca todas las variedades mejoradas tienen mayor rendimiento en comparación con el Altiplano Central, lo cual se atribuye a la fertilidad del suelo.

El año 2013, declarado por las Naciones Unidas como “Año Internacional de la Quinua” ha contribuido a una mayor demanda de semilla, tecnología de manejo del cultivo y asistencia técnica en un ambiente dinámico y complejo, siendo la industrialización del



producto una opción que están iniciando las empresas exportadoras.

Los aspectos limitantes en la producción comercial de quinua varían de zona a zona. En el Altiplano Norte, la quinua se siembra con la humedad que proporcionan las lluvias oportunas (septiembre y octubre), lo cual en los últimos años no ocurre, derivando en siembras retrasadas y en la necesidad de variedades precoces, con resistencia al Mildiu y grano grande tipo Real. En el Altiplano Sur, las variedades locales se siembran en septiembre independientemente de la ocurrencia o no de lluvia o nevada. En esta zona los suelos son arenosos y bajo condiciones de preparación apropiada almacenan humedad proveniente de las lluvias de enero y febrero. Las variedades requeridas son de ciclo semi tardío o tardío. Las fallas en la emergencia o pérdida de campos por enterrado de plántulas por el viento, conducen a realizar resiembras, en cuyo caso las variedades precoces (noventonas) son la única opción, lo que genera demanda de variedades precoces o noventonas.

Conclusiones preliminares

- El cambio climático y el interés de producción comercial de la quinua, ha configurado cambios en la dinámica del uso de variedades.
- Las zonas nuevas de producción comercial de quinua demandan variedades de grano grande, siendo la variedad mejorada Jach'a Grano la más preferida por su precocidad, grano grande y resistencia parcial al Mildiu.
- La calidad de la semilla y la variedad son factores importantes para producir quinua comercial, sin embargo, otros factores ambientales influyen en el rendimiento y sostenibilidad de la producción de quinua.
- En el Altiplano Norte y los valles, las variedades Kurmi y Blanquita se comportan muy bien y están siendo cultivadas para el mercado local.
- La introducción de variedades de Quinua Real del Altiplano Sur hacia otras zonas es evidente, pero estas variedades tienen limitaciones en su adaptación (susceptibilidad al Mildiu).
- La semilla formal cubre un escaso porcentaje de la superficie sembrada, la mayoría sigue usando semilla propia o local, pero siguen considerando importante el criterio de calidad (tamaño de grano y variabilidad)
- La agroindustria cada vez está más sensible al uso de variedades específicas (variedades para harina, pastas, etc.). Esta demanda, que en el futuro puede ser creciente, podría ser la fuente para una demanda de semillas de alta calidad.

Literatura consultada

- Aguilera, J.; Ramos, F.; González, M.; Gutiérrez, M. y Mamani. J. 2013. Mejora de la producción, usos y acceso de semilla a nivel de la agricultura familiar campesina: Proyecto Semillas Andinas. In: Vargas M. (Ed.). Congreso Científico de la Quinua (Memorias), 14 y 15 de junio de 2-13. La Paz, Bolivia. 682 p.
- Baudoin, A. 2009. Evaluación y perspectivas del mercado de semilla certificada de quinua en la región del Salar de Uyuni en el Altiplano Sur de Bolivia. IRD, CNRS, SIAFEE, CIRAD-UR-GREEN. 36 p. Disponible en <http://www.ird.fr/equeco/IMG/pdf/Baudoin-es-p.pdf>. Accedido el 20 de enero 2015.
- IBCE. 2013. La quinua traspasa fronteras para el consumo mundial. Instituto Boliviano de Comercio Exterior - DANIDA - Embajada Real de Dinamarca, Comercio Exterior Nro 24:1-28. Disponible en: http://ibce.org.bo/images/publicaciones/ce_210_la_quinua_boliviana_traspasa_fronteras.pdf. Accedido el 20 de enero 2015.

La quinua en zonas no tradicionales

*Un aporte a la seguridad alimentaria
y al alivio a la pobreza*



Financiadores: Fundación McKnight,
Reino de los Países Bajos,
SHARE, GIZ

Colaboradores: CIFEMA

El ascenso de la producción de quinua en Tiraque en los últimos cinco años propició la generación de beneficios económicos adicionales para unas 150 familias, pero también generó nuevas incertidumbres y desafíos para los próximos años.

Antecedentes

La producción agrícola del municipio de Tiraque - Cochabamba se basa principalmente, en cultivos como: papa, haba y avena.

La papa, pese a registrar elevados costos de producción (1.500 a 1.800 \$us/ha), difícilmente será remplazada por otros cultivos (aunque tengan mayor rentabilidad), ya que cumple un importante rol en la alimentación y en la cultura local.

La quinua en Tiraque siempre fue un cultivo de bordura, es decir, se produce en los bordes de

las parcelas y en el mejor de los casos en hileras junto al maíz u otros cultivos secundarios. Las pocas variedades que se cultivan en esta zona son de porte alto, de ciclo largo (7 a 8 meses) y de grano pequeño, cualidades poco atractivas en el mercado actual.

En 2014 la demanda de quinua por los mercados internacionales se incrementó considerablemente y por ende subieron sus precios a niveles nunca vistos en la historia del país. Como era de esperarse, la región del altiplano donde se produce mayoritariamente fue la más beneficiada económicamente lo que empezó a generar cambios en sus procesos productivos y en las funciones de sus actores.

Esta abrupta explosión de la demanda junto a sus altos precios, fueron los detonantes para que muchos productores de Tiraque decidan producir quinua a nivel comercial. La Fundación PROINPA entendió esta necesidad y basada en sus capacidades buscó promover su producción en regiones no tradicionales considerando que se trata de un cultivo económicamente rentable, complementario a la papa y muy importante para mejorar la dieta de las familias locales.



Proceso de producción y comercialización

La experiencia de producción de quinua a nivel comercial en Tiraque se inicia en la campaña 2009 – 2010 con 30 productores de la comunidad Kaspicancha Alto, quienes asumieron el reto de manera comunal utilizando una parcela donde año antes habían cultivado papa, esto con el propósito de aprovechar la fertilidad que deja este cultivo. Se trabajó con la variedad local de grano blanco porque era la que conocían y estaba más adaptada a sus condiciones. La siembra se realizó en una superficie de 1,5 ha, derramando la semilla en surcos abiertos a chorro continuo y dejando que las condiciones ambientales hagan el resto, es decir sin un manejo apropiado. En estas condiciones se alcanzó un rendimiento de 16 qq/ha (0,8 t/ha) que está por encima del rendimiento promedio del altiplano (10 qq/ha).

En la campaña 2010 – 2011, un total de 27 productores de nuevas comunidades solicitaron el apoyo de PROINPA para producir y comercializar quinua.

Usando la semilla obtenida por “selección positiva” de la campaña anterior, se comenzó el trabajo con los productores, logrando optimizar las técnicas de manejo del cultivo tales como “raleo y deshierbe” entre otros. Sin embargo, las condiciones climáticas de ese año no acompañaron al cultivo y se obtuvo una producción de 3,9 toneladas en una superficie total de 6,15 ha (Fig. 1), lo que permitió un rendimiento de 12,9 qq/ha (0,64 t/ha), menor al del año anterior. Un aspecto positivo a resaltar es que en esa campaña, se inició la capacitación en la tecnificación del proceso de poscosecha de quinua.



Cosecha



Secado



Trillado



Separación de paja y grano



Ventado manual



Producto final

Foto 1: Proceso de poscosecha de quinua utilizado en Tiraque

Para la campaña 2011 – 2012, 35 nuevos productores de 12 comunidades de Tiraque se integraron a esta experiencia y fueron capacitados en el manejo del cultivo y el uso de tecnología de producción y poscosecha, lo que permitió obtener una producción de 14 toneladas en una superficie de 14 hectáreas (Figura 1), obteniéndose un rendimiento de 20 qq/ha (1 t/ha). Por otro lado, los productores ganaron experiencia en el tema de comercialización de su cosecha ya que accedieron al mercado de Challapata en Oruro, donde vieron que se manejaba un precio diferenciado (de acuerdo a la calidad del producto) aspecto que los motivó a mejorar la selección de su quinua para la próxima campaña. Además constataron que los granos grandes y los granos de color (negro y rojo) tenían mejor precio. El costo total de producción y comercialización de quinua en Tiraque es de 5.163 Bs/ha (730 \$us/ha). El análisis beneficio Neto/Costo después de esta experiencia comercial, fue de 0,56 lo que representa una ganancia de 56 centavos por cada 1 Bs invertido. Este aspecto muestra su ventaja económica respecto a la papa que, en el mejor de los casos, llega a los 0,2.

En la campaña 2012 – 2013, se sumaron 53 nuevos productores de 11 comunidades de Tiraque para producir quinua a nivel comercial. La estrategia fue la misma que la campaña anterior, lo que permitió obtener una producción total de 22 toneladas en una superficie de 30 hectáreas (Figura 1), con un rendimiento promedio de 15 qq/ha (0,75 tn/ha) con extremos que variaron entre 5 a 35 qq/ha según sea su manejo. Se tiene información que en la campaña 2013 – 2014 se redistribuyó la semilla de productor a productor y de comunidad a comunidad, alcanzando una producción total superior a las 50 toneladas en una superficie de 60 hectáreas.

En base a esta información estadística, para el 2014 – 15 se estima que la superficie cultivada aumentará a unas 100 hectáreas y se espera alcanzar una producción próxima a las 80 t favoreciendo directamente a unas 300 familias.

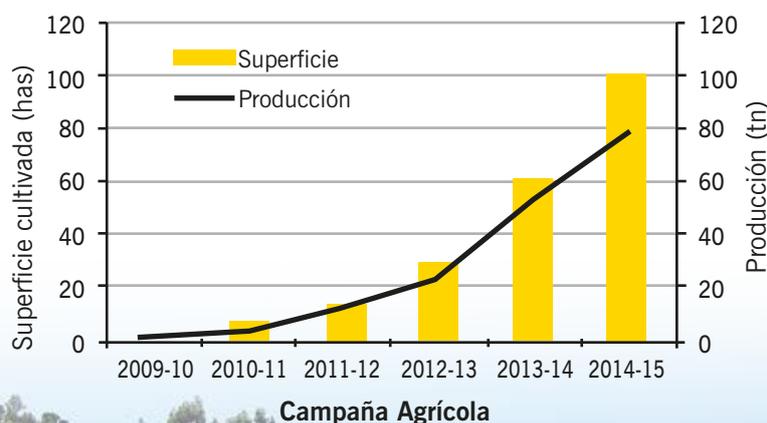


Figura 1. Evolución de la producción de quinua comercial en Tiraque en las últimas cinco campañas, incluyendo su proyección a la campaña 2014 – 2015.



Desarrollo y validación de tecnologías

Paralelamente al proceso de producción descrito anteriormente, se desarrollaron y validaron algunas tecnologías claves que permitirán mejorar la productividad de la quinua en Tiraque.

La técnica de “selección positiva” es una de ellas ya que, permite mantener la calidad de la semilla a lo largo del tiempo en base a la selección de las mejores plantas en campo.

Otra tecnología importante, es la evaluación participativa de nuevas variedades de quinua procedentes del altiplano y de los valles donde destacan: Kurmi por su precocidad (5 meses) y buen rendimiento y Jacha Grano por su precocidad (5 meses) y el buen tamaño de grano, respecto a la variedad local cuyo ciclo es de 7 meses (Figura 2).

En las campañas 2011 – 2012 y 2012 – 2013, también se apalancaron recursos de la organización SHARE¹ y de la GIZ² a través de su programa EnDev – Bolivia, para apoyar a los productores en la compra de equipos de poscosecha.

En este marco, se compraron silos, balanzas, lonas para la trilla, zarandas y venteadoras. Estos equipos son administrados por los propios sindicatos y benefician a cerca de 100 productores.

Por otra parte, en coordinación con CIFEMA, se diseñó y validó un implemento para tracción animal que permite la siembra de quinua en condiciones de ladera y cuya versatilidad fue altamente valorada por los agricultores. En los próximos años se espera promover la difusión de este equipo.

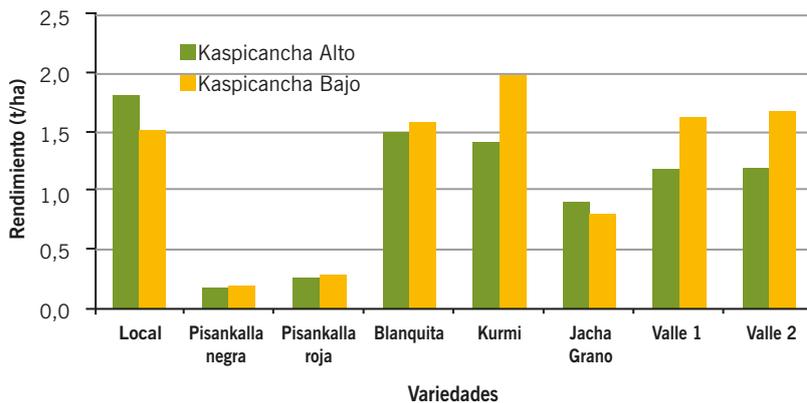


Fig. 2. Rendimiento de variedades de quinua procedentes del altiplano y de los valles, en dos comunidades de Tiraque.



Sondeo Participativo del Mercado de quinua realizado por productores de Tiraque en Challapata, Oruro.



Parcela comercial de quinua en la comunidad Waca Wasi de Tiraque

1 Sending Help and Resources Everywhere. Fundación sin fines de lucro de Canadá

2 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Cooperación Internacional Alemana



Evaluación participativa de nuevas variedades de quinua en Tiraque



Técnica de la Selección positiva de quinua realizada por una mujer de la comunidad Sankayani Alto de Tiraque.

Proyecciones

El incremento de la producción de quinua en Tiraque y los beneficios económicos que experimentan los productores, son alentadores pero generan nuevas incertidumbres y desafíos.

La rentabilidad actual de la quinua, su reconocimiento mundial como un alimento excepcional y su valor social, no condice necesariamente con su rol agroecológico en los sistemas de producción. Su alta producción en el corto tiempo puede repercutir negativamente en los suelos a largo plazo, ya que se trata de un cultivo tan exigente en nutrientes como la papa y el maíz, que aprovecha bien del suelo y le devuelve muy poco.

Su inserción a los sistemas productivos debe estar ligada a: la diversificación de cultivos, antes que al monocultivo; a la reposición de materia orgánica al suelo, antes que al uso de fertilizantes químicos; al uso racional de agroquímicos, antes que el uso desmedido de

éstos; y a su consumo local y familiar, antes que a su mercantilización. En este marco de reflexión se debe tomar con prudencia la adopción de cultivos y tecnologías alternativas, las cuales deben basarse en un análisis de la evolución del contexto social, ambiental y de mercado.

Literatura consultada

- FAO. 2012. Plan maestro para la celebración del año internacional de la quinua. 26 p.
- Ferrufino, J. 2002. Lecciones sobre como producir quinua de buena calidad en menor y mayor escala. USA, septiembre p 1-4.
- Giannoni, D. 2010. Cultivos de los Incas - Granos: QUINUA (Documento en línea). Disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/gr_quinoa.htm. Consulta viernes 1 de noviembre 2013.

Valorización de la diversidad microbiológica andina

a través de la intensificación sostenible de sistemas agrícolas basados en el cultivo de papa (VALORAM)

Financiadores: Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea

Colaboradores: UCL - Bélgica, ARC - Austria, UCC - Irlanda, LMU - Alemania, LM-UGent - Bélgica, CIP - Perú, UTPL - Ecuador

En los sistemas de cultivo de papa se encontró una gran diversidad microbiana, la cual podría ser utilizada para la formulación de nuevos bioinsumos que incrementen los rendimientos y mejoren la estructura del suelo.

Los microbios del suelo son componentes clave para cualquier sistema agrícola y ejercen múltiples funciones, desde lo detrimental (como patógenos) a lo benéfico (como ser: promotores del crecimiento de plantas, solubilizadores de fósforo, inductores de resistencia y antagonistas de patógenos). En el caso de los patógenos afectan el rendimiento y la calidad de los productos. En cambio los microorganismos benéficos mediante los diferentes mecanismos de acción que poseen, ayudan a reducir el uso excesivo de agroquímicos que, debido a un inadecuado uso, pueden afectar a la producción agrícola y al medio ambiente.

Estos microorganismos pueden ser hongos, bacterias, actinomicetos, etc. Un gran número de las bacterias de vida libre o asociativa se destacan por su potencial como biofertilizantes (ej. *Pseudomonas* sp.), ejerciendo efectos benéficos sobre las plantas al producir y segregar reguladores del crecimiento como auxinas, giberelinas y citoquininas, mejorando procesos como la germinación de semillas, el desarrollo de raíces y haciendo disponibles ciertos macroelementos necesarios para las plantas.

En Febrero de 2009, con la participación de socios latinos (Ecuador y Perú) y europeos (Alemania, Austria, Bélgica, Irlanda), se dio inicio a una investigación con el objetivo de caracterizar las poblaciones microbianas de suelos dedicados a la producción de papa, a fin de promover el desarrollo sostenible de un sistema basado en el cultivo de papa para los valles andinos y el altiplano.





Metodología utilizada

Se colectaron muestras de suelo de parcelas de papa, las cuales fueron procesadas por diversos métodos de laboratorio. Una vez realizado el aislamiento, se seleccionaron bacterias y micorrizas arbusculares (hongos) por propiedades benéficas: promotores del crecimiento vegetal (producción de ácido indol acético), solubilizadores de fostato inorgánico, antagonicos de hongos y nematodos (*Nacobbus aberrans*) fitopatógenos.

De más de 50 aislamientos realizados, se seleccionaron 17 cepas bacterianas, las cuales fueron formuladas con caolín e hidrogeles hidratados para su evaluación en parcelas de agricultor. Cabe mencionar que, antes de ser llevadas a campo fueron evaluadas bajo condiciones de invernadero.

Tanto en los ensayos de campo como en los de invernadero se utilizaron productos comerciales de diferente procedencia como testigos de comparación. En el caso de micorrizas se utilizó un producto canadiense conteniendo *Glomus intraradices* en formulación líquida (ASP-A).

Previo a la siembra en campo, se explicó a los agricultores de las ventajas del uso de microorganismos en el cultivo de papa.

Resultados

En invernadero se observó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (cepas); sin embargo, sí hubieron diferencias significativas para la formulación: hidrogeles y caolín, en ambas la concentración de los microorganismos fue la misma.

Las cepas: *Pseudomonas thivervalensis* (R42098), *Bacillus amyloliquefaciens*, *Pseudomonas thivervalensis* (R42090), *Curtobacterium flaccumfaciens* (R42100) y *Enterobacter* sp. (R42141) aplicadas en hidrogeles mostraron el menor número de nematodos indicando un buen control, en cambio las cepas: *Pseudomonas cedrina* subsp. *cedrina* (R41757), *Pseudomonas jessenii* (R41805) y *Pseudomonas marginalis* (R42058) que fueron aplicadas en caolín tuvieron un control moderado.

Por otro lado, en el ensayo de campo realizado en el municipio de Tiraque, comunidad de Virvini, donde se evaluaron los mismos 17 aislamientos no se observaron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento. Aunque no existe diferencia, es importante mencionar que las cepas con el mayor peso de tubérculos/planta fueron: *Pseudomonas moraviensis* (R42071) con 2.900 kg, seguida





por *Pseudomonas thivervalensis* (R42090) con 2.888 kg y *Bacillus weihenstephanensis* (R41798) con 2.747 Kg en comparación al testigo absoluto con 2.174 Kg.

A su vez, las raíces de papa que presentaron menor nodulación por *N. aberrans* fueron las tratadas con *Pseudomonas cedrina* (R41761), *Pseudomonas jessenii* (R41805) y *Bacillus weihenstephanensis* (R41798).

En otro ensayo donde se sembró la variedad Única con un nivel de fertilización 80-120-00 más el producto comercial canadiense, los mejores resultados se obtuvieron con la adición de la micorriza en comparación al testigo sin micorrizas.

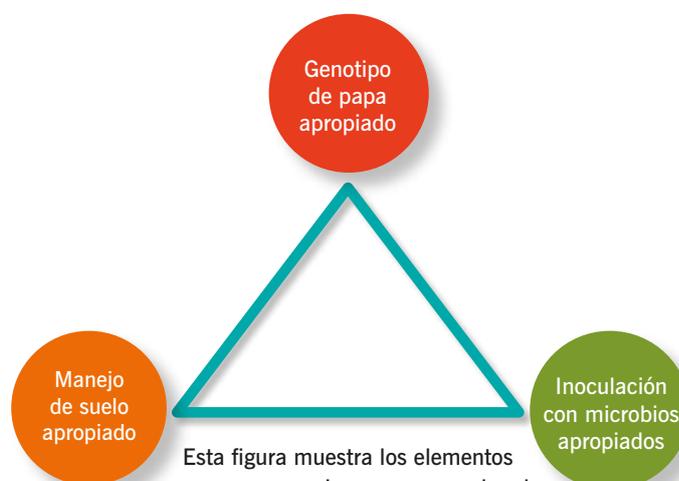
Por lo tanto, las nuevas especies identificadas y evaluadas de *Pseudomonas* sp. y *Bacillus* sp. en campo e invernadero se perfilan como cepas promisorias para su uso a nivel comercial por los beneficios observados en la presente investigación.

Estos 17 aislamientos se mantienen en una colección local, la cual podrá ser utilizada para la formulación de nuevos bioinsumos.

Es importante realizar este tipo de estudios en cultivos de importancia económica en el país, debido a que en ellos se registra un uso intensivo de plaguicidas.

Estos trabajos permiten conocer la diversidad biológica de nuestros suelos bajo un manejo intensivo, asimismo, permiten caracterizar el mecanismo de acción que cada uno de estos tiene, para poder determinar cuál es su rol bajo condiciones naturales.

En conclusión si seleccionamos la variedad apropiada, más un buen manejo de suelo y lo complementamos con la utilización de microorganismos benéficos, obtendremos mayores rendimientos y ayudaremos a restaurar la diversidad microbiana de los suelos.



Esta figura muestra los elementos que son necesarios para responder el mayor reto para una intensificación sostenible de un sistema agrícola basado sobre el cultivo de la papa en la región andina.

Literatura consultada

- Franco, J.; O. Navia; J. Herbas; N. Ortuño. 2005. El aporte de la transformación de los desechos orgánicos en la seguridad alimentaria. Resultados de un proyecto en Tiraque y Carrasco, Cochabamba, BO. Agricultura.
- Franco, J.; G. Main; O. Navia; J. Herbas. 2011. Improving productivity of traditional Andean small farmers and bio-rational soil management. The potato case. *Revista Latinoamericana de la Papa* 16 270-290.
- Ardakani, S.S.; A. Heydari; N. Khorasani; R. Arjmandi. 2010. Development of new formulations of *Pseudomonas fluorescens* and evaluation of these products against Damping off of cotton seedlings *Journal of Plant Pathology Ed ETS Pisa*. Vol. 92 (1) pp 83-88.
- Fuentes-Ramirez L.; J. Caballero-Mellado. 2005. PGPR: Biocontrol and Biofertilization (Chapter 5 Bacterial Biofertilizers) Ed Springer Dordrecht The Netherlands pp 143- 172.
- Vidhyasekaran; M. Muthamilan. 1995. Development of formulations of *Pseudomonas fluorescens* for control of Chickpea Wilt *The American Phytopathological Society Plant Disease* Vol. 79 N° 8, pp 782-786.
- Zohuriaan M.; S. Doroudiani. 2010. Advances in non hygienic applications of superabsorbent hydrogel materials, *Journal Mater Science* Vol. 45 Springer pp 5711-5735.
- Gascue B. 2006. Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en diferentes tipos de suelos. *Revista Iberoamericana de Plomeros* Vol. 7 (3) pp 199-210.



Uso de tecnologías de información y comunicación TIC para reforzar campañas de lucha contra las plagas de la papa



Financiadores: Reino de los Países Bajos, ICCD, ICCO

Colaboradores: TTC

El uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en campañas ha contribuido a mejorar los procesos de difusión de tecnologías sobre Manejo Integrado de Plagas (MIP) y lograr el escalamiento.

En Bolivia, el cultivo de papa es una de las actividades más importantes; anualmente, se siembran 132 mil hectáreas y aproximadamente 200 mil familias dependen económicamente de la producción de este cultivo.

El tema de las plagas que atacan este cultivo tiene un efecto importante, ya que afecta directamente la economía de los agricultores. Se estima que las pérdidas económicas ocasionadas por el ataque de gorgojo y polilla

(principales plagas registradas), alcanzan aproximadamente a 280 millones de bolivianos al año

Por más de 15 años la Fundación PROINPA ha desarrollado tecnología para el Manejo Integrado de Plagas, misma que ha sido difundida, logrando grandes resultados, se puede mencionar el caso de los Municipios de Puna y Betanzos donde 3000 agricultores lograron reducir sus pérdidas de 50 a 3%. La metodología usada para este caso fue:

- Formación de promotores líderes en la aplicación de prácticas MIP.
- Implementación y difusión de prácticas MIP sencillas y de bajo costo, amigables con el medio ambiente (uso de Matapol).
- Apoyo y compromiso decidido de los municipios.

Uno de los factores importantes que ayudaron al éxito de este proyecto, fue la participación activa de los Municipios.





Partiendo de esta experiencia exitosa, nos planteamos el reto de implementar una campaña que sea difundida a gran escala y logre un impacto nacional. Para ello se propuso incorporar el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), como un componente más dentro de la estrategia de difusión del MIP, rescatando lo que el Banco Mundial dice, “las TIC son un elemento clave para el crecimiento y el desarrollo económico” y “Pueden incrementar el bienestar económico y social de los pobres y empoderar a los individuos y a las comunidades” (Banco Mundial, 2002).

Respondiendo al reto planteado, se lanzó la “Campaña de lucha contra las plagas de la papa” cuyo objetivo fue “Mejorar los ingresos de los productores, mediante la reducción de pérdidas económicas ocasionadas por plagas de la papa, usando tecnologías sencillas y amigables al medio ambiente”, cuya característica principal fue la incorporación de TIC en los procesos de difusión.

La campaña mejorada con la incorporación de las TIC respondió a las siguientes demandas:

- Los agricultores constantemente requieren soluciones para reducir el daño económico que produce el gorgojo y la polilla de la papa.
- Es necesario ampliar la cobertura y el beneficio de la tecnología a la mayor cantidad de agricultores afectados.
- Se cuenta con tecnología adecuada para combatir dichas plagas.
- Municipios e instituciones de desarrollo están comprometidas con la solución del problema.

La duración de la campaña fue 4 años, cubriendo comunidades de los departamentos de: Potosí, Tarija, Santa Cruz, Oruro, Chuquisaca, La Paz y Cochabamba.

El desafío fue llegar a 8.000 agricultores durante el primer año y alcanzar los 52.000 agricultores hasta el cuarto año. La estrategia contemplaba los mismos ejes planteados para

Puna y Betanzos, pero se incorporó la gestión de entidades nacionales como el INIAF y SENASAG.

Para este efecto, el uso de TIC estuvo básicamente enfocado en:

- Lograr un escalamiento, es decir ampliar la cobertura y el beneficio a la mayor cantidad de agricultores afectados.
- Fortalecer las capacidades de los agricultores en el uso de herramientas como el celular, la computadora, la cámara, entre otros.

Escalamiento del MIP en las comunidades

La estrategia contemplaba la capacitación de promotores provenientes de las mismas comunidades (actores locales) que fortalecieron sus capacidades en el Manejo Integrado de las Plagas y el uso de herramientas TIC para difundir en su comunidad, el conocimiento adquirido.

Cabe resaltar que en 6 zonas de trabajo que son: Colomi, Morochata, Tiraque (en Cochabamba) y Romer Cota, Kajani y Collpa





Pucho (en La Paz); gracias al apoyo del Instituto Internacional de Comunicación para el Desarrollo IICD e ICCO cooperación, se desarrolló un proyecto piloto sobre el uso de TIC, logrando fortalecer las capacidades de 30 promotores (5 por comunidad) en el uso básico de la computadora y de la cámara (fotos y video); este proceso ayudó a la construcción de herramientas para la difusión, que estaban validadas por los promotores. Como resultado de este proceso se desarrolló un paquete educativo que rescataba materiales ya desarrollados por PROINPA y nuevos materiales construidos en el marco del proyecto, el paquete final fue conformado por:

- **Medios impresos:** fichas y rotafolios
- **Medios audiovisuales:** cursos “cómo combatir al gorgojo de los Andes” y “cómo combatir a la polilla de la papa”. Asimismo, se realizaron videos cortos de problemas o situaciones (relacionadas al cultivo) de la misma comunidad.

- **Medios radiales:** cuñas de 30 a 1 min de duración.
- **Materiales interactivos:** CD interactivo, cómo combatir al gorgojo de los andes.

Con este material cada promotor tuvo las herramientas para comenzar la difusión. Los distintos formatos de los materiales, permitieron llegar a toda población seleccionada.

Es importante mencionar que se realizaron diagnósticos comunicacionales en cada zona para determinar el acceso, uso y preferencia de los medios locales como: radio, TV, conocer el nivel de escritura y lectura, espacios de intercambio como ferias, reuniones y otros. Asimismo, se sondeó la posibilidad del acceso a internet, puesto que en algunos lugares se tenía registro de la instalación de telecentros y otros espacios donde se trabajó el tema digital.





La estrategia para la difusión masiva utilizó la radio, por su preferencia en el área rural; los videos por su rápida aceptación y capacidad para llamar la atención de los receptores.

Como un efecto del uso de la buena aceptación de estas herramientas, se han creado en las comunidades los “Cines Comunales”, espacio donde se difunden videos con temas relacionados al control de plagas y otros temas relacionados con el MIC. Estos espacios se realizan bajo la organización de la comunidad.

Se estima que, a nivel nacional, alrededor de 30.000 productores de papa, pudieron escuchar o ver alguna de las prácticas recomendadas en el marco de la campaña, de los cuales al menos 6.000 han aplicado una práctica MIP para combatir al gorgojo de los Andes y a la polilla de la papa.

Sostenibilidad de las acciones realizadas durante la campaña

La gestión y compromiso de municipios y entidades de desarrollo públicas y privadas de acción local, ha abierto una puerta para continuar replicando las acciones en contra de las plagas y el apoyo de entidades de alcance nacional como el INIAF y el SENASAG son una pieza clave para armar y lanzar réplicas de la campaña e incluso lograr ampliar el número de comunidades y beneficiarios alcanzados hasta a la fecha.

La estructura de las campañas está armada, los materiales construidos y existen personas de las mismas comunidades capacitadas y listas para la difusión.





Resultados de la campaña

Durante los tres años de la campaña de lucha contra las plagas de la papa, se han obtenido importantes logros, como:

- Reducir el daño de la polilla de la papa de un 50% a un 3%
- Reducir el daño del gorgojo de los Andes de un 50 a un 20%.
- Incrementar los ingresos de los productores de papa en 2.000 Bs hectárea.
- Se ha llegado de manera directa a 6.000 productores de papa, quienes aplican en sus comunidades las principales prácticas recomendadas por la campaña.
- Al menos 30.000 productores de papa han recibido información sobre MIP.
- El uso de TIC en la campaña ha contribuido de gran manera en los procesos de difusión de tecnologías MIP.

- Se tiene agricultores mejor informados sobre el MIP y con herramientas para difundir el conocimiento.

Literatura consultada

BELTRÁN, Luis (2008). La comunicación y el desarrollo democráticos en América Latina

IICD (2006) Las TIC para el sector agrícola. Impacto y lecciones aprendidas de programas apoyados por el IICD. Disponible en: www.iicd.org/files/Livelihoods-impact-Spanish.pdf

DECLARACIÓN DE CONGRESO MUNDIAL SOBRE COMUNICACIÓN PARA EL DESARROLLO (2006). *Un Baluarte Fundamental para el Desarrollo y el Cambio*. Disponible en: http://www.comunicacionparaeldesarrollo.org/media/uploads/cyclope_...old/adjuntos/DECLARACION_CONGRESO_ESPA_OL



La agricultura de conservación

Una alternativa contra la adversidad del cambio climático sobre los suelos de la región andina

Financiadores: SANREM y Fundación McKnight

La Agricultura de Conservación como una alternativa que permitirá reducir los daños a los suelos.

La agricultura de conservación, busca la producción sostenible del sistema de cultivos en base al fortalecimiento de los procesos naturales del suelo y a través de la utilización de prácticas agronómicas que alteren lo menos posible su composición, estructura y biodiversidad y que eviten su erosión (FAO, 2006). Sus componentes son:

- 1 Uso de cobertura vegetal permanente,
- 2 Laboreo reducido del suelo
- 3 Rotación de cultivos.

La relación de estos componentes se muestra en la (Figura 1).

Este tipo de agricultura funciona en un amplio rango de zonas agroecológicas y sistemas de producción. Se estima que en el mundo 100 millones de hectáreas producen bajo este sistema de agricultura, sobre todo en EEUU y Sud América (FAO, 2006). En la región andina de Bolivia hay poca experiencia en Agricultura de Conservación, es por esto que la Fundación PROINPA junto con la Universidad Virginia Tech de los EEUU, el 2010 ha iniciado trabajos de investigación y validación en este tipo de



**Figura 1. Componentes
de la Agricultura de Conservación**

agricultura en diferentes comunidades andinas de Tiraque, Cochabamba. Los trabajos se realizaron de manera participativa y en alianza con el CIF (Centro de Investigación en Forrajes) y CIFEMA (Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola).

Cobertura vegetal

Los cultivos de cobertura constituyen una alternativa para la conservación de los suelos, mantienen su fertilidad y mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Altieri, 1999), frente a los cultivos comerciales extractivos, como la papa que es el que prevalece en Tiraque.

Con el apoyo del CIF y en diferentes comunidades se implantaron ensayos para identificar a las mejores especies forrajeras como cultivos de cobertura. Como cultivos puros destacaron los cereales avena y triticale y las leguminosas arveja y *Vicia dasycarpa*. Entre los cultivos asociados destacaron avena+vicia, triticale+arveja, cebada+vicia y cebada+arveja (Figura 2).

En las evaluaciones participativas de estas especies priorizadas, hombres y mujeres destacaron a la Vicia por su aporte en la mejora

de los suelos y por la mayor biomasa que desarrolla cuando está asociada con la avena; esperan usarla para mejorar la alimentación de sus animales y comercializar los excedentes como heno. Por otro lado, las mujeres valoraron la asociación cebada con arveja, ya que pueden usarla como alimento para sus familias.

En campañas posteriores a la evaluación, más agricultores (de comunidades diferentes) se sumaron a la producción de la asociación avena + vicia.

Viendo que la gran limitante para los productores es el acceso a la semilla de vicia, por su alto costo alto (38 Bs/kg) y su poca accesibilidad (no está disponible en mercados locales), se está trabajando en la promoción de la producción local de semilla, una primera experiencia en Waylla Pujru, Tiraque permitió producir 90 gr/m² de semilla de vicia.

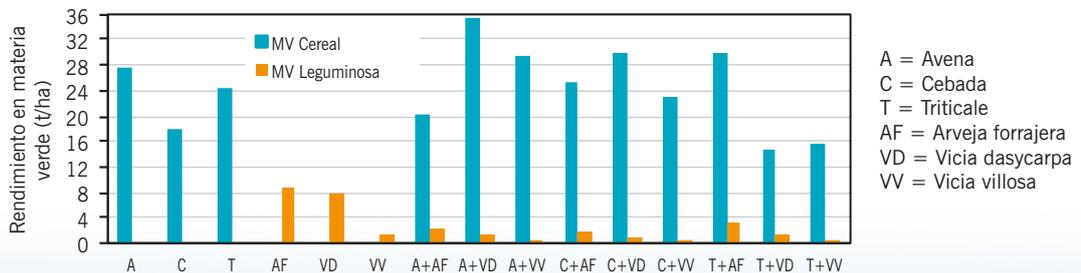


Figura 2. Cultivos puros y asociados



Evaluaciones participativas de Cultivos de cobertura

Labranza reducida

El laboreo constante promueve la rápida degradación de la estructura del suelo, afecta a su composición química, promueve la degradación biológica y la pérdida del carbono del suelo, en forma de dióxido de carbono (Delgado y Govaers, 2003).

En diferentes comunidades, se procedió a la siembra directa de papa en suelos sin laboreo y con cubierta vegetal (vicia + avena) frente a la siembra convencional (sin cubierta vegetal y con laboreo) (Figura 3). Contrario a las expectativas, se obtuvo un efecto adverso de la siembra directa, lo cual es normal según la FAO (2008) ya que, el efecto favorable del laboreo reducido y la cubierta vegetal, recién se observan después de cinco años, tiempo en el

cual se estabilizan y mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Las papas producidas en condiciones de siembra directa, al momento de la cosecha presentaban una incidencia de 30% de Gorgojo (*Premnotrypes* sp.); según FAO (2008) en el proceso de transición de la agricultura convencional a la agricultura de conservación, se pueden alterar las poblaciones de plagas y enfermedades a niveles dañinos para los cultivos, hasta que el mismo sistema se regule de forma natural. La comparación económica muestra un ahorro en mano de obra de 2.382 Bs/ha, a favor del sistema de siembra directa versus el sistema convencional.

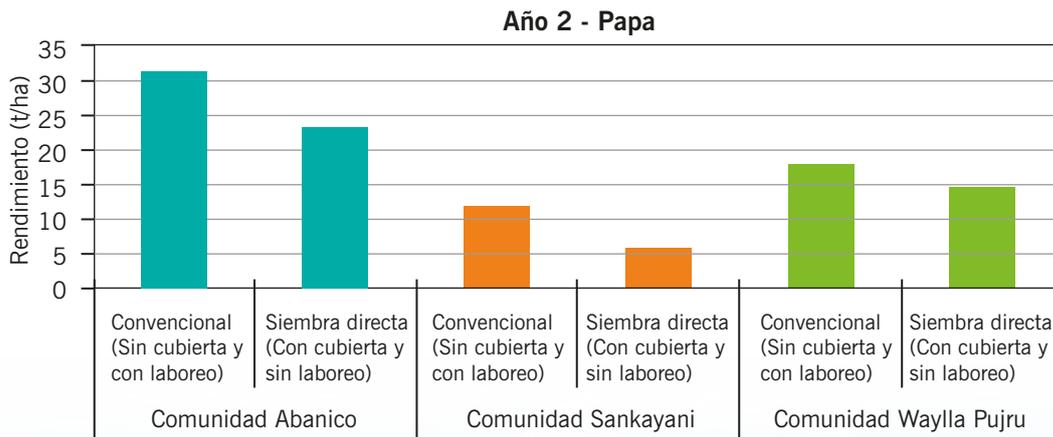


Figura 3. Rendimiento de papa por efecto de la siembra directa en diferentes comunidades.



Productores y autoridades locales valoran a la vicia en un día de campo



Foto 3: Siembra directa de papa y desarrollo del cultivo en Wayllapujru, Tiraque.

En relación a la producción de quinua después de papa, no se observaron diferencias en rendimiento entre la siembra convencional y la siembra directa. Lo más destacado fue que la cubierta vegetal conservó mejor la humedad del suelo (5% más), respecto a los suelos descubiertos. Un efecto adverso de la cubierta vegetal es que cuando ésta se encuentra en forma abundante, debilita la emergencia de las plántulas de quinua. Al respecto FAO (2006) indica que en ciertos casos, el exceso de cobertura puede impedir la germinación de algunas semillas. Pese a esto, los resultados son alentadores porque con tan solo tres años de transición a la agricultura de conservación, se puede vislumbrar una oportunidad interesante para reducir la degradación de los suelos (Figura 4).

Paralelamente a los estudios de laboreo reducido, en coordinación con CIFEMA, se diseñaron y validaron implementos de siembra directa y labranza reducida para el cultivo de quinua. Se construyeron tres implementos, entre los cuales se tienen: a) un implemento para siembra directa, de uso manual, adecuado para condiciones de extrema pendiente y

parcelas pequeñas, b) otro implemento para tracción animal que permite la siembra de quinua sin alterar el suelo, cuya versatilidad fue altamente valorada por los agricultores y c) un implemento de siembra directa que puede ser utilizado para tracción humana o animal, el cual aún está en proceso de ajuste.

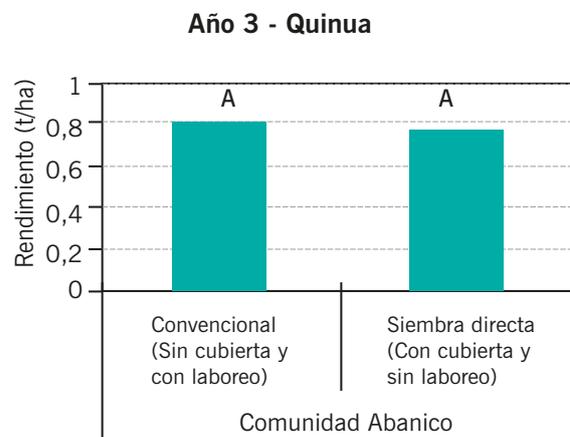


Figura 4. Sistema de siembra



*Evaluación participativa de variedades de quinua
(varones / mujeres)*

Rotación de cultivos

El patrón principal de rotación de cultivos en Tiraque está dominado por la papa como cultivo de cabecera, seguido de haba como su principal leguminosa y luego un cereal como avena, cerrándose el ciclo con un periodo de descanso de 2 a 3 años. Las mejoras a este sistema de rotación consistieron en incluir al cultivo de quinua después del cultivo de papa ya que aprovecha mejor el efecto residual del abonamiento dejado por la papa y porque es un cultivo que en los últimos tiempos ha incrementado su valor comercial.

Por otra parte, la inclusión de la leguminosa Vicia al sistema de rotación tal como se describió anteriormente, constituye una oportunidad para mejorar los descansos del sistema tradicional de rotación.

Perspectivas

Los resultados favorables encontrados, en “Cobertura vegetal” y “Rotación de cultivos” como componentes de la Agricultura de Conservación, muestran que estas alternativas pueden ayudar a mejorar la conservación de los suelos en el corto tiempo. En relación a la “Labranza reducida” es necesario continuar trabajando en este componente hasta encontrar las suficientes evidencias para los productores en la mejora de sus suelos, del sistema de cultivos y de su economía respecto al sistema convencional. Si bien al tercer año se observaron cambios en el suelo y en la productividad de los cultivos, no fueron suficientes para generar cambios en la percepción de los productores.

Literatura consultada

- ALTIERI M. 1999. Agroecología: bases teóricas para una agricultura sustentable. CLADES, Lima, Perú.
- DELGADO, F; GOVAERS, B. 2003. Agricultura de conservación. Preparar el terreno para un desarrollo integral y sustentable del campo.



Implemento manual para siembra directa de quinua

implemento de siembra de quinua para tracción animal



Implemento para siembra directa de quinua para tracción humana o animal

Implementos para siembra directa de quinua desarrollados por CIFEMA

Folleto Técnico. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo CIMMYT. México.

FAO. 2006. Agricultura de Conservación. Estudio de casos en América Latina y África. Boletín de suelos de la FAO N° 78. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 89 p.

FAO. 2008. La papa y la conservación del suelo. Boletín Especial No. 28/26 de noviembre.

A photograph showing a person's hands holding a small potted plant in a nursery. The plant is in a black plastic cup and has several green leaves. The background shows rows of similar plants in a nursery bed. A red banner is overlaid on the top left of the image.

Salto cualitativo en la producción de plantines de duraznero y manzano en el Valle Alto de Cochabamba

Financiadores: PIC - Cosude

Colaboradores: Viveristas de los municipios
de Cliza, San Benito, Tarata y Punata

Este sistema de producción garantiza la sanidad y calidad de los plantines, y por supuesto también queda garantizada la producción de los futuros huertos.

En los últimos cuatro años (2010-2013), la producción de plantines en el Valle Alto tuvo un drástico cambio en su tradicional sistema de producción. Los plantines durante muchas décadas fueron producidos a raíz desnuda, es decir, a partir de carozos (reproducción sexual) provenientes de plantas desconocidas. Estos se producían en campo abierto y con el riesgo inminente de exposición a la Agalla de Corona (*Agrobacterium tumefaciens*), una de las principales enfermedades bacterianas de raíz de los durazneros; a ello se sumaba la mezcla de variedades. Todo esto por no existir empresas o instituciones que proporcionen material de partida bien identificado (material base) sano y diverso, falta de variedades de portainjertos para el Valle Alto, asesoramiento técnico sobre nuevas tecnologías y control sobre la calidad de los plantines.



Invernadero para estaquillado



Estaquillas preparadas



Invernadero para estaquillado

La demanda

Es así que en base a estas demandas sentidas por los viveristas del Valle Alto y fruticultores deseosos de contar con innovaciones que fortalezcan la producción de plantines de alta calidad, fueron estructurados en el Programa de Innovación Continua (PIC), financiado por la Cooperación Técnica Suiza (COSUDE), impulsado por la Plataforma de Coordinación Interinstitucional e Innovación Tecnológica de Frutas de Valle (PLACIIT-FV), una serie de proyectos, siendo uno de ellos producción de plantines de alta calidad e introducción de nuevos materiales, asignándose esta responsabilidad a la Fundación PROINPA a través de un proceso de licitación.

Estrategia de cambio

La provisión de tecnologías en la propagación del duraznero y manzano se realizó teniendo como visión la construcción de las bases de una fruticultura moderna, la provisión de plantas de alta calidad, alta sanidad y con identidad genética. y que el control de este proceso (fiscalización), sea avalada por una entidad de certificación que proporcione el sello de calidad a estos materiales producidos bajo estos padrones.



Establecimiento de un huerto madre



Huerto madre copa



Huerto madre de portainjertos



Estaquillado



Invernadero con estaquillas



Estaca bien enraizada

Para proporcionar estas bases en los diversos viveros, se realizaron las siguientes acciones:

- **Establecimiento de huerto madre de portainjertos**, se dio énfasis a la elección de plantas madre de los portainjertos, tanto de manzano como duraznero, con el objetivo de realizar la reproducción asexual, clonal o vegetativa.

Para el caso del manzano se eligió la variedad Marubakaido o más conocida como Maruba, un portainjerto con mucha facilidad para multiplicarse, compatible con las diversas variedades de manzano a injertar, resistente a pulgón lanífero y al hongo causante de la pudrición del cuello (*Phytophthora*). Para el duraznero se estableció el GxN, un híbrido de un almendro (Garfy) por un duraznero (Nemared), de origen español.

- **Establecimiento de huerto madre copa**, una vez que los plantines de portainjertos han desarrollado y tienen un diámetro determinado, se debe realizar el injertado para los cual es preciso contar con plantas de variedades demandadas por los fruticultores, en el caso de manzano con las variedades Eva y Princesa, en el caso del durazno “Gumucio Reyes”, “Texas” y “Coralco”.

Para este propósito también fueron establecidos huertos madre con materiales de alta sanidad, los cuales fueron monitoreados en campo por la Fundación PROINPA, llevando periódicamente muestras a los laboratorios de PROINPA.

- **Construcción de diversas instalaciones dentro el vivero**, para la propagación de los portainjertos a través de estaquillas fue necesario la instalación de invernaderos de

Este portainjerto (GxN), además de adaptarse a los diversos valles de Bolivia, tiene varias aptitudes como vigor, fácil enraizamiento y precocidad. Estos materiales, han agradado a muchos viveristas y lo están multiplicando en grandes cantidades.

Lote de plantas de portainjertos de duraznero



Lote plantas manzano injertadas

enraizamiento, aclimatación y desarrollo de plantines. Estas estructuras fueron financiadas por cada uno de los viveristas, la asistencia técnica para el diseño y su construcción, especialmente en los primeros años, fueron proporcionados por el Proyecto. A medida que los viveros fueron creciendo, las nuevas instalaciones se realizaron por empresas especializadas. En algunos casos, la Fundación PROINPA, jugó un rol importante para ayudar a gestionar financiamientos para estos emprendimientos.

- **Provisión de tecnologías para el manejo**, la producción de plantines a partir de estaquillas, exige un manejo tecnificado. Inicia desde el corte del material de las plantas madre, preparación de las estaquillas, uso de enraizadores (auxinas), preparación de camas de enraizamiento, preparación de substratos desinfectados, trasplante a bolsas, desarrollo de los plantines, cuidados en la extracción de material para el injertado y desarrollo del plantín. Todos los viveristas recibieron capacitación en cada una de las fases.

Oportunidades para el sector

En la actualidad la producción de plantines en el Valle Alto, es a partir de estos lotes de plantas madres de alta sanidad. Se cuenta con 12 viveros, los cuales producen actualmente alrededor de 120.000 plantines de duraznero y manzano, teniendo una proyección de triplicar según como vayan desarrollando estos huertos madre (manejo y ampliación).



Planta de duraznero terminada de la variedad Coralco

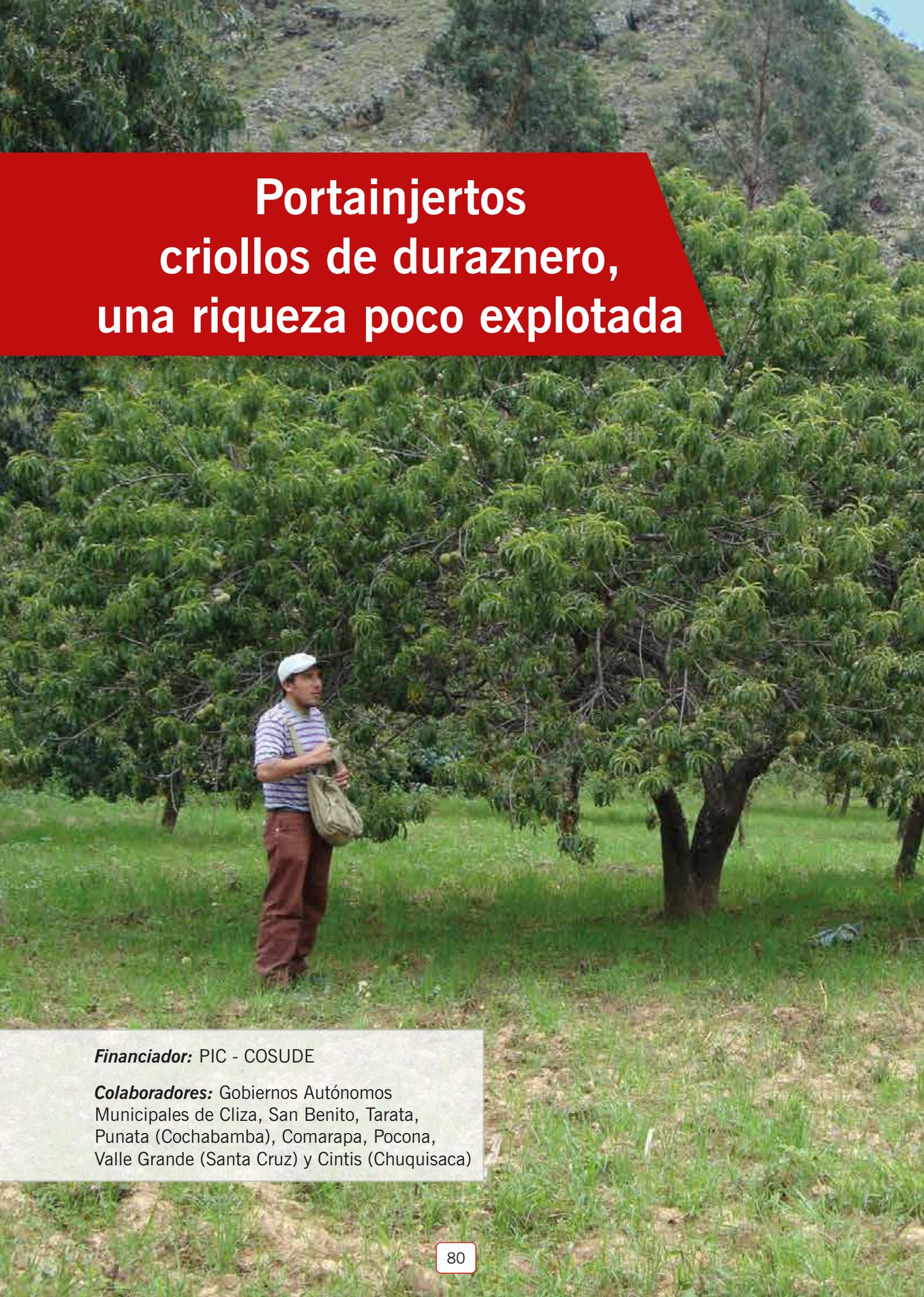
Los plantines son producidos en un periodo que no excede los dos años. Este sistema de producción garantiza la sanidad y calidad de los plantines, y por supuesto también queda garantizada la producción de los futuros huertos. La demanda por este tipo de materiales es cada vez más creciente por los diversos valles productores de frutas de los distintos municipios del país, además de existir una demanda insatisfecha por plantines de manzano.

El Valle Alto nuevamente, volvió a ser referencia tecnológica, por la calidad de plantines que se producen y por la preferencia a nivel nacional por la adquisición de estos materiales.

Literatura consultada

- Álvarez, V.; Centellas, A. (2012). Manejo integrado de plagas en la producción de plantines de duraznero. Cochabamba, Fundación PROINPA. 16p.
- Castro, S.L.; Silveira, C.A.P. (2009). Processo de seleção escape para obtenção de plantas de pessegueiro e ameixeira com alta sanidade. EMBRAPA, Circular Técnica No 84. 9 pp.
- Centellas, A.; Álvarez, V.; Acuña, E.; Rocha, E.; Maita, E. Manual de propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero. Cochabamba, Fundación PROINPA. 51p.
- Dutra, L. F.; Kersten, E.; Fachinello, J. C. (2002). Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. Scientia Agricola, v.59, n.2, p.327-333.
- Tofanelli, M. B. D.; Rodrigues, J. D.; Ono, E. O. (2003). Método de aplicação do ácido indolbutírico na estaquia de cultivares de pessegueiro. Ciênc. Agrotec., Lavras. V.27, n.5, p.1031-1037.



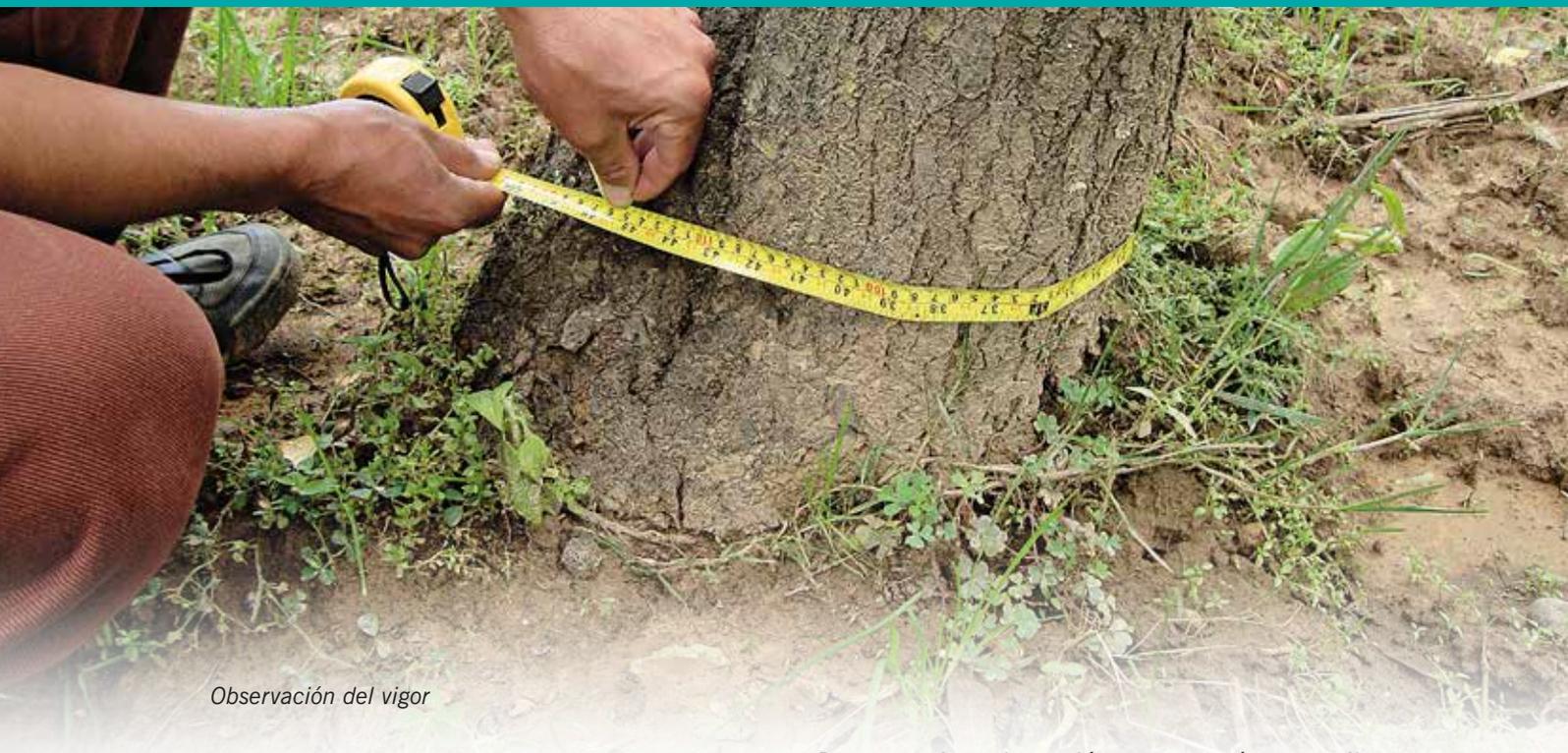


Portainjertos criollos de duraznero, una riqueza poco explotada

Financiador: PIC - COSUDE

Colaboradores: Gobiernos Autónomos Municipales de Cliza, San Benito, Tarata, Punata (Cochabamba), Comarapa, Pocona, Valle Grande (Santa Cruz) y Cintis (Chuquisaca)

Alberto Centellas, Reynaldo Salinas, Jesús Córdoba,
Giovanna Plata, Edwin Maita, Eduardo Rocha

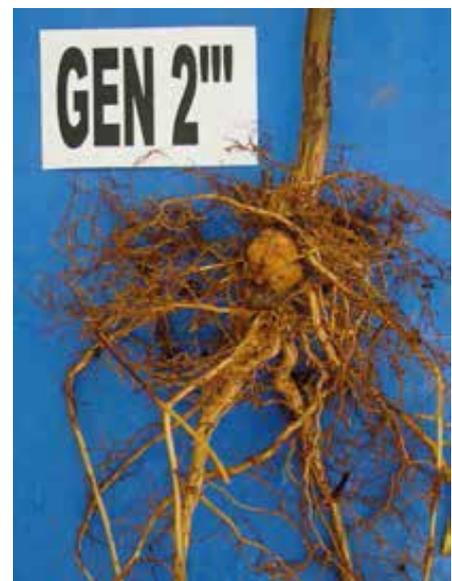


Observación del vigor

Esto significa a futuro el poder contar con materiales de portainjertos con características de perfecta adaptación a nuestras zonas, pues fueron desarrolladas en nuestros valles, poder difundir por primera vez materiales selectos y clonados, con una identidad genética nacional.

Después de la Reforma Agraria en 1953 y con la introducción de tecnologías para la producción de plantines, se pasó a difundir el uso de portainjertos criollos, para la producción de plantines de duraznero a partir de semilla o carozo. Estos materiales se originaron de durazneros introducidos hace tiempo atrás (época de la Colonia) y también con los antiguos terratenientes (década del 1930 al 1950 del siglo pasado) que consiguieron adaptarse a las condiciones de nuestros valles, existiendo antecedentes positivos de un buen comportamiento.

De acuerdo a la región o zona, éstos reciben diversos denominativos como Kjasis (palabra de origen quechua), Pepa roja, Kjuchi durazno, Criollo y otros denominativos. Fueron utilizados por 30 a 40 años para la producción de plantines, sin embargo, con el crecimiento de los municipios, el parcelamiento de las propiedades rurales y el uso de semilla de variedades difundidas, estos materiales



Pruebas de resistencia a agalla



Alta productividad px criollo

rústicos, fueron cada vez más escasos y muchos se perdieron, especialmente en el Valle Alto de Cochabamba.

La característica de estos materiales utilizados como portainjerto es su alto vigor, rusticidad, precocidad y su gran afinidad con el material injertado. Producen fruta de alta calidad, principalmente en relación a azúcar, acidez, color y aroma. Muchos fruticultores antiguos y nuevos, aún prefieren materiales injertados sobre estos portainjertos.

Colecta de materiales y establecimiento

Como parte del Proyecto de Innovación Continua (PIC), -financiado por la Cooperación Suiza en Bolivia-, para subsanar esta pérdida de materiales se realizaron viajes de colectas a diversas regiones de clima templado del país, especialmente a provincias y comunidades

alejadas de los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Potosí y Chuquisaca.

Fueron colectados diversos genotipos criollos, observando vigor y sanidad (rusticidad), complementados por información sobre el origen y uso por parte de los productores. El material fue colectado e injertado en plantines de un año y posteriormente, establecido en el huerto de la Fundación PROINPA.

Pruebas desarrolladas a estos materiales

Una vez que desarrollaron estos materiales, fueron sometidos a dos pruebas, la resistencia a Agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*), uno de los problemas más serios de los valles. Un total de 15 materiales fueron testados, de los cuales 12 fueron genotipos criollos, un damasquero y dos materiales introducidos de otros países.

Con los materiales que tuvieron buena a regular respuesta a Agalla de corona, se realizaron pruebas de respuesta al clonaje, a través de la técnica del estaquillado, para evitar posteriormente el uso de semilla, que induce a la variabilidad del material cuando son producidos a partir de ésta. Teniendo el antecedente de que los durazneros no son fáciles de multiplicar asexualmente o por estaquilla.

Resultados obtenidos

De los materiales testados para Agalla, el damasco presentó inmunidad, seguido del "Taiwan" (material introducido) que mostró buena resistencia. Cinco genotipos criollos presentaron moderada resistencia y los otros siete fueron susceptibles. Se sabe que según el grado de proliferación y ubicación de las agallas puede ocurrir una severa interrupción de la absorción y transporte de agua y nutrientes, por lo tanto, mas susceptible mayor efecto. Esta fue la razón para que los materiales más susceptibles no pasaran a la prueba del estaquillado.

La respuesta al estaquillado de los materiales dependió de la época, pero en general la respuesta fue buena. El porcentaje de enraizamiento obtenido en media para todos los materiales (genotipos) para la época de invierno fue de 81% y para la primavera de 66%, porcentajes considerados como buenos. Estos datos nos indican que hay muy buenas posibilidades, en general, de poder utilizar nuestros materiales criollos como fuente para realizar el estaquillado (reproducción sexual o clonal), lo cual traería enormes ventajas en relación al uso de semilla (carozo), además de contar con antecedentes de tener cierta resistencia a Agalla de corona y multiplicar de manera clonal exactamente este mismo material.

En relación al material introducido (Taiwan), si bien este material responde bien al estaquillado, se decidió realizar pruebas en relación a la calidad del fruto, y comportamiento en el Valle Alto.



Pruebas de respuesta



Proyecciones

Los resultados fueron muy alentadores, existen materiales que son tolerantes a Agalla y que también responde a la reproducción asexual. A la fecha se tiene cinco selecciones que fueron denominadas como KCL1, KCL2, KCL3, KCL4 y KCL5 (KCL abreviación de Kjasi clon) y que ya están siendo distribuidos a los viveristas del Valle Alto para ensayos y posterior multiplicación en escala mayor. Esto significa a futuro el poder contar con materiales de portainjertos con características de perfecta adaptación a nuestras zonas, pues fueron desarrollados en nuestros valles, poder difundir por primera vez materiales selectos y clonados, con una identidad genética nacional, además de preservar un patrimonio genético que se estaba perdiendo y no era aprovechado.

Literatura consultada

- Ardaya, G. (2012). Enraizamiento de estacas de hoja del portainjerto para duraznero GxN 15 Garnem (*Prunus amygdalus* x *Prunus persica*). 129p.
- Centellas, A.; Alvarez, V.; Acuña, E.; Rocha, E.; Maita, E. Manual de propagación de plantines de duraznero y manzano bajo invernadero. Cochabamba, Fundación PROINPA. 51p.
- Coca, M. (2009). Experiencias en manejo de agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*) en duraznero en el Valle Alto de Cochabamba. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 52pp.
- Cordova, J.W. (2013). Épocas y concentraciones de ácido indol butírico (AIB) en el enraizamiento de estaquillas de seis genotipos de duraznero criollo (*Prunus persica* (L.) Batsch). Tesis de Graduación. FCAyP, UMSS. 92p.

Selección de
portainjertos KCL

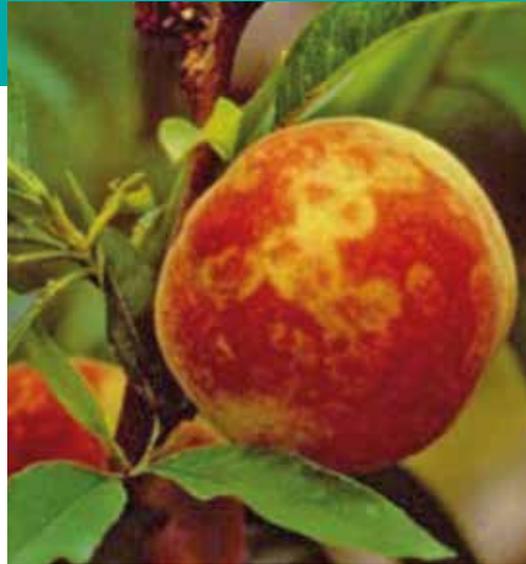


Nuevas amenazas que afectan al cultivo del duraznero en el Valle Alto

Financiadores: PIC – Cosude

Colaboradores: Viveristas y fruticultores de los Gobiernos Autónomos Municipales de Cliza, San Benito, Tarata, Punata, Arani y Arbieto

Para reducir la diseminación de estos problemas, se ha capacitado a viveristas y productores del Valle Alto en la identificación de los síntomas, formas de diseminación y manejo. El propósito es tener huertos sanos con alto rendimiento.



En Bolivia, la principal zona productora de durazno fresco se encuentra en el Valle Alto, con una superficie aproximada de 2.000 ha y un rendimiento promedio de 7 tn/ha (ENA, 2008). Esta zona posee el clima apropiado para producir fruta grande y de buen sabor, por lo cual tiene una demanda alta a nivel local y nacional.

Al igual que otras especies vegetales, el duraznero se ve afectado por un sin número de patógenos: hongos, bacterias, insectos y virus. Para los fruticultores, debido a su amplia experiencia en el manejo de viveros y de

huertos, les es fácil reconocer las enfermedades ocasionadas por hongos y bacterias, pero no así los síntomas ocasionados por los virus. Dependiendo de la concentración de los virus en las plantas, los “síntomas” pueden ser visibles o las plantas aparentan estar sanas (asintomáticas) y en algunos casos son confundidos con deficiencias nutricionales.

Conociendo los perjuicios económicos que traerían los problemas virales al país, el año 2007 PROINPA inicia actividades de prospección de virosis en el Valle Alto de Cochabamba.



Estrategia de prospección y detección:

El trabajo de monitoreo, ha sido realizado en los diferentes municipios del Valle Alto: Tarata, Arbieto, Cliza, San Benito, Punata y Arani, donde se han recolectado muestras de huertos de diferentes edades (2 a 12 años) y además de diversas variedades (Gumucio Reyes, Coralco, Texas, TGB, criollos, etc.). Se han colectado muestras de follaje de diferentes puntos del árbol (tercio apical, medio y basal) y posiciones (norte, sud, este y oeste), inmediatamente después del muestreo las muestras fueron procesadas en laboratorio por serología (DAS-ELISA) para cuatro virus: sharka (PPV), el virus de la mancha anillada del duraznero (PNRSV), el virus del atrofiamiento del duraznero (PDV) y el virus de la mancha anillada del Tomate (ToRSV). Estos tres últimos son considerados de menor importancia, debido a que no ocasionan pérdidas significativas como el Sharka.

Análisis de la información

Por los resultados obtenidos de la serología, no se evidenció la presencia del PPV, agente causal del Sharka, ni del virus de la mancha anillada del tomate (ToRSV), pero se ha detectado la presencia del virus de la mancha anillada del duraznero (PNRSV) y el virus del atrofiamiento del (PDV).

Debido a la presencia de inmigrantes bolivianos en países como Argentina, Chile y España, donde se ha reportado la presencia de la enfermedad, se sospechaba de la posible presencia del Sharka en el Valle Alto, debido al movimiento de diversos materiales de especies frutales sin certificación que periódicamente son introducidos al país por ellos.

A nivel mundial el virus de mayor importancia económica que afecta a los frutales de carozo es el Sharka (Plum Pox Virus), por los daños que ocasiona en los frutos: manchas en la cáscara,



deformaciones, pérdida de la calidad organoléptica y cosmética de la fruta, caída de fruta 20 a 30 días antes de la cosecha y por ende disminución en los ingresos. Su fácil diseminación (material de propagación y transmisión no persistente mediante pulgones) conlleva a regulaciones fitosanitarias a nivel nacional e internacional.



Dado que la enfermedad no está presente en el Valle Alto, es preciso mejorar los métodos de control por el SENASAG para mantener el status fitosanitario “libre de Sharka”.

Los virus diagnosticados (PNRSV y PDV) son considerados de importancia secundaria, debido a que el declinamiento de los árboles es paulatino, a menos que se presenten en infección mixta. La presencia de estos dos virus ha sido reportada a nivel mundial en todas las zonas productoras de frutales de carozo. La predominancia es alta y cuando se encuentran juntos los efectos sobre la planta son severos, se han reportado pérdidas hasta del 55% en tres años.

Ambos virus se transmiten por semilla, existen reportes que indican que el PNRSV se transmite en un 16% en semilla y el PDV en un 10%, el primero ocasiona una reducción del desarrollo de la planta de un 12 a 70% y una pérdida del rendimiento de un 5 al 70% (la fruta tiene un bajo contenido de azúcar), además incrementa la susceptibilidad a las heladas y reduce el desarrollo radicular por lo cual las plantas se estresan más en períodos de sequía. Los datos de las pérdidas atribuidas al PDV son similares.

Haciendo un análisis de las pérdidas que estaría ocasionando el PNRSV en el Valle Alto, sólo con el 25% la reducción en el rendimiento promedio baja de 7 tn/ha a 5,25 tn/ha, si consideramos que el precio del kilo del durazno en promedio es de 1 \$us, la disminución del ingreso del fruticultor por hectárea es de 1750 \$us.

Estas virosis pueden presentarse desde el momento de la propagación de plantines en vivero, cuando provienen de la estratificación de carozos. Esto se debe a que las semillas provinieron de la fecundación de un óvulo sano con polen enfermo.

El desarrollo de estas plantas es lento, logrando alcanzar el grosor para injertado recién al segundo año. En plantas adultas, los síntomas son más visibles en el tercio basal y después de la floración.

Si se presenta en plantines producidos por estaquillado, la planta madre, de la cual se extrajeron las varetas, estaba enferma. También se ha observado incompatibilidad después del injerto: a) no prende el injerto; b) si prende, el desarrollo del injerto es lento y además se observa la sintomatología típica (anillos y diseños cloróticos). El PNRSV produce una diversidad de síntomas: clorosis, necrosis, deformación de hojas, perforaciones en las hojas y atrofiamiento del desarrollo de la planta, que pueden variar inclusive dentro de una misma variedad y existen algunas variantes del virus que no manifiestan síntomas. Dependiendo de las variantes, los síntomas pueden manifestarse año tras año, o caso contrario, se manifiestan uno o dos años y luego desaparecen

Los síntomas característicos del PDV son muy parecidos al PNRSV, pero también se puede observar gomosis, acortamiento de entrenudos, arrosetamiento en las zonas apicales y un atrofiamiento general en el desarrollo de la planta.

En la caracterización de los síntomas en los huertos en estudio, los síntomas característicos del PNRSV en follaje son: diseños o anillos cloróticos, dependiendo de las variedades la clorosis puede aparecer de coloración rojiza. No se ha evidenciado síntomas característicos del PDV, plantas que aparentemente se las veían sanas dieron positivo al virus.

De una cuantificación visual de 10 huertos por municipio (20 árboles/huerto), se conoce que la incidencia del PNRSV oscila entre 40 a 75% (Figura 1). Realizada la verificación serológica a las plantas sanas, este porcentaje se incrementa en un 15% para el PNRSV y el PDV que no había sido identificado visualmente se lo detecta en un 5%.

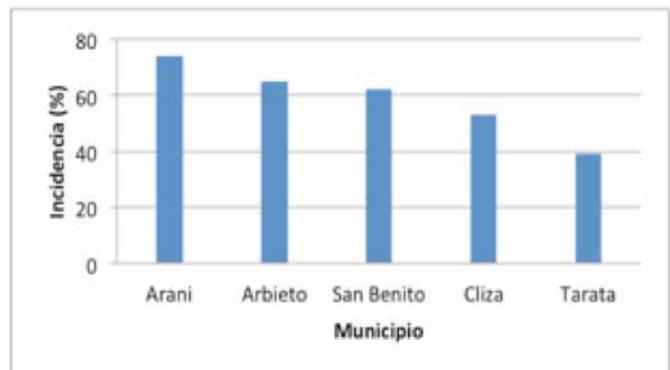


Figura 1. Incidencia del PNRSV en los huertos del Valle Alto

En este trabajo no se ha encontrado plantas con infecciones mixtas. Por lo tanto, la presencia del PNRSV sobrepasa el 50% de plantas enfermas en Tarata, le sigue Cliza, San Benito, Arbieta y Arani. Este último tiene el mayor porcentaje de plantas enfermas. El PDV sólo ha sido encontrado en el municipio de Cliza, debido a que son muy pocos los árboles afectados, se ha recomendado la eliminación de estos para erradicar la presencia del virus.

Acciones contra esta amenaza

Por el manejo que realizan los productores es importante cambiar principalmente la forma de propagación que aún implementan muchos viveristas, el cual es a partir de semilla (carozo) de origen desconocido. El proyecto ha

transferido la tecnología de propagación asexual a través del uso de estaquillas, para lo cual se ha realizado previamente el establecimiento de huertos madre a partir de plantas sanas. El manejo de las plantas madre consiste en: la eliminación de flores cada año, un monitoreo visual de síntomas en follaje y al menos un análisis serológico cada dos años.

Por otro lado, para reducir la diseminación de estos problemas, se capacitó a viveristas y productores del Valle Alto en la identificación de los síntomas y formas de transmisión. El propósito fue sensibilizar a los viveristas en la comercialización de plantas sanas y a los productores en la compra de plantines de alta calidad, para el establecimiento de nuevos huertos.

Literatura consultada

Mink, G. I. 1995. Compendium of Stone Fruit Diseases. APS Press, St. Paul, MN. Pag. 64-65

Scott, S. W., M. T. Zimmerman, S. Yilmaz,

E. J. Bachman, & E. I. Zehr. 2001. The interaction between *Prunus Necrotic Ringspot Virus* and *Prune Dwarf Virus* in peach stunt disease. *Acta Horticulturae* 550: 229-236.



Plantas comunales para la producción y comercialización de bioinsumos en Morochata



Financiadores: Reino de los Países Bajos

Colaboradores: Comunidades de Morochata, APRA

El proyecto adoptó diferentes estrategias para la producción de bioinsumos desde la producción familiar, la producción encargada a una asociación hasta la instalación de plantas artesanales en varias comunidades.

La necesidad de disminuir el uso de productos químicos en los distintos cultivos, está induciendo a los agricultores a buscar alternativas de solución ante la baja fertilidad de los suelos que necesitan fuentes orgánicas para la reposición de materia orgánica (Ramirez, 2003).

El manejo de suelos y la nutrición de las plantas constituye una actividad que debe realizarse integrando alternativas que permitan mejorar el contenido de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, etc.) y micronutrientes (boro, magnesio, etc.) del suelo, de manera que maximicen los rendimientos en una producción racional y sostenible. En este marco, se deben utilizar insumos locales para la elaboración de abonos líquidos o bioles (resultantes de la fermentación anaeróbica) que permitan aprovechar el estiércol de los animales y transformarlos en biofertilizantes foliares que contienen principios hormonales vegetales (Mamani, 2006).

En este marco, durante la campaña 2008 - 2009, en Morochata se capacitaron a 322 agricultores de diez comunidades en la elaboración y aplicación de bioinsumos, principalmente biol y sulfocal. Cada agricultor recibió material básico para la elaboración. La metodología utilizada fue ECAS Escuelas de Campo, cuyo principio es "aprender haciendo"; estas sesiones fueron reforzadas con el uso de material de apoyo (impreso y audiovisual) y medios alternativos (títeres) como un mecanismo pedagógico y de motivación.



Con el fin de que la tecnología pueda llegar a la mayoría de los beneficiarios, las capacitaciones fueron organizadas a nivel comunal, donde todos los miembros de las comunidades eran bienvenidos. PROINPA se hizo cargo de facilitar los equipos para la elaboración y las familias de agricultores aportaron con los materiales locales necesarios para la elaboración de los bioinsumos. Después de la capacitación, el 100% de los agricultores que recibieron el material para la elaboración de su propio biol replicaron la práctica y evaluaron el producto en sus cultivos de papa y maíz.

En la campaña 2009 - 2010 el porcentaje de agricultores que elaboraron y aplicaron el biol disminuyó al 50%, dato que fue analizado al interior de la comunidad, a través de talleres dónde se identificaron las ventajas, desventajas de uso, elaboración y comercialización de bioinsumos.

A continuación se mencionan los resultados importantes del taller que sirvió para proponer cambios en el accionar de la elaboración y comercialización de bioinsumos (Torrice, 2008) (Cuadro 1):

Cuadro 1. Análisis de las ventajas y desventajas del uso de biol y sulfocal

Ventajas	Desventajas
Existe incremento del 20% en rendimiento de papa con el uso de biol y sulfocal	El biol necesita tiempo para fermentación
Las plantas son más vigorosas con el uso de biol y sulfocal	El agricultor es inmediatista y quiere el producto de inmediato
El sulfocal previene el ataque del tizón	El agricultor quiere que la venta sea en su misma comunidad.



En base a los resultados del taller, los agricultores solicitaron que la Asociación de Productores Andinos (APRA) elabore y comercialice los bioinsumos, es así que en la campaña 2010-2011 APRA asume la responsabilidad de elaborar y comercializar bioinsumos para todo el municipio. Sin embargo, esta responsabilidad no duró mucho tiempo, debido a que había vacíos en la asignación de responsabilidades en el proceso de producción y ausencia de normas de funcionamiento y distribución de ingresos. Como resultado, APRA desiste de la responsabilidad y organiza una reunión entre los beneficiarios, donde se determinó organizar plantas artesanales por comunidad y que la comunidad se encargue de elegir a la persona responsable de la producción y comercialización.

En la campaña 2011-2012, seis comunidades eligen una persona responsable encargada de hacer funcionar la planta artesanal, así como en

la elaboración de las normas de funcionamiento para el buen desenvolvimiento de las acciones entre el encargado y la comunidad.

Bajo la coordinación de APRA y con la participación de los responsables comunales de las seis comunidades (Piusilla, Hierbabuenani, Pata Morochata, Sauce Rancho, Chullpa Pampa, Villa Collpa) se realizó una serie de eventos para fortalecer las capacidades en la producción y comercialización de biol, Sulfocal, y otros bioinsumos como Acaritop, Fungitop y multiplicación de micorrizas en las instalaciones de la fábrica de Biotop, después de esta actividad se realizaron los reforzamientos en cada una de las comunidades.

A partir de este año, los productos son elaborados y comercializados por los responsables comunales, resultados que se presentan a continuación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad de productos elaborados y comercializados por seis plantas artesanales en la campaña 2012-2013

Comunidad	Cantidad de productos elaborados					
	Fertilizante foliar- Biol (Litros)	Fungicida-Sulfocal (litros)	Fungicida-Fungitop (litros)	Insecticida-Acaritop (litros)	Micorrizas (kg)	Biograd (litros)
Cantidad de producción de bioinsumos elaborados por seis plantas artesanales (Piusilla, Hierbabuenani, Pata Morochata, Sauce Rancho, Chullpa Pampa, Villa Collpa)	6.500	2.133	1.200	900	5.300	200



En el Cuadro 3 se observa que los beneficios más altos que obtienen las plantas artesanales provienen de la venta de biol y la venta de micorrizas. Estos productos se aplican al follaje y al suelo durante la siembra respectivamente.

En promedio cada planta artesanal tiene un ingreso adicional de más de 7.000 Bs, estos ingresos según los responsables de la planta utilizan para la compra de material escolar de los niños y la alimentación de la familia.

Cuadro 3. Beneficios de seis plantas artesanales por la producción de bioinsumos en la campaña 2012-2013

Producto	Unidad	Cantidad producida	Venta Bs/producto	Costo de elaboración Bs/producto	Beneficio Bs/producto
Biol	litros	6.500	32.500	20.150	12.350
Sulfocal	litros	2.133	25.596	17.064	8.532
Fungitop	litros	1.200	18.000	12.000	6.000
Acaritop	litros	900	13.500	9.000	4.500
Micorrizas	kg	5.300	26.500	15.900	10.600
Biograd	litros	200	3.000	2.400	600
Promedio					7.097

Beneficios de los bioinsumos en las comunidades

Los bioinsumos de las seis plantas artesanales fueron comercializados en 10 comunidades aledañas, quienes utilizan el abono foliar en papa, maíz y hortalizas. El Sulfocal es utilizado para el control del tizón en papa (figura 6).

El producto que más se comercializa es el biol en un 86% seguido por Sulfocal en un 46%; asimismo, el uso de las micorrizas en papa incrementó en un 47% en el último año.

Los beneficios por el uso de los bioinsumos son varios, por ejemplo, los agricultores inicialmente estaban acostumbrados a utilizar los productos químicos para la producción de

papa; sin embargo, en los últimos años se observa un cambio en la producción, en vez de utilizar los fertilizantes químicos prefieren el uso de biol y sulfocal para el control preventivo del tizón, ya que estos productos incrementan el rendimiento y la calidad de los tubérculos (Arévalo, 1998).

La aplicación de los bioinsumos incrementa los rendimientos, por tanto existe mayor cantidad de papa y maíz para el mercado y esto se traduce en mayor beneficio para el agricultor; es así que antes del proyecto los beneficios por la venta de papa y maíz fueron inferiores a 15.000 y 3.000 Bs/ha respectivamente. Mientras que los beneficios después del proyecto fueron superiores a las cantidades mencionadas como se puede observar en el (Cuadro 4).

Cuadro. 4. Beneficios generados por las plantas artesanales por el uso de bioinsumos

Cultivos	Antes del proyecto (con la utilización de agroquímicos)			Después del proyecto (con la utilización de bioinsumos)			Beneficio del proyecto Bs/ha
	Ingreso por venta Bs/ha	Costo de producción Bs/ha	Beneficio Bs/ha	Ingreso por venta Bs/ha	Costo de producción Bs/ha	Beneficio Bs/ha	
Papa	23.940	8.500	15.440	28.880	7.000	21.880	6.440
Maíz	6.080	3.000	3.080	7.360	2.500	4.860	1.780





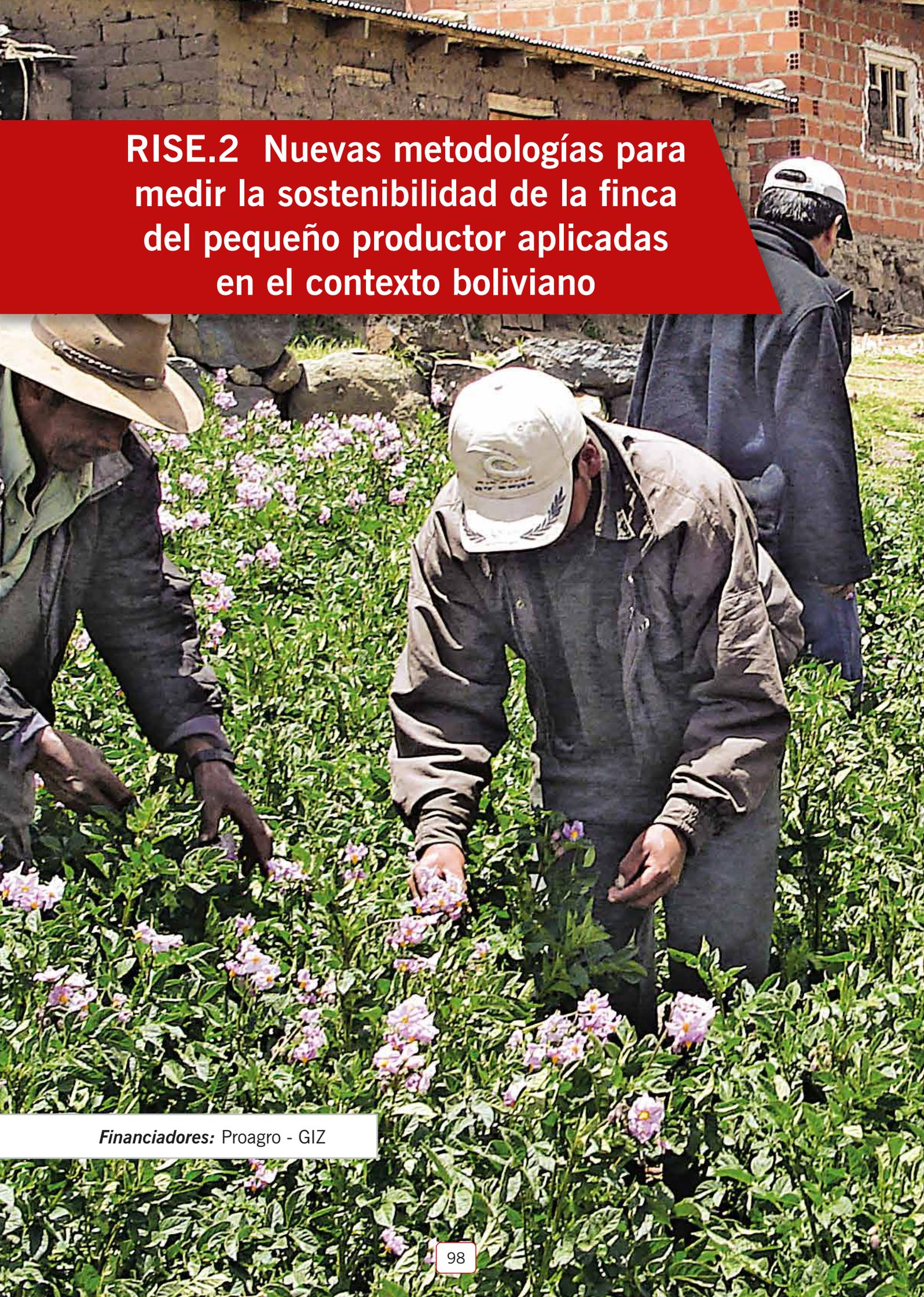
En las evaluaciones participativas los agricultores indicaron que los bioinsumos incrementan los rendimientos en un 20% en papa y maíz; asimismo, los tubérculos presentan un aspecto brillante en la cascara, lo cual es valorado en el mercado. Por otro lado, mencionan que las aplicaciones con bio ahuyentan los insectos debido al olor peculiar y el daño en la parcela es mínimo.

Las lecciones aprendidas de esta experiencia fueron las siguientes:

- La construcción participativa de las responsabilidades y su asignación son fundamentales para dar sostenibilidad al funcionamiento de las plantas de bioinsumos.
- No todos los agricultores tienen la vocación para la preparación de bioinsumos, algunos prefieren ser compradores del producto.
- La elaboración y comercialización de bioinsumos en Morochata funciona con las plantas artesanales y no a nivel de Asociación.
- La poca disponibilidad de tiempo hace que los agricultores prefieran adquirir bioinsumos de manera local, siempre y cuando los precios para su acceso sean adaptados a las condiciones locales.

Literatura consultada

- Ashby, A. 1991. "Manual para la evaluación de tecnología con productores". Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 102 p.
- Ramírez, M. L. 2003. Efecto del Bio y Fitorreguladores en la Producción de Cebolla. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas" Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia 173 p.
- Torrico, L. 2008. Incorporación de bioinsumos en el manejo del cultivo de la papa *Solanum tuberosum*, en el valle Alto de Cochabamba, Tesis, Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia 78 p.
- Arévalo. 1998. Efecto del bioabono líquido en la producción de pastos y en la fertilidad del suelo, Cajamarca, Perú.
- Mamani, E. 2006. Efecto de la frecuencia de utilización de tres tipos de Biofertilizantes foliares en el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), en siembra de temporada Mizka, en el Municipio de Pocona. Tesis para licenciatura en ingeniería agronómica. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 28 p.



RISE.2 Nuevas metodologías para medir la sostenibilidad de la finca del pequeño productor aplicadas en el contexto boliviano

Financiadores: Proagro - GIZ

La aplicación del RISE como herramienta de conversación ordenada entre el saber local específico y el saber convencional más general sobre la sostenibilidad de la finca.

La agricultura constituye la fuente más importante de alimentos para la humanidad. Este sector emplea alrededor de 1.3 billones de personas en aproximadamente 50 millones de fincas y hace uso de más de un tercio de toda la superficie terrestre (FAOSTAT, 2009).

Una gran parte de las personas que se dedican a la agricultura lo hacen en los países en vías de desarrollo en pequeña escala y su importancia por su contribución a la alimentación de la población mundial es cada vez más reconocida. En Bolivia en los últimos años, desde el Estado se ha hecho énfasis en la importancia que tienen los pequeños productores agrícolas para garantizar la seguridad alimentaria en el país. (PLAN NACIONAL DE DESARROLLO: Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien, 2006-2010)

Muchos proyectos de desarrollo que se ejecutan en países como Bolivia, tienen como objetivo mejorar la sostenibilidad de estos sistemas productivos, sin embargo, el concepto de sostenibilidad de la finca agrícola no es evaluado técnicamente ni objetivamente de forma clara.

En este artículo queremos compartir los esfuerzos mundiales (aplicados en Bolivia por PROINPA durante la campaña 2012-2013) en la implementación de la metodología denominada “Análisis de sostenibilidad para inducir cambios a nivel de finca” conocida en inglés por RISE (Response-Inducing Sustainability Evaluation), desarrollada por la Universidad Suiza de Ciencias Agrícolas, Forestales y de Alimentos (HAFL) con el objetivo de realizar una evaluación de la sostenibilidad agropecuaria a nivel de finca y al mismo tiempo, orientar en la identificación de problemas, causas y potenciales alternativas de respuesta para el acercamiento de los sistemas productivos a la sostenibilidad.

RISE.2 ha sido aplicado en más de 1.000 fincas de 22 países entre los años 2000 y 2012.



La evaluación de la sostenibilidad de la finca

Para estar seguros de evaluar la sostenibilidad de forma objetiva el RISE interpreta al desarrollo sostenible de acuerdo con el reporte de la comisión Mundial sobre Medio Ambiente y desarrollo (WCED, 1987) y el capítulo 14 de la agenda 21 (ONU, 1992).

La evaluación de la sostenibilidad se basa en una definición clara del concepto de desarrollo sostenible, que es traducida en metas que se pueden interpretar de forma práctica. Se colectan datos sobre todas las áreas relevantes para medir la sostenibilidad de la finca y compara estos datos con datos referenciales definidos de acuerdo al principio de sostenibilidad.

Para que la metodología sea aplicada en cualquier país del mundo se “calibra” a la realidad del lugar donde quiere ser aplicada a partir del uso de datos referenciales de acuerdo a las condiciones locales. En teoría en algunos casos los valores de referencia y estimaciones pueden ser influidos por el mismo agricultor.

RISE considera aspectos económicos, ecológicos y sociales usando 10 indicadores referentes al uso del suelo, la producción animal, el flujo de nutrientes, el uso del agua, energía y clima, la biodiversidad y protección de cultivos, las condiciones de trabajo, la calidad de vida, viabilidad económica y administración de la finca. Para cada indicador se evalúa el estado en que se encuentra la finca, con respecto al indicador y se calcula el denominado grado de sostenibilidad.

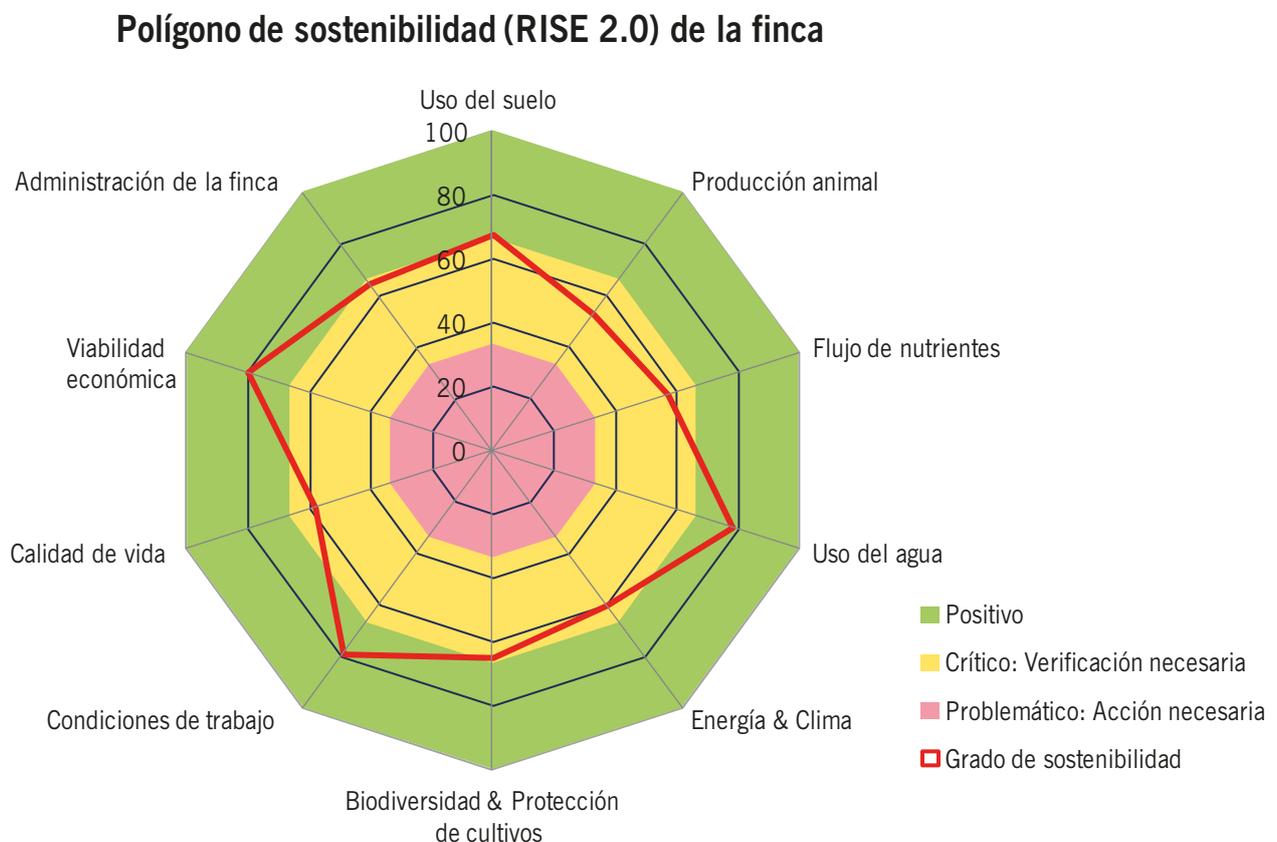
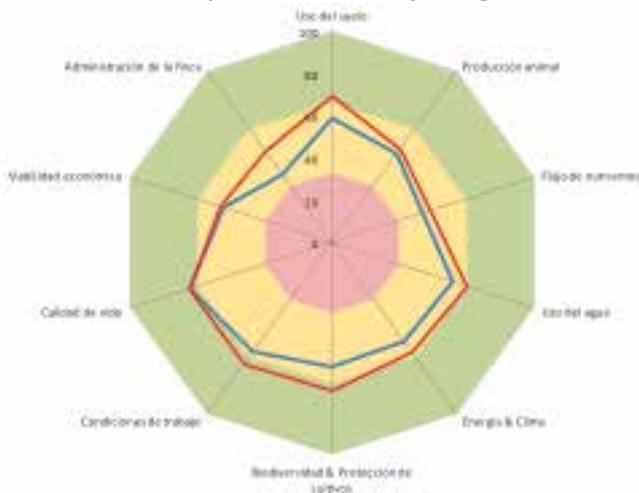


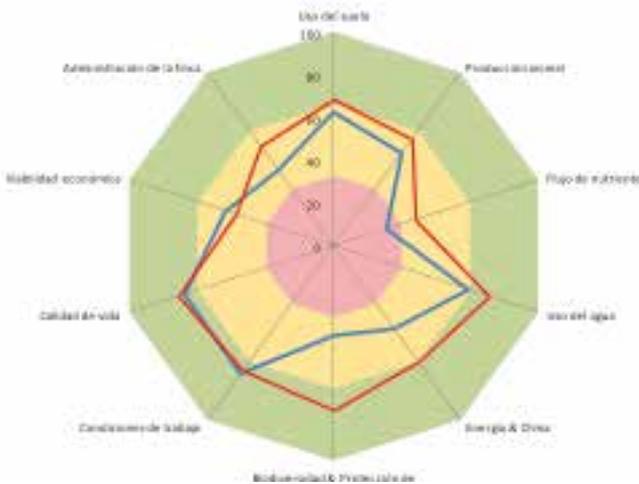
Figura 1. Polígono de sostenibilidad (RISE 2.0) de la finca

Una nueva forma de mostrar la sostenibilidad

La forma más resumida de mostrar los resultados de la aplicación del RISE es el “polígono de sostenibilidad”, en el que se da un vistazo al grado de sostenibilidad de todos los indicadores (ver Figura 1). Una situación equilibrada, se da cuando todos los puntajes de los indicadores están en el área verde. Los indicadores ubicados en el área roja indican riesgos para la sostenibilidad de la actividad agrícola y por lo tanto representan una prioridad para la administración de la finca, para poder tomar decisiones a futuro. Los indicadores en el área amarilla deberían ser analizados con mayor profundidad para evaluar con más exactitud las potencialidades y riesgos.



Altiplano

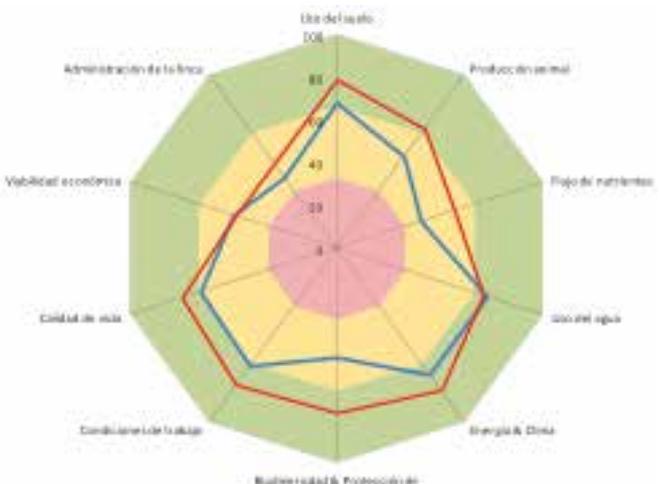


Valles

La implementación y validación de RISE en Bolivia

La Fundación PROINPA en alianza con la GIZ ha participado de la aplicación y validación de la metodología RISE en Bolivia. Expertos de la Universidad de Berna, Suiza, capacitaron al personal técnico de PROINPA para recopilar datos, analizar e interpretar interacciones e interrelaciones complejas de los sistemas de producción agrícola en aspectos agronómicos, económicos, ecológicos y socioculturales. Luego de esta capacitación han sido dos las experiencias en Bolivia que ejecutó PROINPA en la implementación y validación de la metodología RISE.

- La primera con el Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable (PROAGRO/GIZ) que es un esfuerzo de la cooperación alemana en Bolivia para contribuir a mejorar las condiciones de vida de la población en las áreas rurales, considerando las necesidades cada vez más evidentes de adaptación al Cambio Climático.



Trópico

Figura 2. Polígonos de sostenibilidad de ecoregiones altiplano, valle y trópico de Bolivia. CNAPE. 2013 (en línea roja productores ecológicos y en color azul productores convencionales).



PROAGRO quería conocer si las acciones de su Programa estaban marcando diferencias entre familias beneficiarias y no beneficiarias en 220 fincas de las regiones de altiplano, valles y chaco, por tanto los resultados del RISE compararon fincas que recibieron apoyo directo del programa con fincas sin apoyo.

- La segunda con el Consejo Nacional de Producción Ecológica – CNAPE y su Programa Conjunto busca la integración de productores andinos indígenas a nuevas cadenas de valor, nacionales y mundiales, promoviendo la producción ecológica en 18 municipios en siete departamentos de Bolivia. El CNAPE apoya la implementación práctica de la política sobre agricultura ecológica basada en la Ley 3525 del estado Boliviano.

El CNAPE quería responder a la pregunta: ¿Cuál de los dos sistemas de producción (orgánico o convencional) es el más sostenible respecto a la Norma Técnica Nacional de Sistemas Participativos de Garantía? Para generar elementos de respuesta a esa pregunta se utilizó la metodología RISE en 51 fincas del altiplano, valles y trópico en once municipios de Bolivia. El estudio consistió en la comparación de sistemas productivos ecológicos (apoyados por el Programa) y convencionales (sin apoyo del Programa).

Es posible aplicar una metodología que refleje la sostenibilidad de la finca a nivel mundial?

Independientemente de los resultados de ambas experiencias cuyos informes reflejan ampliamente elementos de respuesta a las preguntas planteadas, la metodología ha contribuido a desarrollar las capacidades de técnicos y agricultores en la visualización y evaluación objetiva de las acciones orientadas a la mejora de las fincas de pequeños productores rurales.

De manera general, se puede afirmar que la metodología ha logrado mostrar algunas diferencias entre las fincas apoyadas por PROAGRO y CNAPE) contra los testigos aunque en algunos aspectos el grupo “control” se encuentre mejor posicionado. Lo que nos lleva a concluir que la sostenibilidad aunque esté claramente definida y sus indicadores sean también claramente diferenciados es un aspecto complejo de reflejar y comparar.

En el caso de CNAPE cuando se compararon las ecoregiones (Fig. 2) se evidencia que existe mayor acercamiento a la sostenibilidad por los productores ecológicos (apoyados por el proyecto, línea color rojo) en algunos indicadores (uso del suelo, uso del agua y biodiversidad y protección de cultivos) en

comparación a la situación crítica que se observa en los productores convencionales (representados por la línea azul que no recibieron apoyo del proyecto). Sin embargo, a pesar de estas diferencias, los indicadores en general, no están muy lejos de estar en una situación crítica lo que implica la necesidad de acciones que promuevan una mejor sostenibilidad, tanto de los productores ecológicos como de los convencionales.

Para que la herramienta RISE en el contexto de la agricultura boliviana sea lo suficientemente flexible y precisa para una confiable evaluación de la sostenibilidad agropecuaria a nivel de finca fueron necesarios algunas consideraciones y ajustes que se describen a continuación:

1.- la capacidad de los entrevistadores no debe ser solo en el manejo de la metodología , sino que es altamente exigente en el conocimiento de la agricultura local.

2.- La variabilidad del contexto, cultura, agroecosistemas y sistema de producción merece un mayor esfuerzo por una “traducción”, ordenamiento y reducción de la boleta de 580 preguntas (en el caso de Bolivia se redujo a 200 preguntas) a la lógica y actividades locales.

3.- La boleta fue encarada y transformada en una “conversación” e intercambio ordenado entre agricultores y técnicos (entre el saber local específico y el saber convencional más general) sobre la sostenibilidad de la finca.

4.- El anterior punto implica un cambio de rol tanto en el entrevistado y el entrevistador hacia

un “conversatorio” para sacar conclusiones que ayuden a mejorar la situación de la finca. Algo que implica una relación de mayor confianza entre los actores que debe ser trabajada incluso antes de la actividad específica.

5.- Después de este ejercicio se debe volver a llenar los requerimientos del software para tener una calificación objetiva que pueda reflejarse en las gráficas de salida de resultados para su interpretación final.

La aplicación de ambas experiencias y el desarrollo de capacidades de PROINPA tuvieron el soporte financiero de la GIZ en Bolivia.

Literatura consultada

Bern University of Applied Sciences / School of Agricultural, Forest and Food Sciences, 2012. Manual RISE 2.0. Jan Grenz, Michael Schoch, Andreas Stämpfli, Christian Thalman. Trad. María Eugenia Chávez. Zollikofen, Switzerland. 120 p.

PROAGRO/GIZ, 2012. Apoyo en la implementación de RISE en las Unidades Regionales Norte de Potosí, Valles y Chaco del PROAGRO/GIZ. Informe de Trabajo. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 205 p.

CNAPE, 2013. Estudio comparativo de sistemas de producción ecológica versus sistemas de producción convencional en once municipios pertenecientes a cuatro diferentes Ecoregiones. Informe de Trabajo. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 90 p.

FAOSTAT. 2009. FAO-STAT-Agriculture Statistical Database. United Nations Food and Agriculture Organisation, Rome. <http://faostat.fao.org/def>

Agrobiodiversidad

Los agricultores custodios y los bancos comunitarios de semilla

Fortalecimiento de la conservación in situ de la agrobiodiversidad en Bolivia



Financiador: IFAD (Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola)

Colaboradores: CARE Bolivia, CETHA, Tupac Katari, Samaritan's Purse

* Fundación PACHA
** Bioversity International



Los agricultores custodios no solo conservan su diversidad de cultivos sino que experimentan, son observadores por excelencia y tienen un sentido de responsabilidad para compartir su material vegetal, conocimiento, patrimonio y cultura con sus familias, comunidades y con la sociedad en general.

El cambio climático representa una grave amenaza para la agrobiodiversidad. Ante esta situación la comunidad internacional está respondiendo con un mayor apoyo a la conservación *ex situ*. Sin embargo, este apoyo está orientado hacia los cultivos considerados “principales”, como el trigo, maíz, arroz y papa, y no toma en cuenta a los otros cultivos subutilizados y estratégicos para la seguridad alimentaria y nutricional de la humanidad. En comparación con la conservación *ex situ*, la conservación en finca (*in situ*) es poco abordada por los programas de investigación y desarrollo, y débilmente integrada en las estrategias nacionales de conservación.



Para la conservación en finca se vienen desarrollando estrategias basadas en las comunidades campesinas. La conservación en finca mantiene los conocimientos tradicionales vinculados a la agrobiodiversidad y a las prácticas relacionadas con su uso, las que se transmiten por los agricultores de generación en generación. Son pilares de la conservación de la agrobiodiversidad aquellos agricultores que por diversas razones se distinguen de los demás por su contribución a la conservación de la diversidad de cultivos y variedades en sus sistemas tradicionales de manejo. Es necesario hacer un mayor esfuerzo para reconocer la contribución de estos agricultores, que silenciosamente y sin reconocimiento alguno aportan con los cultivos destinados principalmente a la alimentación de sus familias.

El proyecto Especies Olvidadas y Subutilizadas del Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (NUS IFAD III) fué coordinado por Bioversity International y ejecutado en tres países: India, Nepal y Bolivia. Contribuyó a desarrollar métodos, herramientas y enfoques para evaluar y monitorear la agrobiodiversidad y su adaptación al cambio climático.

Agricultores custodios

Algunos agricultores destacan en sus comunidades por su dedicación al manejo de una amplia diversidad de cultivos y variedades, incluyendo las variedades raras y en peligro de extinción. Estos agricultores poseen el conocimiento tradicional asociado al manejo de la agrobiodiversidad. A estos agricultores excepcionales se les ha otorgado diversos nombres, como: expertos de semillas, agricultores nodales, conservadores de semillas, curiosos, conservacionistas, innovadores, guardianes de las semillas y agricultores custodios.

En Bolivia el proyecto NUS IFAD III desde octubre de 2011 trabajó con cuatro instituciones socias: CARE Bolivia, Samaritan's Purse, CETHA Tupak Katari y la Fundación PROINPA. Las actividades se ejecutaron en ocho comunidades del área circundante al lago Titicaca y con 43 agricultores custodios que fueron seleccionados mediante un enfoque participativo (Cuadro 1).



Agricultores custodios de la Comunidad de Cachilaya, provincia Los Andes, La Paz

Cuadro 1. Número de agricultores custodios en relación al total de agricultores de ocho comunidades circundantes al lago Titicaca

Provincia	Municipio	Comunidad	N° Agricultores Comunidad	N° Agricultores Custodios
Omasuyos	Huarina	Coromata	60	6
Los Andes	Puerto Pérez	Cachilaya	80	4
		Batallas	57	6
		Suruquiña	80	5
Ingavi	San Andrés Machaca	Erbenkalla	25	3
		Rosapata	25	4
Pacajes	Caquiaviri	Antaquira	90	8
		Pucamaya	40	7
4	5	8	447	43



En forma conjunta, los agricultores de la comunidad y los técnicos facilitadores definieron los criterios para la selección de los agricultores custodios: 1) tener un número importante de especies y variedades, 2) mantener una vocación para conservar y usar la diversidad de variedades, 3) amplia experiencia en el manejo de cultivos y 4) ser reconocidos y respetados por la comunidad en su papel de agricultor. Los agricultores custodios fueron seleccionados, reconocidos y validados por la comunidad por su contribución a la conservación de la diversidad de cultivos.

Durante dos años agrícolas (2011-2013) se ha realizado el Registro de la Agrobiodiversidad con este grupo de agricultores custodios. Por cada agricultor custodio se cuenta con un libro del “Registro Comunitario de la Biodiversidad”, que consiste en 20 variables y las respectivas imágenes fotográficas.

Los agricultores custodios no sólo conservan su diversidad de cultivos sino que experimentan, son observadores por excelencia y tienen un sentido de responsabilidad para compartir su material vegetal, conocimiento, patrimonio y cultura con sus familias, comunidades y con la sociedad en general; ellos son quienes mantienen, adaptan y fomentan la

biodiversidad agrícola. Los otros agricultores de la comunidad tienen la responsabilidad de seleccionar y conservar las semillas para asegurar la subsistencia de sus familias.

Se encuentra en proceso la conformación de una Red de Agricultores Custodios, igual a las que existen en otras partes del mundo como México y Nepal y donde este tipo de organizaciones son reconocidas y apoyadas por sus gobiernos en el marco de una política nacional. Estas redes juegan un rol importante en la conservación y uso de agrobiodiversidad y aquí en Bolivia, se espera su apoyo desde las políticas de gobierno por su papel estratégico como guardianes de la diversidad genética y del conocimiento tradicional asociado.

Bancos comunitarios de semillas

Es importante tener en cuenta la naturaleza de cada comunidad con el fin de determinar si se debe promover la acción colectiva en lugar de trabajar además con agricultores individuales. Por lo general, la participación de todos los agricultores de la comunidad es necesaria, de lo contrario el trabajo de los agricultores custodios será limitado en el sentido de que las personas





ya no quieren compartir sus semillas o material de siembra con ellos, creando barreras en los flujos de semillas. En este sentido, los bancos comunitarios de semillas, son vistos como una estrategia complementaria para apoyar a los agricultores custodios, como es el caso del sur de Asia donde su concepción y manejo están mucho más avanzados.

Los bancos comunitarios de semilla cumplen al mismo tiempo la función de ser espacios de multiplicación de semillas y de enseñanza aprendizaje entre los agricultores donde se ponen en práctica, de manera colectiva, los aprendizajes compartidos en los cursos de capacitación. Sin embargo, se necesita más investigación para entender mejor la complementación de funciones entre los esfuerzos individuales (agricultores custodios) con los esfuerzos colectivos (bancos comunitarios de semillas) para el mantenimiento, valorización, e intercambio de la diversidad genética y el conocimiento tradicional. También falta generar y poner en evidencia las funciones y la relación entre los bancos comunitarios de semillas y los bancos nacionales de germoplasma.

El rol de los actores en la conservación de la agrobiodiversidad

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), creado en junio de 2008, es la institución nacional encargada de la investigación agrícola, pecuaria y forestal del Estado Plurinacional de Bolivia y actualmente está a cargo de los Bancos Nacionales de Germoplasma. Entre sus actividades principales está la conformación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SNRG), cuya estructura contempla los componentes de conservación *ex situ* e *in situ*, fundamental para visibilizar la existencia de este tipo de iniciativas como son la Red de Agricultores Custodios y los Bancos Comunitarios de Semillas. Es necesario que ambas organizaciones locales formen parte del SNRG y de esta forma se dé lugar a un espacio para que la función que realizan, a lo largo de siglos, en favor de la conservación de agrobiodiversidad sea reconocida y apoyada desde el Estado Boliviano, como sucede y cobra importancia en otros países como México, India y Nepal.

De los cinco municipios en los que se trabaja, el Municipio de Batallas ha dado un paso importante al priorizar e incorporar en su Plan de Desarrollo el apoyo a la conservación de la agrobiodiversidad, por la función que cumple en la adaptación al cambio climático. Asimismo, el rol de las instituciones involucradas como PROINPA, CARE Bolivia, CETHA Túpac Katari, Samaritan's Purse, además de otros actores que trabajan en el desarrollo y entendimiento de la dinámica local de estos procesos, es fundamental para su articulación en el SNRG. De esta forma es posible construir de manera participativa un modelo de manejo, conservación y uso de los recursos genéticos que vele por este patrimonio que tiene el país.

Literatura consultada

- Brush, S. B. 1991. A farmer-based approach to conserving crop germplasm. *Economic Botany*, 45 (2): 153-165.
- Gruberg, H., G. Meldrum, S. Padulosi, W. Rojas, M. Pinto and T. Crane. 2013. Towards a better understanding of custodian farmers and their roles: insights from a case study in Cachilaya, Bolivia. *Bioversity International*, Rome and Fundación PROINPA, La Paz. 37 p. Jarvis, D. I., Hodgkin, T., Sthapit, B., Fadda, C., &
- Lopez-Noriega, I. 2011. An heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production system. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30 (1-2): 125-176.
- Lilja, N., Ashby, J. A. & Sperling, L. (Eds.). 2001. *Assessing the impact of participatory research and gender analysis*, CGIAR Program for Participatory Research and Gender Analysis, Cali, Colombia.



Pinto, M., J. Flores, C. Alanoca, E. Mamani y W. Rojas. 2007. Bancos de germoplasma comunales contribuyen a la conservación de quinua y cañahua. En: W. Rojas (ed) "Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA". Informe Anual 2006/2007. Proyecto SIBTA-SINARGEAA. MDRAMA - Fundación PROINPA. pp 200-205.

Pinto, M., J. Flores, C. Alanoca y W. Rojas. 2006. Implementación de bancos de germoplasma comunales. Informe Anual 2005/2006. Proyecto SIBTA-SINARGEAA "Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA". MDRAMA - Fundación PROINPA. pp 280-288.

Rojas, W., M. Pinto, A. Bonifacio y A. Gandarillas. 2010. Banco de Germoplasma de Granos Andinos. En: W. Rojas, M. Pinto, J.L. Soto, M. Jagger y S. Padulosi (eds). Granos Andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Roma, Italia. pp 24-38.

Sthapit, B., Lamers, H. & Rao, R. 2013. Custodian farmers of agricultural biodiversity: selected profiles from South and South East Asia. Bioversity International, New Delhi, India.

Shrestha, P., Vernooy, R. & Chaudary, P. 2013. Community Seed Banks in Nepal: Past, Present, Future. Proceedings of a National Workshop, LI-BIRD/USC Canada Asia/Oxfam/The Development Fund/IFAD/Bioversity International, 14-15 June 2012, Pokhara, Nepal





**Contribución de la agrobiodiversidad
a las estrategias de vida de familias
campesinas en el Altiplano Norte
y cabecera de valle de La Paz**



Financiadores: Reino de los Países Bajos

Colaboradores: Agricultores de las comunidades Santiago de Okola, Chojasquia, Canllapampa, Vencalla, San Miguel de Tacaraca, Jutilaya, Cariquina Grande, San Pedro de Punama y Huyu Huyu

El uso de la agrobiodiversidad y la gestión del espacio es la principal estrategia de vida de las comunidades campesinas del altiplano norte y de cabecera de valle de La Paz, contribuyen en más del 80% a la seguridad alimentaria producida por las mismas familias.

Los agricultores mantienen múltiples estrategias que incluyen el uso de recursos naturales, su participación en redes sociales familiares y comunales, en el comercio y trueque de productos agrícolas (Lambrigger, 2007; Comunidad Andina, 2011). A ello se suma la migración permanente o estacional de algunos miembros de la familia como parte de las estrategias para obtener dinero o bienes que son un aporte importante en el ingreso familiar (González, 2009).

La agrobiodiversidad juega un papel importante dentro de las estrategias múltiples de los agricultores, pero no es fácil medir su real contribución. Para entender y visualizar mejor esa contribución, se realizó un estudio en nueve comunidades campesinas de la provincia Camacho del departamento de La Paz, próximas a la ribera norte del Lago Titicaca. Las comunidades están ubicadas en dos pisos ecológicos : altiplano (3.825 a 4.200 m) y cabecera de valle (3.100 a 3.900). Siete comunidades pertenecen al altiplano (Santiago de Okola, Chojasquia, Canllapampa, Vencalla, San Miguel de Tacaraca, Jutilaya y Cariquina Grande); y dos comunidades pertenecen a cabecera de valle (San Pedro de Punama y Huyu Huyu).

Se aplicaron encuestas, talleres participativos, estudios de caso y observación participante a las familias en sus actividades cotidianas y visita a ferias rurales. En total se recabó información de 57 familias que corresponde a una muestra de un universo de 250. Mediante



encuestas se registró información socioeconómica, agrobiodiversidad, sistemas de producción y seguridad alimentaria.

Para precisar los datos se recurrió a estudios de caso con tres familias, una por cada zona ecológica, y la información registrada fue consumo familiar de alimentos en dos épocas: abundancia (octubre – enero) y, escasez (abril – julio). Para validar la información registrada en las encuestas, se realizaron talleres participativos con las familias y visitas a las ferias acompañando a las familias de estudio de caso, específicamente a las señoras, para observar y registrar los productos que son adquiridos para el consumo familiar.

Características de las familias

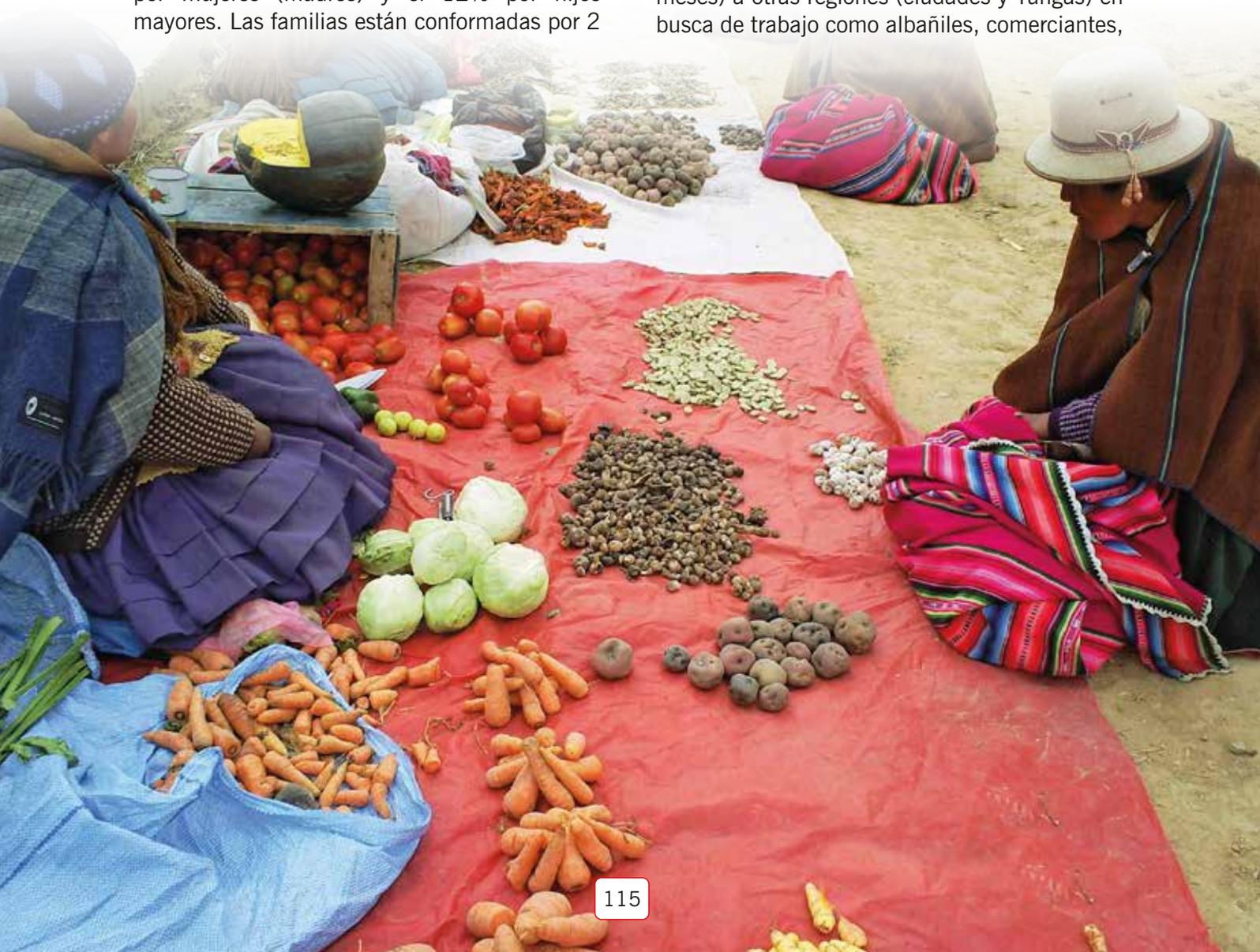
Las familias están liderizadas en el 66% de los casos estudiados por hombres (padres), el 22% por mujeres (madres) y el 12% por hijos mayores. Las familias están conformadas por 2

a 8 integrantes, con 3 a 7 hijos varones y/o mujeres, con una edad desde los 9 meses a 17 años. No se consideraron los hijos ausentes. La edad de los jefes de familia fluctuó entre 30 a 75 años.

Las familias se dedican a múltiples actividades como agricultura, artesanía, comercio, albañilería y otros. Las actividades realizadas por las mujeres y los varones son diferentes. Las mujeres, además de la agricultura, también se ocupan de las labores de casa, cuidado de los niños, preparación de comida y frecuentan las ferias para adquirir alimentos.

Algunas mujeres migran a otras regiones en busca de trabajo como lavanderas, servicios domésticos, niñeras y en algunos casos se dedican al comercio en épocas donde no hay una actividad agrícola fuerte (noviembre, diciembre, enero y febrero).

Los varones migran temporalmente (3 a 4 meses) a otras regiones (ciudades y Yungas) en busca de trabajo como albañiles, comerciantes,



cargadores u otros trabajos eventuales, especialmente desde diciembre a febrero. Los niños también aportan en las actividades agrícolas y en el pastoreo de los animales, principalmente los fines de semana y en las vacaciones de la escuela.

La mayoría de las familias están conformadas por ambos padres de familia, los cuales tienen diferentes niveles de escolaridad. El 13% alcanzaron a cursar el nivel secundario, mientras que el 49% llegaron hasta el nivel primario y los restantes 39% no tuvieron la oportunidad de asistir a una educación formal.

La agrobiodiversidad en la alimentación

En la zona de estudio se encontró una amplia diversidad de cultivos y variedades, manejada en pequeñas parcelas familiares. En Cariquina Grande, Canllapampa, Chojasquia, Jutilaya, Tacaraca y Vencalla se registró la presencia de 10 a 15 cultivos, mientras que en San Pedro de Punama y Huyu Huyu se registró de 19 a 28 cultivos, y en Santiago de Okola se registró 19 cultivos.

Se evidenció una importante diversidad intraespecífica. La papa es el cultivo que se destaca con amplia diversidad que oscila entre 29 a 244 variedades, le sigue en importancia la oca con una diversidad de 7 a 16 variedades, mientras los restantes cultivos como la papalisa, isaño, quinua, tarwi, haba, arveja, cebada, maíz y trigo tienen menor a 10

variedades y las hortalizas, frutales y raíces andinas tienen una sola variedad.

La diversidad de cultivos y variedades es la base de la alimentación familiar en las comunidades. Por lo general los productos de la agrobiodiversidad son consumidos en forma fresca o transformada en chuño, tunta, caya de oca y otros. Los cultivos considerados principales en la alimentación de las familias campesinas tanto en cabecera de valle como altiplano, son los tubérculos como la papa, oca y papalisa. En las comunidades de cabecera de valle, tienen además otras opciones importantes según la época como el maíz, los frutales (manzana, durazno, tumbo y granadilla) y varias hortalizas.

Destino de la producción

Los agricultores manejan y conservan sus cultivos en pequeñas parcelas desde los 10 m² hasta 6.000 m². La mayor superficie es destinada para la producción de papa, en cabecera de valle, el cultivo maíz ocupa una superficie igual a la papa. Varios de los cultivos, particularmente en cabecera de valle, son establecidos en policultivos combinando dos a cuatro especies. En cada zona y cultivo influyen diversos factores que afectan la productividad, como plagas, enfermedades, heladas y granizo. La producción obtenida por las familias, es destinada a diferentes fines en función a la cantidad disponible y según la época de abundancia o escasez de alimento (Figura 1).

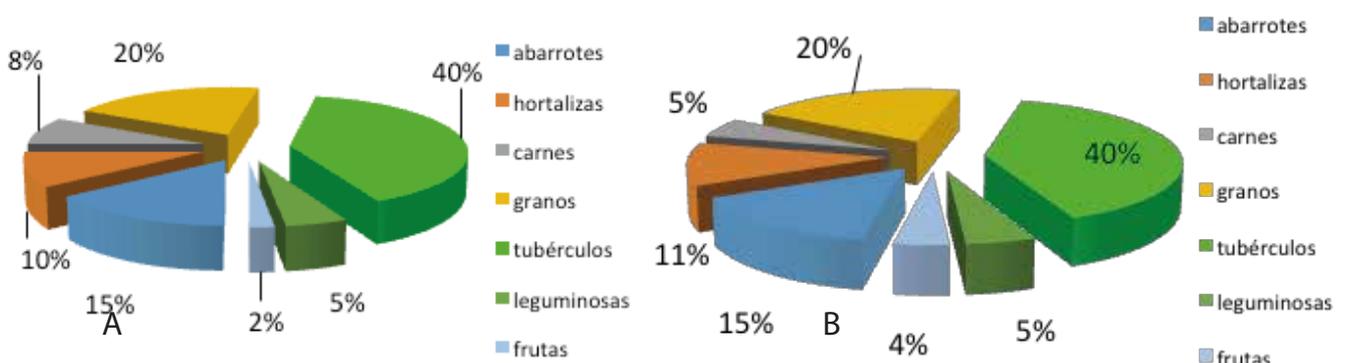


Figura 1. Destino de la producción A. época de escasez y B. época de abundancia

En la época de escasez de alimentos (octubre – enero) el 75% de la producción va destinada a la alimentación familiar (autoconsumo), las familias consumen mayormente papa y en pequeñas proporciones haba seca, chuño, humacaya y muraya; el 15% de la producción es utilizada para el trueque en las ferias, principalmente haba seca, grano de cebada, chuño y maíz, este último en la zona de cabecera de valle; el 5% de la producción es regalada a los familiares que viven en la ciudad de La Paz y El Alto, o a personas que visitan a las familias procedentes de las ciudades; el 3% de la producción va destinada para la venta, dinero que es utilizado para la compra de útiles y uniformes escolares para los niños principalmente en enero; y por último el 2% de la producción que queda después de la selección es destinada para la alimentación de los animales.

En la época de abundancia de alimentos (abril a julio), existe mayor disponibilidad de tubérculos, leguminosas, granos, algunas hortalizas y frutas, los dos últimos en el mes de abril en la zona de cabecera de valle. En esta época el 60% de la producción se destina al autoconsumo, el 15% al trueque donde agricultores de la zona del altiplano viajan al valle para el intercambio de papa por maíz, o bien los agricultores del valle al altiplano para intercambiar maíz por chuño, y frutas por papa o chuño; el 15% de la producción se destina a la venta en ferias y el restante 10% para regalo a familiares.

Composición de la dieta familiar y disponibilidad de alimentos

En términos generales la composición de la dieta familiar tanto en el altiplano como en cabecera de valle aparentemente es similar (Figura 2), la diferencia se encuentra en el detalle de los productos consumidos. El 40% de la dieta está constituida por tubérculos, en el altiplano (papa, oca, isaño y papalisa) y en valle (papa y oca); el 20% por granos, en el altiplano (quinua, cañahua y cebada) y en el valle (cebada, trigo y maíz) y; el 5% de leguminosas tanto en altiplano como en valle (haba, arveja, tarwi), todos estos productos producidos por las propias familias. Un 10 y 11% de la dieta corresponde al consumo de hortalizas (zanahoria, cebolla, lechuga, acelga, apio, perejil, tomate, locoto y otros) en el altiplano y valle, respectivamente, pero estas hortalizas son adquiridas en ferias rurales en el caso de las familias del altiplano y son producidas por las propias familias en el caso de las comunidades de cabecera de valle.

El 15% de la dieta de las familias de altiplano y valles está constituida por abarrotes (arroz, fideo, azúcar, harina, café, cocoa, té, pan y refresco) que son adquiridos de ferias, y el 2% de frutas que, en el caso de las familias de cabecera de valle son producidas por ellas mismas. El restante 8 y 5% de la alimentación de las familias de altiplano y valle, respectivamente, es cubierto por alimentos de origen animal como el charque de oveja y

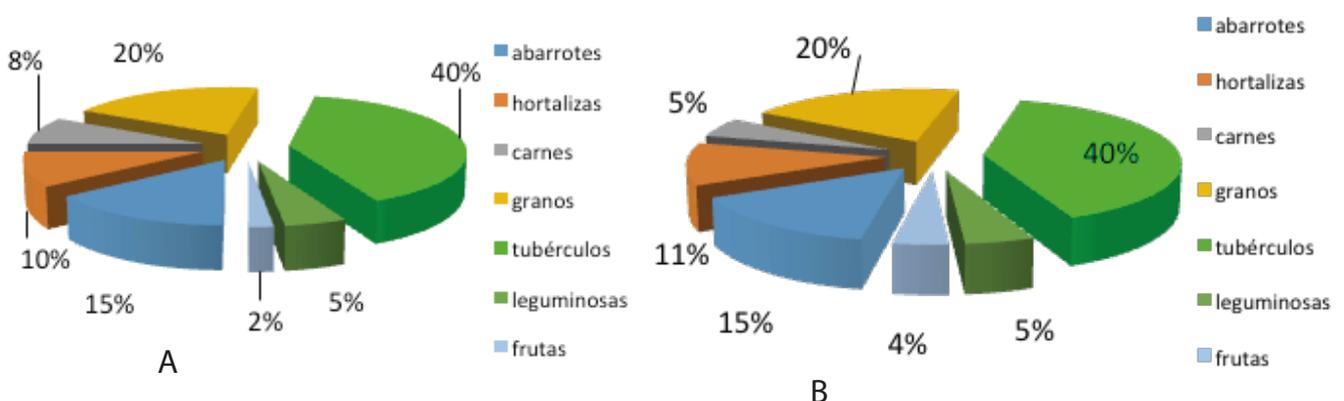


Figura 2. Principales productos en la alimentación de las familias de comunidades de A. altiplano y B. cabecera de valle

llama, carne de cerdo y cuy, queso y huevo, que obtienen de la crianza de animales y pescado (ispi, pejerrey y trucha) que proviene de la pesca del lago y ríos.

Las familias producen su propio alimento en una sola campaña agrícola, esta producción la distribuyen de tal forma que alcance todo el año, según las características de cada producto. Los tubérculos (papa, oca, isaño y papalisa) en estado fresco sólo disponen de 4 a 6 meses, esto obliga a los agricultores a transformar la papa en chuño y tunta, y la oca en caya, para disponer de alimentos durante todo el año, en cambio los granos (trigo, maíz, cebada, arveja, haba seca, tarwi y quinua) están disponibles los 12 meses. El resto de los alimentos como hortalizas frescas y frutas sólo disponen en épocas de cosecha (3 a 5 meses al año).

Los datos reflejan que la disponibilidad de alimentos para el grupo de familias estudiadas aparentemente no cubre los requerimientos proteicos, pues el consumo de carnes y leguminosas no supera el 10% de la dieta familiar, lo cual corrobora la información publicada por Mallea (2010) sobre problemas nutricionales en las comunidades del altiplano boliviano.

Manejo de la agrobiodiversidad en agroecosistemas

Tradicionalmente las familias campesinas manejan sus cultivos en agroecosistemas, a nivel de comunidad existen las aynuq'as y también otros manejados a nivel familiar conocidos como sayaña, uyus, y q'uta irama. El manejo de los agroecosistemas forma parte de las estrategias de vida de los agricultores, porque están distribuidos según la altitud y en cada sitio se siembran diversos cultivos y variedades lo cual garantiza la producción de los alimentos por las familias para los meses de escasez (noviembre, diciembre y enero).

Asimismo, la siembra de los diferentes cultivos en diversos agroecosistemas les permite mitigar riesgos de helada, sequía, granizo e inundaciones. Estos espacios y forma de uso de la tierra, son prácticas de manejo de los recursos naturales que aplican los agricultores y que son comunes en diferentes contextos, particularmente en áreas geográficas de alta diversidad, como medidas de adaptación a la dinámica ambiental que afectan el manejo de la biodiversidad a la escala de paisaje (Brookfield y Padoch, 2011).



Literatura consultada

- Brookfield, H. y C. Padoch, 2011. Manejo de la biodiversidad en paisajes agrícolas espacial y temporalmente complejos. En: Jarvis, D.I.; C. Padoch y H.D. Cooper (Eds) Manejo de la agrobiodiversidad en los ecosistemas agrícolas. Bioversity International, Columbia University Press. Roma. 357-381 pp.
- Comunidad Andina, 2011. Agricultura familiar agroecológica campesina en Comunidad Andina. Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad. Secretaría General de la Comunidad Andina. Lima, Perú.
- González, C. 2009. Estrategias de vida de familias campesinas de cinco comunas de la provincia del Cachapoal. Tesis para obtener el título de socióloga. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.
- Lambrigger, J. R. 2007. Transformación de estrategias de vida de familias campesinas en Cajamarca, Perú como Consecuencia de las Actividades Mineras. Tesis presentada a la Facultad de Filosofía – Ciencias Naturales de la Universidad de Berna (Suiza).
- Mallea, I. 2010. Situación actual y prioridades básicas de la seguridad alimentaria nutricional en Bolivia. *CienciAgro* 2(1): 237-252.

Nuevos atributos de la diversidad de ají en Bolivia



Financiadores: GIZ (Agencia Alemana para la Cooperación Internacional)

Colaboradores: Bioersity International, Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, Universidad de Wuppertal- Alemania

PROINPA fue parte de una iniciativa regional para desarrollar conocimiento y probar enfoques novedosos para incrementar las posibilidades de uso de la diversidad del ají, particularmente de especies y cultivares nativos olvidados y subutilizados, para mejorar el ingreso de agricultores pobres y proveer una producción más diversificada y sostenible.

Bolivia es un país megadiverso en términos culturales y biológicos, que ha dado origen a muchas especies y cultivos que actualmente tienen importancia global. El ají es uno de estos cultivos, cuya diversidad se encuentra distribuida en los diferentes ecosistemas del país presentando un gran número de especies y variedades nativas, los cuales han estado presentes en la vida de los bolivianos desde épocas precolombinas, haciendo parte de su identidad cultural principalmente a través de su variada gastronomía.

El género *Capsicum*, al cual pertenece la amplia diversidad de ají, tiene más de 30 especies con una alta variabilidad genética, que se expresa en una amplia gama de colores, formas, aromas, sabores y grados de pungencia (Thampi, 2003). Sin embargo, de éstas



solamente cinco especies han sido domesticadas (*Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*), y sólo la especie *C. annuum* es la que mayormente se cultiva a nivel mundial (pimentones, paprika) para fines alimenticios y no alimenticios (Bejarano *et al.*, 2011; Fundación PROINPA, 2007). El consumo de las otras especies queda relegado para consumo local en sus zonas de origen y diversidad. Ante esta realidad, PROINPA fue parte de una iniciativa regional para desarrollar conocimiento y probar enfoques novedosos para incrementar el uso de la diversidad del ají, particularmente de las especies y cultivares nativos prácticamente olvidados y subutilizados, para mejorar el ingreso de agricultores pobres y proveer una producción más diversificada y sostenible.

El desafío de la iniciativa fue encontrar novedosas aplicaciones y potenciales usos de la diversidad de los *Capsicum*. A priori se sabe que la demanda de los consumidores ahora se extiende más allá del polvo tradicional de paprika y la salsa de ají común. Algunas compañías que comercializan productos procesados de ají buscan diferentes tipos con características únicas que les permita diversificar el portafolio y posicionar sus productos con propuestas novedosas para la venta. En Estados Unidos las compañías farmacéuticas como Sostrix están buscando variedades de ají con altas concentraciones de capsaicina para mejorar la efectividad de sus lociones para el alivio del dolor, en Bolivia la Fundación PROINPA está demandando ajíes

con altas concentraciones de capsaicina para la fabricación de bioinsumos. Otras compañías están interesadas en las características nutricionales de los ajíes como los antioxidantes.

Ante esos escenarios, el desafío de incrementar el uso de la diversidad de ajíes fue entonces encarado con las investigaciones realizadas en el marco del proyecto “Rescate y Promoción de Ajíes Nativos en su Centro de Origen” (2010-2013), financiado por la GIZ, coordinado por Bioversity International y ejecutado por la Fundación PROINPA y otros socios a nivel nacional e internacional. Los estudios en Bolivia incluyeron la multiplicación en campo en Chuquisaca y evaluación de 114 accesiones de 10 especies provenientes de la colección de germoplasma del Centro Fitoecogenético de Pairumani de Cochabamba. Los frutos, luego de la cosecha y procesamiento fueron caracterizados bioquímicamente por la Universidad de Wuppertal de Alemania.

Se caracterizaron algunos elementos importantes desde el punto de vista nutricional como el contenido de Vitamina C, Vitamina E y polifenoles antioxidantes. También el contenido de capsaicina y la coloración. Los resultados sobre Vitamina C (Figura 1) destacan la accesión 341 (perteneciente a la especie *C. baccatum*) por su mayor concentración (430 mg/100 g) en relación 114 accesiones evaluadas. Este valor es muy interesante si comparamos con lo normalmente reportado en naranja o limón que contienen alrededor de 50 mg/100 g de porción, y en páprika (*C. annuum*)

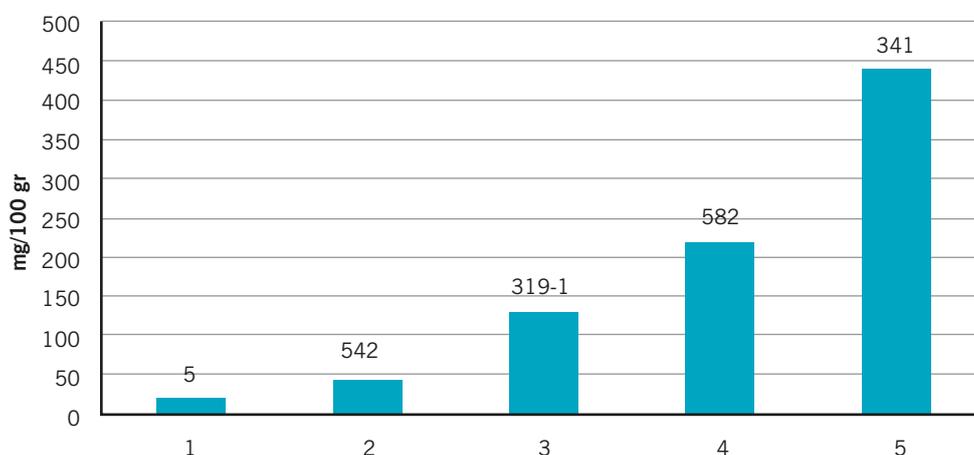


Figura 1. Contenido de Vitamina C en accesiones de *Capsicum*

que va alrededor de 340 mg/100 g (Pastor de Abram *et al.*, 2011).

Los resultados sobre contenido de Vitamina E, muestran en general valores altos en las accesiones evaluadas (Figura 2), destacando la accesión 109R (perteneciente a la especie *C. baccatum*) por su mayor concentración (35g/100g). Este valor es mayor a todos los valores reportados en frutos secos (ej. hasta 10 mg más que las almendras) y hasta 10 veces más que lo encontrado en frutas y hortalizas frescas. Pastor de Abram *et al.* (2011) reportan

cantidades de 3 a 10 mg/100 g en frutos secos de ajíes de la especie *C. annuum*.

Los resultados de caracterización de capsaicinoides destacaron la accesión 581 (perteneciente a la especie *C. chinense*) por su mayor concentración de capsaicina, con un equivalente de 1.050.000 grados Scovil (Figura 3). Este valor es muy interesante porque es mucho mayor a lo reportado en algunos cultivares y especies de *Capsicum*, por ejemplo en el locoto (*C. pubescens*) el máximo valor reportado fue de 220.000 grado Scoville.

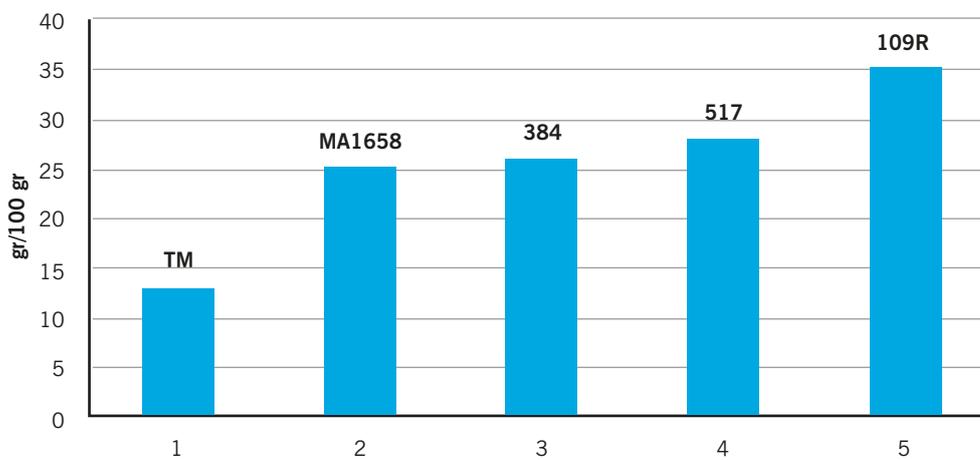


Figura 2. Contenido de Vitamina E en accesiones de *Capsicum*

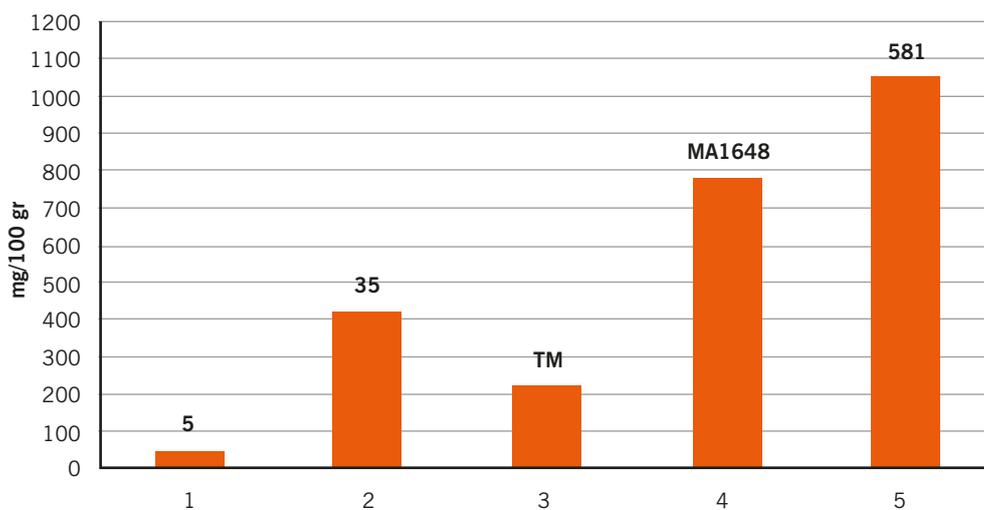


Figura 3. Contenido de capsaicina en accesiones de *Capsicum*





De todos los compuestos presentes en el ají, la capsaicina es el compuesto más relevante porque es el que otorga el poder pungente a este cultivo. La capsaicina pura es un compuesto lipofílico, inodoro, inoloro, parecido a la cera, tiene usos en la farmacia como medicamento (analgésico), y en la industria como gas lacrimógeno.

Las accesiones con las mayores concentraciones de vitamina C, vitamina E y capsaicina fueron cultivados y validados en campos de agricultores, quedando pendiente, la remultiplicación a mayor escala de estos ajíes y su posterior estabilización como cultivo, para iniciar una producción masiva y comercialización según los usos potenciales encontrados.

Literatura consultada

- Bejarano C., Mayan C., Equise H. 2011. Base de conocimiento establecido para modernizar las cadenas de valor basados en productos altamente diferenciados. Fundación PROINPA. Sucre.
- Fundación PROINPA. 2007, Catálogo de ajíes de ecotipos conservados en campo de agricultores. Sucre.
- Pastor de Abram, A.; Ferreira, F. F y Morais H. 2001. Metabólicos secundarios en especies del género *Capsicum*. En: Loayza, I. (Ed) 2001. *Capsicum* y sus derivados en Iberoamérica. Aspectos agrícolas, científicos, tecnológicos y económicos.
- Thampi 2003. A glimpse of the world trade in *Capsicum*. En: Krishna De, A (Eds.). *Capsicum: The Genus Capsicum*. CRC Publisher. Pp: 16-24.

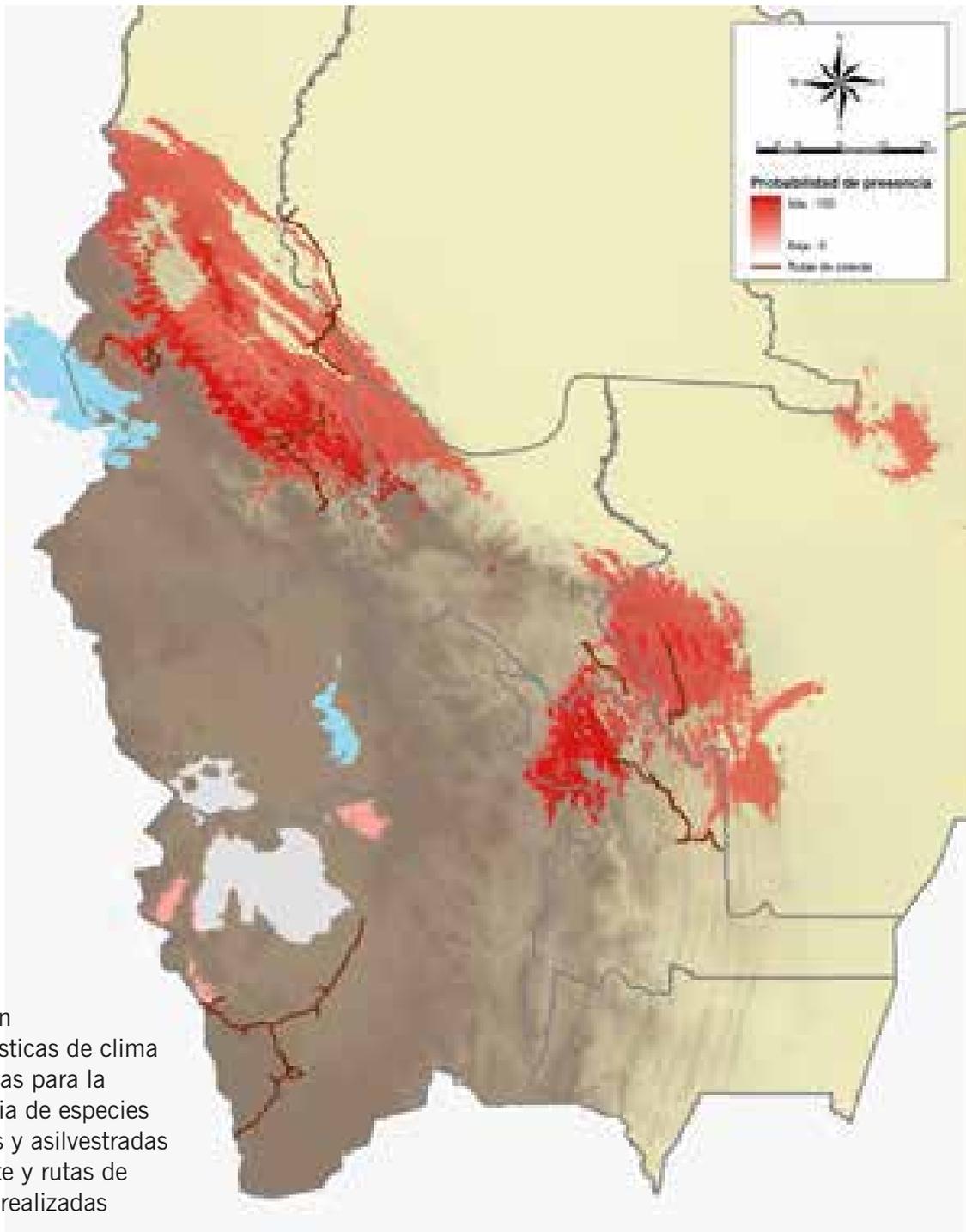


Avances en la conservación de recursos genéticos de tomate en Bolivia

Financiado: FONTAGRO

Colaborador: INIA - Chile

Los parientes silvestres de tomate son fuente de genes para el mejoramiento del cultivo. En nuestro país se han encontrado dos especies con amplia variabilidad.



Áreas con características de clima apropiadas para la ocurrencia de especies silvestres y asilvestradas de tomate y rutas de colectas realizadas



Ejemplares de *Solanum chmielewskii* en su hábitat natural

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia y consumo a nivel mundial. Además de tener un bajo contenido en kilocalorías y grasa y alto contenido en fibra, proteínas, vitaminas (E, A, C) y potasio, su fruto constituye la principal fuente de licopeno, un carotenoide que posee efectos antioxidantes, antiinflamatorios y quimioterapéuticos sobre las enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y algunos tipos de cáncer.

La diversidad genética de parientes silvestres de este cultivo en nuestro país, es aún desconocida. Sólo una especie silvestre (*Solanum chmielewskii*) y formas asilvestradas de tomate cultivado (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), han sido reportadas en nuestro país, pero ningún germoplasma de éstas era conservado en centros de investigación.

Entre el 2010 y 2013, PROINPA junto con instituciones de investigación de Chile y Perú, y el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), trabajó en un proyecto regional para el desarrollo y valoración de los recursos genéticos del cultivo de tomate para su utilización en mejoramiento genético a estrés biótico y abiótico. Dicho proyecto contemplaba la generación de colecciones de germoplasma de especies silvestres y asilvestradas de tomate en cada país, a través de su adquisición por donación, repatriación y colecta.

El hecho de contar con pocos datos (coordenadas geográficas) sobre sitios donde especies silvestres de tomate están presentes en territorio nacional, hizo que PROINPA recurra a la utilización de herramientas SIG (modelos bioclimáticos) para la identificación de áreas con características de clima apropiadas para el desarrollo de poblaciones de especies silvestres de tomate, particularmente *S. chmielewskii* y *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*. Estas áreas sirvieron de base para la planificación de viajes de colecta de germoplasma en diferentes ecoregiones de nuestro país.

El uso de estas herramientas informáticas implicó un trabajo previo de recopilación de datos de coordenadas de sitios de colecta en países como Colombia, Ecuador, Perú y Chile, en base a los cuales, y junto con información climática (temperatura y precipitación), los modelos estimaron áreas apropiadas para el desarrollo de especies silvestres de tomate dentro de territorio boliviano.



Colecta de germoplasma de tomate

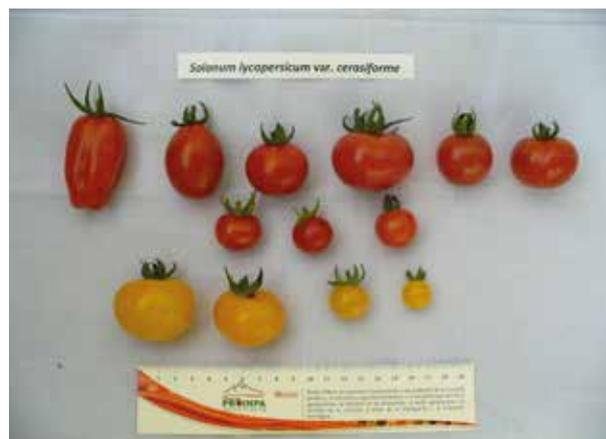
Se realizaron viajes de colecta a diferentes ecoregiones de nuestro país, como los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz, Valles del Cono Sur de Cochabamba, Valles interandinos de La Paz, el Chaco Chuquisaqueño, Yungas de La Paz y parte del Altiplano Sur en la zona fronteriza de Potosí.

En estas exploraciones se colectaron muestras de siete poblaciones de la especie silvestre *S. chmielewskii* y aproximadamente 81 muestras de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*. La primera especie se colectó solamente en los Valles interandinos de La Paz y la segunda en todas las demás ecoregiones excepto en el Altiplano Sur. No se localizaron poblaciones de ninguna otra especie silvestre.

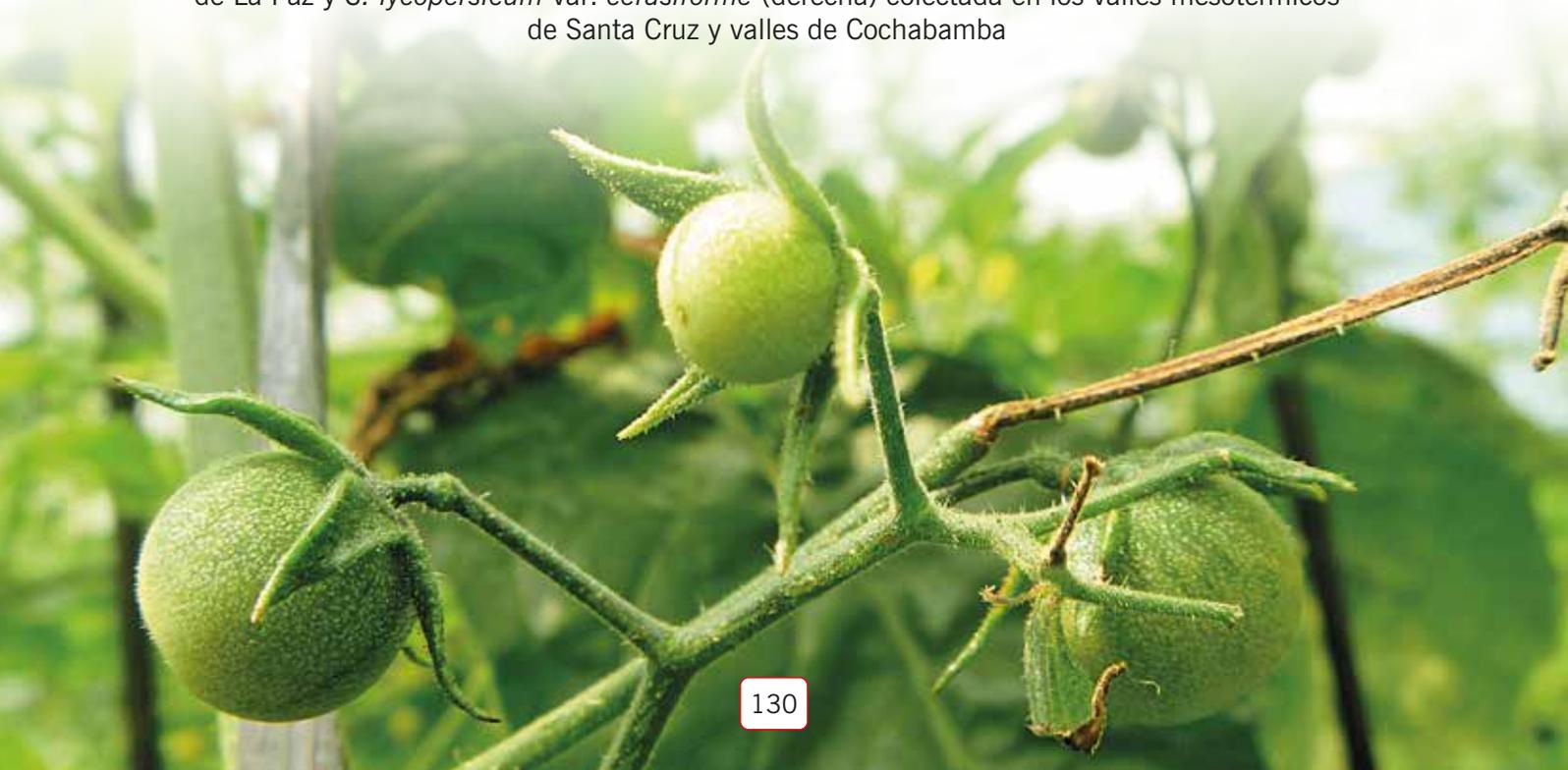
Características morfológicas de los materiales colectados

Los materiales fueron multiplicados en invernaderos de PROINPA y caracterizados morfológica y molecularmente para determinar su identidad taxonómica y variabilidad genética.

Las muestras de la especie silvestre se caracterizaron por su fruto pequeño, esférico y de color verde claro con jaspes violáceos, mientras que las de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* presentaron una gran variabilidad en cuanto a forma y color de fruto con características similares al tomate cultivado.



Especie silvestre *Solanum chmielewskii* (izquierda) colectada en los Valles interandinos de La Paz y *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (derecha) colectada en los valles mesotérmicos de Santa Cruz y valles de Cochabamba



Posibles rasgos de interés para mejoramiento

Los materiales presentan algunas características de interés que podrían ser utilizadas para mejoramiento del tomate cultivado, por ejemplo, algunos de ellos (principalmente de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), que han sido evaluados a estrés hídrico en invernadero, presentan un buen desarrollo de follaje y frutos bajo condiciones de sequía moderada, especialmente aquellas provenientes de áreas con escasa precipitación como los Valles del Cono Sur de Cochabamba y el Chaco Chuquisaqueño.

Comentarios finales

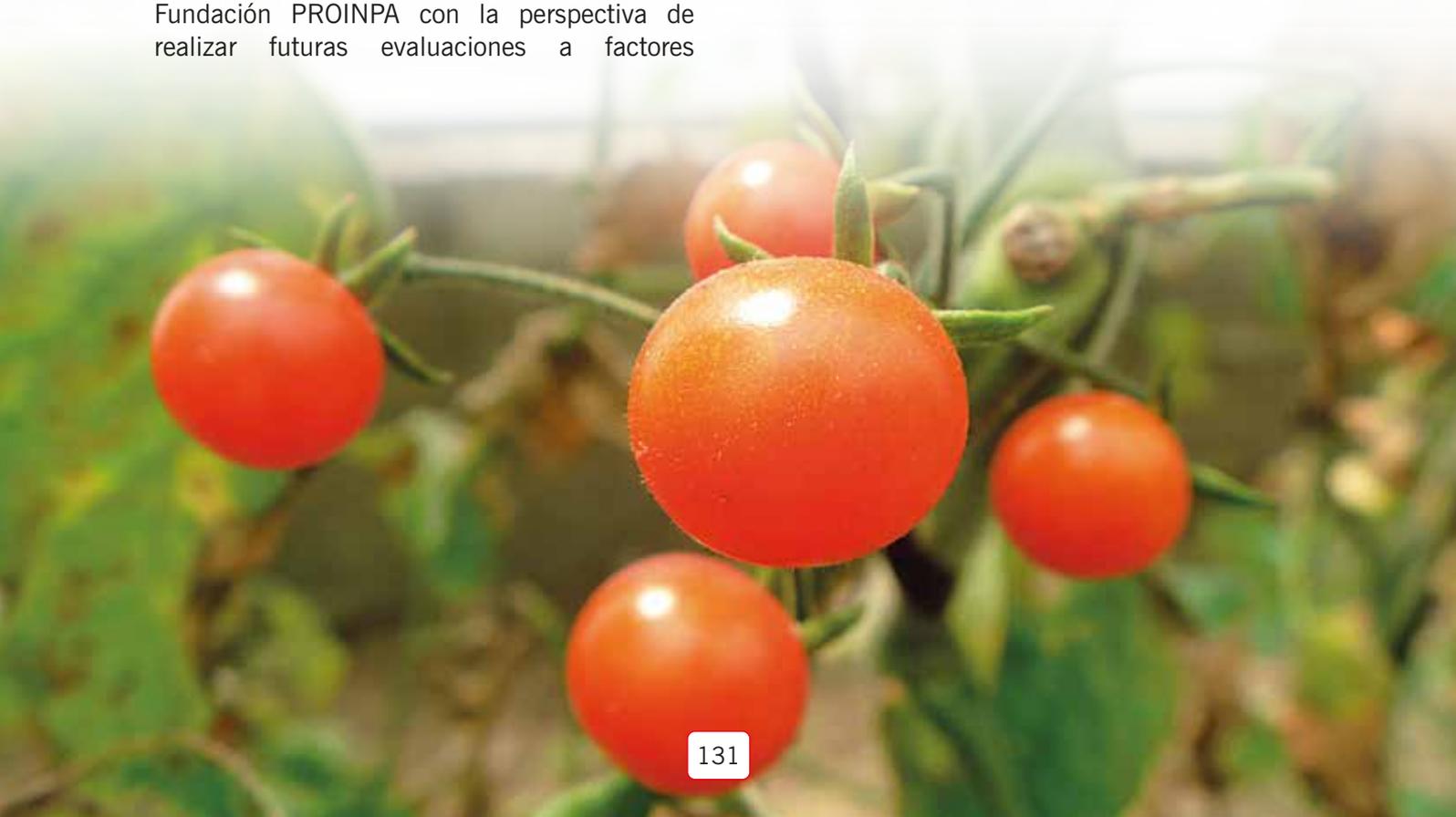
Si bien sólo se ha podido colectar germoplasma de dos especies de tomate entre el 2010 y 2013, no se puede descartar categóricamente la posibilidad de encontrar otras especies silvestres en territorio boliviano. Aun es necesario realizar exploraciones adicionales en épocas diferentes del año, tomando en cuenta la extensión de las áreas estimadas por las herramientas SIG y la gran diversidad de ecosistemas existentes en nuestro país.

Actualmente la colección se encuentra en la Fundación PROINPA con la perspectiva de realizar futuras evaluaciones a factores

limitantes como la sequía, helada, plagas. Para ello PROINPA realiza gestiones con financiadores para obtener recursos que permitan realizar estas actividades.

Literatura consultada

- Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. 2005. Estadísticas agrícolas campañas agrícolas 2003-2004 y 2004-2005. Documento de trabajo. La Paz, Bolivia. 42 p.
- PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M. 2000. Classification of wild tomatoes: a review. *Kurtziana* 28:45-54.
- PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M.; KNAPP, S. 2008. Taxonomy of Wild Tomatoes and their Relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Juglandifolia*, sect. *Lycopersicon*; *Solanaceae*). The American Society of Plant Taxonomists. Systematic Botany Monographs. 186 p.



Anexos

Anexo 1. Personal de la Fundación PROINPA

Regional Valles del Norte

N°	UNIDAD/PROYECTO	NOMBRES Y APELLIDOS	PROFESIÓN	GRADO ACADÉMICO	
GERENCIAS					
1	Gerencia General	Gandarillas, Antonio	Ing. Agrónomo	Doctorado	
2	Cortez, Ana María	Secretaria	Técnico		
3	GIF	Blajos, Jorge	Ing. Agrónomo	Maestría	
4	Gerencia Técnica	Oros, Rolando	Ing. Agrónomo	Doctorado	
5		Alemán, Andrea	Socióloga y Comunicadora	Licenciatura	
6	Gerencia de Emprendimientos	Gandarillas, Edson	Ing. Agrónomo	Doctorado	
7		Ojeda, Norka	Economista	Licenciatura	
UNIDADES GERENCIALES					
8	Unidad Administrativa	Valverde, Bertha	Contador Público	Licenciatura	
9		Camacho, Norka	Contador Público	Licenciatura	
10		Higorre, Lucía	Contador Público	Licenciatura	
12		Rodríguez, Claudia	Contador Público	Licenciatura	
13		Hinojosa, Rubén	Contador Público	Egresado	
14		Gonzales, Iván	Contador Público	Egresado	
15		Montaño, Nelson	Contador	Técnico Superior	
16		Trujillo, Hortencia	Contadora	Técnico Superior	
17		Pérez, Elizabeth	Secretaria	Técnico	
18		Melgarejo, Wilson	Personal de Apoyo	Bachiller	
19		Unidad de Recursos Humanos - Legal	Aparicio, Cristian	Abogado	Licenciatura
20		Unidad de Comunicación	Cabrera, Samantha	Comunicadora social	Licenciatura
21			Rivero, José Antonio	Pedagogo	Licenciatura
22			Saravia, Gustavo	Comunicador social	Licenciatura
23	Choque, Lucio		Comunicador social	Licenciatura	
24	Rueda, Ivar		Electrónico y redes	Técnico Superior	
EMPREDIMIENTOS PRODUCTIVOS					
25	Frutales tropicales y de valle	Villarroel, Carmen Luz	Ing. Agrónoma	Maestría	
26		Torrez, Rudy	Ing. Agrónomo	Licenciatura	
27		Acuña, Esther	Tec. Agrónoma	Técnico Superior	
28		Luján, Rubén	Tec. Agrónomo	Técnico Superior	
29		Olivera, José	Tec. Agrónomo	Egresado	
30	Semilla de Quinoa	Pereira René	Ing. Agrónomo	Maestría	
31		Durán Cirilo	Personal de Apoyo	Personal de Apoyo	
32		Durán, Roberto	Personal de Apoyo	Personal de Apoyo	
33	Bioinsumos	Crespo, Mario	Ing. Agrónomo	Maestría	
34		Leyva, Freddy	Contador Público	Licenciatura	

35		Quino, Jhoselin	Contadora	Egresada
36		Angulo, Marlene	Ing. Agrónoma	Licenciatura
37		Barja, Daniel	Biólogo	Licenciatura
38		Ciancas, Jhimmy	Biólogo	Maestría
39		Lino, Vladimir	Ing. Agrónomo	Licenciatura
40		Navia, Oscar	Ing. Agrónomo	Maestría
41		Veizaga, Valentín	Personal de Apoyo	Personal de Apoyo

ÁREA TEMÁTICA: RECURSOS GENÉTICOS

42	Coordinación	Cadima, Ximena	Ing. Agrónoma	Doctorado
43	Recursos genéticos	Terrazas, Franz	Ing. Agrónomo	Maestría
44	Recursos genéticos	Gonzales, Rhimer	Ing. Agrónomo	Maestría
45	Recursos genéticos	Patiño, Fernando	Ing. Agrónomo	Maestría
46	Biología Molecular	Veramendi, Silene	Bioquímica	Maestría

ÁREA TEMÁTICA: MANEJO INTEGRADO DE CULTIVOS

47	Coordinación	Ortuño, Noel	Ing. Agrónomo	Maestría
48	Nematología	Franco, Javier	Ing. Agrónomo	Doctorado
49	Nematología	Díaz, Oscar	Tec. Agrónomo	Técnico Superior
50	Mejoramiento	Gabriel, Julio	Ing. Agrónomo	Doctorado
51	Mejoramiento	Angulo, Ada	Ing. Agrónomo	Maestría
52	Microbiología	Claros, Mayra	Ing. Agrónoma	Maestría
53	Microbiología	Felipez, Deyby	Ing. Agrónomo	Licenciatura
54	Fitopatología	Plata, Giovanna	Ing. Agrónoma	Maestría
55	Entomología	Crespo, Luis	Ing. Agrónomo	Maestría
56	Entomología	Ríos, Bilma	Bióloga	Licenciatura
57	Frutales	Centellas, Alberto	Ing. Agrónomo	Doctorado
58	Frutales	Maita, Edwin	Tec. Agrónomo	Técnico Superior
59	Riego	Iriarte, Javier	Ing. Agrónomo	Licenciatura
60	Riego	Rocha, Eduardo	Tec. Agrónomo	Técnico Superior
61	Suelos (tarwi)	Vallejos, Juan	Ing. Agrónomo	Maestría
62	Suelos (tarwi)	Mamani, Pablo	Ing. Agrónomo	Maestría
63	Suelos (tarwi)	Saavedra, Ana Karina	Ing. Agrónoma	Maestría
64	Suelos (tarwi)	Calizaya, Juan José	Ing. Agrónomo	Licenciatura
65	Suelos (tarwi)	España, Pablo	Ing. Agrónomo	Licenciatura
66	Suelos (tarwi)	Huiza, Javier	Ing. Agrónomo	Egresado

ÁREA TEMÁTICA: SOCIOECONOMÍA

67	Métodos participativos	Rodríguez, Félix	Ing. Agrónomo	Licenciatura
68	Agronomía	Mendoza, Osmar	Ing. Desarrollo Rural	Licenciatura
69	Economía	Espinoza, Julio	Economista	Licenciatura
70	Difusión	Almanza, Juan	Ing. Agrónomo	Licenciatura
71	Difusión	Tiñini, Gonzalo	Ing. Agrónomo	Egresado

Regional Altiplano

N°	UNIDAD/PROYECTO	NOMBRES Y APELLIDOS	PROFESIÓN	GRADO ACADÉMICO
LA PAZ				
1	Coordinador Regional	Rojas, Wilfredo	Ing. Agrónomo	Maestría
2	Unidad Administrativa	Tapia, Claudia	Lic. Auditoría	Licenciatura
3		Céspedes, Julio	Auxiliar contable	Técnico superior
4		Muñoz, Carmen	Secretaría Ejecutiva	Técnico superior
5		Zulema León	Lic. Auditoría	Licenciatura
6		Gerencia Técnica	Polar, Vivian	Ing. Agrónomo
7	MIC / Mcknight	Bonifacio, Alejandro	Ing. Agrónomo	Doctorado
8		Vargas, Amalia	Ing. Agrónomo	Maestría
9		Quispe, Reinaldo	Ing. Agrónomo	Maestría
10		Mamani, Milan	Ing. Agrónomo	Licenciatura
11		Ramos Patricia	Ing. Agrónomo	Licenciatura
12		Alcón, Miriam	Téc. Agrónomo	Técnico Superior
13		Alandia, Gabriela	Ing. Agrónomo	Maestría
14		Condori, Bruno	Ing. Agrónomo	Doctorado
15		Corina, Dionicio	Ing. Agrónomo	Licenciatura
16		Mamani, Ever	Ing. Agrónomo	Licenciatura
17		Apaza, Reyna	Téc. Agrónomo	Técnico Superior
18	RRGG / NUS IFAD-III / Andescrop / Biocultura	Pinto, Milton	Ing. Agrónomo	Maestría
19		Flores, Juana	Téc. Agrónomo	Técnico superior
20		Mamani, Ronnie	Agrónomo	Licenciatura
21		Duran, Alex	Ing. Agrónomo	Licenciatura
22		Poma, Santos	Ing. Agrónomo	Licenciatura
23	SEyG / SAyCC / Cañahua / Nordic / IP	Mamani, Eliseo	Ing. Agrónomo	Maestría
24		Choque, Elena	Ing. Agrónomo	Maestría
25		Tangara, Eliseo	Ing. Agrónomo	Licenciatura
26		Apaza, Sara	Nutricionista	Licenciatura
27		Esprella, Raúl	Ing. Agrónomo	Licenciatura
28		Sipe, Juan	Ing. Agrónomo	Licenciatura
29		Campos, Andrea	Ing. Comercial	Licenciatura
30		Diaz, Sara	Ing. Agrónomo	Licenciatura
31		Veizaga, Alfredo	Ing. Agrónomo	Maestría
32		López, Teodora	Téc. Agrónomo	Técnico Superior
33	Huanca, Marco	Téc. Agrónomo	Técnico Superior	
34	Emprendimientos	Ruiz, Luis	Economista	Licenciatura
35		Villca, Samuel	Ing. Agrónomo	Licenciatura
36	Técnico Informático	Fernandez, Andrés	Lic. Informática	Licenciatura
37	Auxiliar de Oficina	Reynaga, María	Personal Apoyo	Personal de Apoyo

38	Sereno	Choque, Carlos	Personal Apoyo	Personal de Apoyo
39	Atención Comedor	Choque, Carmen	Personal Apoyo	Personal de Apoyo

ORURO/ UYUNI

40	Resp. Oficina Oruro	Lino, Vladimir	Ing. Agrónomo	Licenciatura
41	Sistema Quinoa	Saravia, Raúl	Ing. Agrónomo	Maestría
42	Unidad Administrativa	Flores, Yeaqueline	Contador Público	Licenciatura
43	Resp. Oficina Uyuni	Aroni, Genaro	Ing. Agrónomo	Licenciatura
44	Asist. Téc. Sistemas Q.	Villca, Milton	Téc. Agrónomo	Técnico Superior
45	Asist. Téc. Sistemas Q.	Garcia, José	Ing. Agrónomo	Licenciatura
46	Asist. Téc. Sistemas Q.	Oruña, Oscar	Ing. Agrónomo	Licenciatura

Regional Valles Sur

N°	UNIDAD/PROYECTO	NOMBRES Y APELLIDOS	PROFESIÓN	GRADO ACADÉMICO
Chuquisaca				
1	Coordinador Regional	Calle, Cresencio	Ing. Agrónomo	Maestría
2	Unidad Administrativa	Torrez, Noelia	Contadora Público	Licenciatura
3		Manuel, María Nela	Secretaria Ejecutiva Licenciada en Idiomas	Licenciatura
4		Quintanilla, Virgilio	Chofer--Mensajero	Personal de apoyo
5		Bioersity -- Municipios	Bejarano, Carlos	Ing. Agrónomo
6	MIP Polilla--Gorgojo y Quinoa, Tarabuco	Mayan, Carlos	Ing. Agrónomo	Licenciatura
7		Escalante, José Luis	Ing. Agrónomo	Egresado
8		Mamani, Luis	Ing. Agrónomo	Licenciatura
9	PIC Trigo Bio Bio	Cabezas, Alejandro	Ing. Agrónomo	Licenciatura
10		Castro, Yamil	Ing. Agrónomo	Licenciatura
11		Sandoval, Alfredo	Ing. Agrónomo	Licenciatura
12		Cruz, Erwin	Ing. Agrónomo	Licenciatura
13	PIC Amaranto	Fuentes, Walter	Ing. Agrónomo	Licenciatura
14		Mollo, Nelson	Ing. Agrónomo	Licenciatura
15		Correa, Wilber	Ing. Agrónomo	Licenciatura
16	Trigo INIAF	Ayaviri, Henry	Ing. Agrónomo	Licenciatura
17	Biocultura Cambio Climático, Villa Serrano	Ampuero, Silvia	Ing. Agrónoma	Licenciatura
18		Ortega, Daniel	Ing. Agrónomo	Licenciatura
19		Ríos, Ramiro	Asistente de Campo	Personal de Apoyo
Potosí				
20	Responsable Of. Potosí	Sánchez, Jhonny	Ing. Agrónomo	Licenciatura
21	Proyectos municipales	Méndez, Genaro	Ing. Agrónomo	Licenciatura
22	Consultores	Méndez, Marco	Ing. Agrónomo	Licenciatura
23		Muñoz, Ever	Ing. Agrónomo	Licenciatura
24	Unidad Administrativa	Claudia Rodríguez	Contador Público	Licenciatura

Anexo 2. Asociaciones, Municipios y entidades que trabajan con PROINPA

FINANCIADORES

COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
DANIDA	Cooperación al Desarrollo de Dinamarca
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Investigación Agropecuaria
FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo
HELVETAS	HELVETAS Swiss Intercooperation en Bolivia
MCKNIGHT	Fundación McKnight
NFC	The Nordic Climate Facility
UE	Unión Europea
Bioversity	Bioversity International
SHARE	The Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe
Embajada de Holanda	Embajada de Holanda
NUFFIC	NUFFIC
SWISSCONTACT	SWISSCONTACT
INIAF	Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
PSI	
MKTPlace-EMBRAPA	

ENTIDADES SOCIAS Y COLABORADORES

BIOVERSITY	Bioversity International
CARE	CARE Internacional
CDC – Cochabamba	Consejo Departamental de Competitividad de Cochabamba
CDC – Chuquisaca	Consejo Departamental de Competitividad de Chuquisaca
CENARGEN	Centro de Investigaciones en Recursos Genéticos y Biotecnología
CETHA TUPAJ KATARI	Centro de Educación Técnica Humanística y Agropecuaria Tupaj Katari
CIAT--Colombia	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIFEMA	Centro de Investigación, Formación y Extensión en Mecanización Agrícola
CLOT	Comité Local de Trigo de la Provincia Yamparaez
FAUTAPO	Fundación Educación para el Desarrollo
FDTA Valles	Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles Fundación Vida
FUPAGEMA	Fundación para la Autogestión y Medio Ambiente
IBMCP--España	Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas
ICCO	Agencia de Cooperación Internacional Holandesa
IICD	International Institute for Communication and Development
INIA – Chile	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
INIA – Perú	Instituto Nacional de Innovación Agraria

INIAP – Ecuador	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INIAF	Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
PASOS	Fundación PASOS “Participación y sostenibilidad”
PIC	Programa de Innovación Continua
PLACIIT	Plataforma de Coordinación Interinstitucional de Innovación Tecnológica de Frutas de Valle
PLANETA VERDE	Fundación Planeta Verde
PROSUCO	Asociación Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos
SAMARITAN’S PURSE	Samaritan’s Purse International Relief
SEMTA	Servicios Múltiples de Tecnologías Apropriadas
SENASAG	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria
TTC	Text to Change
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés
UMSS	Universidad Mayor de San Simón
UATF	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA TOMAS FRÍAS
USFX	Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca
Universidad de Chile	
Universidad de Copenhagen	
Universidad de Wageningen	
VDRA	Viceministerio de Desarrollo Rural y Tierras
VMA	Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos y Gestión y Desarrollo Forestal
CEASIP	Centro de Ecología Aplicada Simón I. Patiño
Jardín Botánico Municipal Santa Cruz	Jardin Botánico Municipal Santa Cruz

MUNICIPIOS

Gobierno Autónomo Municipal de Aiquile
Gobierno Autónomo Municipal de Anzaldo
Gobierno Autónomo Municipal de Betanzos
Gobierno Autónomo Municipal de Huarina
Gobierno Autónomo Municipal de Independencia
Gobierno Autónomo Municipal de Inquisivi
Gobierno Autónomo Municipal de Morochata
Gobierno Autónomo Municipal de Puerto Pérez
Gobierno Autónomo Municipal de Sapahaqui
Gobierno Autónomo Municipal de Tarabuco
Gobierno Autónomo Municipal de Villa Serrano
Gobierno Autónomo Municipal de Yamparáez
Gobierno Autónomo Municipal de Colomi
Gobierno Autónomo Municipal de Tiraque

Gobierno Autónomo Municipal de Capinota

Gobierno Autónomo Municipal de Uyuni

Gobierno Autónomo Municipal de Challapata

Gobierno Autónomo Departamental de Tarija (2010 – 2011)

Gobierno Autónomo Municipal de Villazón

Gobierno Autónomo Municipal de Capinota

Gobierno Autónomo Municipal de Pulquina

Gobierno Autónomo Municipal de El Rosal

Gobierno Autónomo Municipal de Palca

Gobierno Autónomo Municipal de Sica Sica

Gobierno Autónomo Municipal de Huarina

Gobierno Autónomo Municipal de Entre Ríos

Gobierno Autónomo Municipal de Sinahota

Gobierno Autónomo Municipal de Chimoré

ASOCIACIONES Y/O AGRUPACIONES

Productores semilla de Pico Central

Productores semilla de Linde

Productores arracacha de Tablas Monte

APROCA: Asociación de Productores y Conservadores de Cultivos Andinos Cachilaya

FEDESCO Asociación de productores de semilla de papa Norte Ayopaya - Quillacollo

Organización Productiva de mujeres KANCO

PDA Los vecinos - Capinota

ORSEPASS Organización de productores de semilla de papa Segunda Sora Sora

ORSEPPAL Organización de productores de semilla de papa nativa y comercial P'alta Loma

PROINFRUT

Mancomunidad de Municipios del Trópico

Asociaciones de Productores Padilla - Mojtotillo

Asociaciones de Productores Tomina - Pampas Abajo

Asociaciones de Productores El Villar - Barbechos

Asociaciones de Productores Sopachuy - San Antonio



Oficina Central – Cochabamba
Av. Elías Meneses s/n Km 4, Zona El Paso
Telf.: (591-4) 4319595
Email: proinpa@proinpa.org