

PERFIL DE PROYECTO

A. Título del perfil de proyecto propuesto

Utilización de la diversidad genética de papa para afrontar la adaptación al cambio climático

B. Fin del proyecto

Contribuir a la adaptación del cultivo de la papa a condiciones predecidas por el cambio climático en zonas altamente vulnerables de la región Andina de los países de Bolivia y Perú.

C. Propósito

Los agricultores y productores de papa cuentan con: 1. Alternativas tecnológicas (semilla de alta calidad fitosanitaria, variedades potencialmente tolerantes a sequía y heladas, variedades precoces, herramientas y análisis de riesgos) y 2. Un plan de prevención y mitigación de desastres naturales y de adaptación al cambio climático, para que sus sistemas de producción basados en papa puedan afrontar los efectos del cambio climático en zonas de alto riesgo de la región Andina.

D. Componentes

1. Investigación de la plasticidad fenotípica de la papa bajo condiciones controladas (*ex situ*)

La diversidad genética de papa presente en el germoplasma de Bolivia y Perú, conservada *ex situ* en los bancos de PROINPA en Bolivia, INIA en Perú y el Centro Internacional de la Papa (CIP), constituyen uno de los más importantes recursos fitogenéticos de la zona Andina con que se cuenta para afrontar el cambio climático.

Anticipando escenarios de cambio climático, se realizarán evaluaciones sistemáticas de la colección de papa bajo condiciones controladas, para la selección de nuevas variedades con capacidad de adaptación al calor extremo, sequías y heladas; y para la identificación de material base para mejoramiento genético.

2. Investigación de la plasticidad fenotípica de la papa bajo condiciones de agricultores (*in situ*)

A nivel *in situ*, en los últimos años los centros de alta diversidad genética de papa en Bolivia y Perú se encuentran altamente vulnerables debido al efecto del cambio climático traducido en un incremento de la frecuencia e intensidad de las amenazas (sequía, lluvias torrenciales y heladas).

Por ello se realizarán estudios en cada país en al menos tres zonas de alto riesgo climático, donde: la papa es el cultivo principal y existe amplia diversidad genética de la especie que está íntimamente relacionada a sus parientes silvestres. En estas zonas, se evaluarán participativamente las variedades locales y las seleccionadas del banco de germoplasma en cuanto a: tolerancia a factores abióticos, precocidad, relación con sus parientes silvestres, y efectos del cambio climático en los diferentes estados fenológicos del cultivo. Se correlacionarán los resultados con las evaluaciones efectuadas en ambientes controlados.

3. Monitoreo y análisis del cambio climático

En este componente se contempla la aplicación de herramientas para hacer un monitoreo y análisis de los cambios climáticos en las zonas de estudio antes mencionadas.

Para esto se analizará el historial climático (régimen térmico e hídrico), participativamente se analizarán las amenazas, vulnerabilidades y los riesgos de la diversidad genética. Juntamente con agricultores se rescatarán y validarán conocimientos, prácticas y saberes tradicionales que permitan complementar al conocimiento científico en el marco del diálogo de saberes..

4. Mejoramiento genético

El proyecto también contribuirá a sentar las bases del mejoramiento genético de papa para tolerancia a factores abióticos utilizando marcadores moleculares.

Para un uso eficiente de la diversidad genética es necesario contar con una colección núcleo representativa de la misma. Mediante el presente proyecto se pretende avanzar en la consolidación de la

colección núcleo de papa, la misma que será útil para identificar marcadores moleculares asociados a caracteres cuantitativos (QTLs) de interés agronómico y económico, mediante mapeo asociativo. Se identificarán genotipos extremos para tolerancia a sequía. Estos genotipos serán cruzados bajo diseños genéticos apropiados, que permitirán identificar marcadores moleculares asociados a genes que confieren tolerancia a sequía y hacer estudios genéticos de heredabilidad y aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) para tolerancia a sequía, rendimiento y precocidad.

5. Producción y distribución de semilla

Para fortalecer los sistemas de producción basados en papa de las zonas de alto riesgo climático seleccionadas en Bolivia y Perú, se producirá y distribuirá semilla de alta calidad fitosanitaria de:

- material seleccionado bajo condiciones controladas potencialmente tolerantes a sequía y heladas
- variedades locales potencialmente tolerantes a sequía y heladas

6. Plan de prevención y mitigación de desastres naturales y de adaptación al cambio climático

Con la información y los resultados generados en los otros componentes se desarrollará en forma participativa un plan de prevención y mitigación de desastres naturales y de adaptación al cambio climático para los sistemas de producción basados en papa en las zonas de intervención del proyecto.

E. Actividades

Las actividades por componente se detallan a continuación:

1. Investigación de la plasticidad fenotípica de la papa bajo condiciones controladas (*ex situ*)

Actividad 1.1 Identificación de variedades tolerantes a la sequía

En un primer año se evaluarán en ambientes controlados, para su respuesta a sequía, al menos 200 genotipos diferentes (accesiones) del germoplasma de papa de Bolivia y Perú, seleccionadas por sus antecedentes de tolerancia a diferentes estreses o por su origen de zonas de riesgo climático. Se utilizarán métodos *in vivo* e *in vitro* que permitan una evaluación masiva y rápida. En un segundo año, los genotipos seleccionados serán evaluados solo en condiciones *in vivo* (suelo) y algunos componentes bioquímicos relacionados al estrés hídrico (i.e. ácido abscísico) serán analizados.

Actividad 1.2. Identificación de variedades tolerantes a las heladas

Igualmente serán evaluados en el primer año 200 genotipos del germoplasma de papa de ambos países (variedades dulces) y luego en el segundo año se hará una segunda evaluación de los genotipos seleccionados en el primer año.

2. Investigación de la plasticidad fenotípica de la papa bajo condiciones de agricultores (*in situ*)

Actividad 2.1 Identificación de variedades locales de papa cultivadas y silvestres con tolerancia a sequía y heladas

En las zonas en las que se propone trabajar existe un alto riesgo climático y una gran variabilidad de papa, las mismas que se encuentran en algunos casos asociadas a sus parientes silvestres. Utilizando herramientas participativas se orientará la selección de variedades y sus parientes silvestres con mayor tolerancia a factores abióticos (sequía y heladas), o precocidad como una forma de escape, o prácticas culturales como fechas de siembra.

Actividad 2.2 Evaluación participativa de variedades locales de papa cultivadas y silvestres, y del banco de germoplasma

Las variedades seleccionadas en 1.1, 1.2 y 2.1 serán evaluadas participativamente en condiciones *in situ* a sequía y heladas, en zonas con alta probabilidad de ocurrencia de estos eventos. También se efectuarán estudios sobre la relación de las variedades cultivadas con sus parientes silvestres.

Actividad 2.3 Identificación de los efectos del cambio climático en las variedades nativas de papa

Se realizarán estudios de los efectos del cambio climático en el crecimiento y desarrollo del cultivo, la producción de flores, semilla sexual y de la producción y características del producto. Estos estudios se efectuarán en las comunidades y chacra de los agricultores de una manera participativa.

3. Monitoreo y análisis del cambio climático

Actividad 3.1 Monitoreo y estudio del cambio climático

En cada zona de estudio se establecerán estaciones meteorológicas con implementación básica, que permita monitorear los factores climáticos (precipitación y temperaturas), y correlacionar con el conocimiento local respecto a indicadores biológicos y cosmológicos que manejan los campesinos.

Con base en información primaria y secundaria del historial climático de las zonas de estudio se analizarán los cambios de las temperaturas extremas (máximas y mínimas) y la frecuencia e intensidad de las precipitaciones registradas en los últimos 20 años.

Actividad 3.2 Análisis de riesgos participativo

Participativamente con los actores locales se analizarán las amenazas (frecuencia y magnitud), vulnerabilidades (exposición, fragilidad y resiliencia); se analizarán las causas y efectos de los desastres naturales, se rescatará y documentará el conocimiento tradicional (indicadores para predecir el clima) y se elaborarán mapas de riesgos utilizando herramientas del Sistema de Información Geográfico (SIG).

4. Mejoramiento genético

A pesar de que las tres instituciones involucradas cuentan con programas de mejoramiento genético en papa en curso, en el tiempo de duración del proyecto no se podrán liberar variedades; sin embargo es pertinente que mediante el proyecto se pueda sentar las bases para un programa de mejora genética dirigido a desarrollar materiales resistentes y/o tolerantes a factores abióticos en estos países andinos.

Actividad 4.1 Avances en la consolidación de la colección núcleo de papa

Se consolidará la colección núcleo con información morfológica y molecular. Se realizará análisis multivariante de componentes principales a los datos del germoplasma para formar la colección núcleo donde esté representada la mayor variabilidad posible, para identificar marcadores moleculares asociados a caracteres de interés agronómico y económico, mediante mapeo asociativo.

Actividad 4.2 Identificación de genotipos de variedades cultivadas y silvestres extremos para tolerancia a sequía y heladas

Se identificarán los genotipos extremos por su tolerancia a la sequía y heladas. Se evaluarán algunos mecanismos asociados a la tolerancia a sequía como: número, tamaño y cierre de estomas, densidad de la raíz, punto de marchitez permanente, etc; y mecanismos asociados a la tolerancia a las heladas como: pigmentación del tallo, tamaño de células estomáticas, grosor de la pared celular, hábito de crecimiento, capas de empalizada del parénquima, tejido dañado, capacidad de rebrote, etc.

Actividad 4.3 Cruzamientos

Con los genotipos extremos se obtendrán nuevas poblaciones segregantes (cruzamientos, policruzadas y selecciones recurrentes), en las que se realizarán estudios genéticos de ACG y ACE para determinar la herencia del carácter y los tipos de genes que la gobiernan. Se seleccionarán en laboratorio e invernadero los mejores clones para su posterior evaluación en campo. Los cruzamientos, policruzadas y selecciones recurrentes permitirán generar familias híbridas, y clones superiores, así como progenitores de buena aptitud combinatoria adaptados a condiciones de producción de amenaza de sequía y heladas.

5. Producción y distribución de semilla

Actividad 5.1 Limpieza viral y multiplicación de las variedades seleccionadas *ex situ* e *in situ*

Una vez identificadas las variedades con potencial de tolerancia a los factores abióticos o precocidad, serán multiplicadas para incrementar los volúmenes, tanto para continuar las evaluaciones como para la distribución a agricultores. La producción de semilla de papa de alta calidad se iniciará con técnicas de cultivo de tejidos para limpiar de virus y propagar vegetativamente. Este proceso se realizará con variedades seleccionadas para su introducción o re-introducción a campos de agricultores. Esta actividad se extenderá más allá del proyecto, y será asumido por las instituciones junto a las autoridades locales.

Actividad 5.2 Producción de semilla calidad prebásica y básica en invernadero

Una vez multiplicadas las plantas en laboratorio se transferirán a condiciones *in vivo* y se producirán tubérculos en invernadero.

Actividad 5.3 Producción de semilla de alta calidad fitosanitaria en camas protegidas y en campo de agricultores

A partir de esta etapa se dividirá la semilla tubérculo producida en invernadero en dos lotes, un lote se quedará en *ex situ* continuando su multiplicación y otro se llevará a campos de agricultores donde también continuará su multiplicación. De esta manera se garantiza la producción de semilla.

Actividad 5.4 Distribución de semilla y acompañamiento en la producción en campos de agricultores

La semilla producida tanto *ex situ* como *in situ* se distribuirá a los agricultores y se acompañará el manejo de la semilla en el siguiente ciclo agrícola.

6. Plan de prevención y mitigación de desastres naturales y de adaptación al cambio climático

Actividad 6.1 Talleres para la construcción del Plan

Utilizando metodologías participativas se desarrollarán talleres para construir el Plan de prevención y mitigación de desastres naturales y de adaptación al cambio climático. Estos talleres se efectuarán en cada zona de intervención del proyecto con participación de representantes de las comunidades beneficiarias y autoridades locales. Se utilizarán como insumos los resultados e información generada en los componentes 1 al 5. El Plan deberá contener al menos los siguientes puntos: Participantes o Actores, Acciones, Cronograma, Presupuesto y Posibles fuentes de financiamiento.

Actividad 6.2 Talleres de validación del Plan

Una vez generado el documento del Plan, se deberá realizar su validación nuevamente utilizando metodologías participativas en talleres con las comunidades y autoridades de las zonas de intervención del proyecto.

F. Articulación entre el consorcio y con otros actores

La Fundación PROINPA es una institución con amplia experiencia en el manejo y conservación de recursos genéticos particularmente de cultivos andinos, en reconocimiento a esta labor el Estado Boliviano ha delegado a esta institución la custodia de dos Bancos Nacionales de Germoplasma de Tubérculos y Raíces, y de Granos Altoandinos. En los últimos 15 años, PROINPA, ha trabajado en fortalecer la conservación y uso de la diversidad de papas nativas a nivel *ex situ* e *in situ*, donde se ha logrado una conservación eficiente de los genes y genotipos en condiciones *ex situ*, combinado con el conocimiento tradicional, la inserción de semilla de alta calidad a condiciones *in situ*, la obtención de nuevos productos, la organización de ferias de biodiversidad, la incidencia en políticas locales de promoción de la biodiversidad, y en facilitar el acceso de los pequeños agricultores conservacionistas a mercados de alto valor.

Para el desarrollo de sus actividades PROINPA cuenta con un plantel de especialistas en recursos genéticos, en el cultivo de la papa, en sanidad vegetal, en sistemas de producción, fitomejoradores, biotecnólogos, además de contactos y alianzas con agricultores, asociaciones y municipios. También realiza acciones en zonas paperas, microcentros de biodiversidad y áreas de alto riesgo climático donde se desarrollaría el proyecto.

Durante sus más de 15 años de vida institucional, PROINPA ha ejecutado varios proyectos en sociedad con el Centro Internacional de la Papa y el INIA. En el marco específico de este proyecto, desarrollarán conjuntamente las metodologías de evaluación de la papa a estreses abióticos tanto a nivel *ex situ* como *in situ*. Se correlacionarán los datos obtenidos tanto en Bolivia como en el Perú.

El Centro Internacional de la Papa (CIP) es un miembro de la Alianza de 15 Centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR). El CIP busca reducir la pobreza y procurar la seguridad alimentaria en los países en desarrollo en base a la investigación científica y actividades relacionadas en papa, camote y otros cultivos de raíces y tubérculos andinos (RTAs). La División de Conservación y Caracterización de Recursos Genéticos del CIP mantiene el Banco de germoplasma más grande del mundo de papa, camote y RTAs; sus objetivos principales son la conservación segura y

caracterización de estos cultivos, así como promover su utilización. El CIP cuenta con facilidades biotecnológicas para la conservación *in vitro*, criopreservación y producción de plantas libres de patógenos. La División ha liderado y participado en numerosos proyectos colaborativos con Bancos Nacionales como PROINPA e INIA-Perú y con comunidades de campesinos de la Región Andina con el objetivo de fortalecer las estrategias para la conservación global y caracterización de los recursos fitogenéticos de papa, para su valorización y mayor utilización. El Dr. David Tay es el Líder de la División.

El INIA es un Organismo Público Descentralizado del Ministerio de Agricultura, con más de 40 años de experiencia en investigación, transferencia de tecnología, asistencia técnica, conservación de recursos genéticos y producción de semillas, plántones y reproductores de alto valor genético; asimismo es responsable de la zonificación de cultivos y crianzas. Estas labores son desarrolladas en una Red de 11 Estaciones Experimentales Agrarias ubicadas en las principales regiones agro-ecológicas de Perú.

El CIP y el INIA tienen un historial amplio de trabajo coordinado y conjunto para el desarrollo de proyectos e investigaciones y además en el desarrollo de nuevas variedades de papa. Con PROINPA estamos participando en el proyecto Cherimola en América Latina (CHERLA) financiado por la Unión Europea, y también se ha participado en la ejecución del proyecto Raíces y Tubérculos Andinos (RTAs). El INIA ha participado en la ejecución del proyecto sobre conservación *in situ* en 10 regiones del Perú, mediante el cual ha desarrollado un acercamiento con las comunidades y agricultores, vínculos que hasta la actualidad se mantienen de una manera muy activa.

La articulación de las tres entidades será en la complementariedad de los componentes y actividades propuestas en el proyecto.

G. Monto estimado solicitado a FONTAGRO y aportes estimados de contrapartida

Recursos FONTAGRO: US\$ 360.000
Recursos de contrapartida: US\$ 360.000
Monto total estimado: US\$ 720.000

H. Período de ejecución

36 meses

I. Organismo ejecutor líder del consorcio

Información de la organización y persona responsable de la firma y ejecución del Proyecto

Nombre y cargo: Antonio Gandarillas, Gerente General Tel.: 591-4-4319595
Organización: Fundación PROINPA Email: a.gandarillas@proinpa.org
País: Bolivia

J. Investigador líder del consorcio (Ejecutor principal)

Organización 1: Fundación PROINPA

Investigador líder: Ximena Cadima Tel.: 591-4-4319595
País: Bolivia Fax: 591-4-4319600
Email: x.cadima@proinpa.org

K. Integrantes del consorcio (Organismos co-ejecutores)

Organización 2: Centro Internacional de la Papa

Investigador líder: David Tay Tel.: 51-1-3496017
País: Perú Fax: 51-1-3175337
Email: d.tay@cgjar.org

Organización 3: INIA

Investigador líder: Ing. Llermé Ríos Lobo Tel.: 51 1 3492600 Ext. 234; Tel. 51 1 2463609
País: Perú Fax: 51 1 3492600 Ext. 314
Email: llrios@inia.gob.pe; rioslobo@hotmail.com