



HOJA DE RUTA PARA EL ESCALAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y EL PROCESAMIENTO DEL LUPINO EN BOLIVIA, CHILE Y ECUADOR

Febrero 2019



Esta publicación se realiza en el marco del proyecto “Mecanismos y Redes de Transferencia de Tecnologías de Cambio Climático en Latinoamérica y el Caribe (LAC)”. El proyecto, implementado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), promueve el desarrollo y transferencia de tecnologías para contribuir a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y de la vulnerabilidad al cambio climático en la región LAC, a través de la promoción y el apoyo de esfuerzos de colaboración a nivel regional; el respaldo a la planificación y los procesos de toma de decisiones a nivel nacional y sectorial; la demostración de políticas y mecanismos facilitadores, y la movilización de recursos financieros y humanos privados y públicos. El proyecto prioriza los temas de mitigación y adaptación al cambio climático en los sectores de eficiencia energética y energía renovable, transporte, monitoreo forestal y agricultura resiliente. Asimismo, incluye un componente transversal relacionado con el desarrollo de capacidades institucionales y de políticas nacionales de la región. Las actividades relacionadas con Agricultura han sido ejecutadas por el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria **FONTAGRO**.

FONTAGRO es un mecanismo de cooperación cuyo fondo es administrado por el Banco (BID) pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos, reconocido internacionalmente para fortalecer la innovación agroalimentaria y agroindustrial de manera sostenible. <https://www.fontagro.org/es/>

Créditos y Contribuciones:

Comité Editorial: Víctor Mares, Nicolás Mateo y Eugenia Saini

Colaboradores: Karla Deidré Espinoza Arguello y David Gómez.

Fotografía e imágenes: Banco de imágenes de FONTAGRO, BID y otras de los autores e instituciones participantes con sus respectivas autorizaciones.

Diseño y diagramación: Adrián Orsetti.

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no- comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



CONTENIDO

HOJA DE RUTA PARA EL ESCALAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y EL PROCESAMIENTO DEL LUPINO EN BOLIVIA, CHILE Y ECUADOR	5
RESUMEN EJECUTIVO	5
EXECUTIVE SUMMARY	5
SECCIÓN I. ANTECEDENTES:	6
SECCIÓN II. MECÁNICA DE TRABAJO	10
SECCIÓN III. COMPONENTES DE LA HOJA DE RUTA	10
Limitaciones a resolver	10
Metas recomendadas	11
Acciones recomendadas	13
SECCIÓN IV. CONDICIONES HABILITADORAS DE LA HOJA DE RUTA	14
SECCIÓN V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
Referencias	15
ANEXOS	16

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cultivo de <i>L. mutabilis</i> en la región altoandina de Bolivia.	7
Figura 2. Cultivo de <i>L. albus</i> (variedad mejorada Alboroto) en el sur de Chile.	8
Figura 3. Grano de <i>L. mutabilis</i> cosechado en la región alto andina.	9
Figura 4. Parte del grupo de trabajo visitando una parcela de <i>L. mutabilis</i> amargo (flores moradas) y una hilera experimental de <i>L. mutabilis</i> bajo en alcaloides (flores blancas) en el Municipio de Colomi, Cochabamba, Bolivia a 3.200 msnm. Febrero 2019.	10

GLOSARIO

ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
GEI	Gases de Efecto Invernadero
STA	Secretaría Técnica Administrativa de FONTAGRO
INIAF	Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal de Bolivia
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador
PROINPA	Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, Bolivia
TAR	Tecnologías Ambientalmente Racionales

HOJA DE RUTA PARA EL ESCALAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y EL PROCESAMIENTO DEL LUPINO EN BOLIVIA, CHILE Y ECUADOR

Autores: M. Mera¹, E. Villacrés², P. Mamani³, J. Campero⁴, V. Mares⁵ y N. Mateo⁶

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento presenta la propuesta de una hoja de ruta para el escalamiento de la producción y el procesamiento de varias especies del género *Lupinus* en Bolivia, Chile y Ecuador. La hoja de ruta, diseñada de manera participativa por especialistas de INIAF-Bolivia, PROINPA-Bolivia, INIA-Chile, INIAP-Ecuador y dos consultores designados por la STA de FONTAGRO, se basa en los resultados de un proyecto colaborativo ejecutado por PROINPA, INIA e INIAP y financiado por FMAM a través de FONTAGRO. El mencionado proyecto consiguió resultados muy promisorios tanto en lo productivo como en lo ambiental y social y mostró el potencial del cultivo de *Lupinus spp.* como una tecnología ambientalmente racional (TAR). La hoja de ruta propuesta tiene tres componentes, descritos en este documento. El primero es el diagnóstico de las limitantes a resolver en cada país. El segundo es la descripción de las metas a ser alcanzadas mediante la implementación de esta hoja de ruta, en un horizonte de tiempo de entre 10 a 15 años. El tercer componente es la descripción de las acciones propuestas, relacionadas con el afianzamiento del cultivo de *Lupinus* como una TAR. Estas acciones, específicas para cada país, incluyen la investigación necesaria para cerrar algunas brechas en el conocimiento, la extensión, disseminación y asistencia técnica, la capacitación, la documentación y manejo del conocimiento y la incidencia política. En el

documento se describen también las condiciones habilitadoras para la implementación de la hoja de ruta, incluyendo el financiamiento, el mejoramiento de la capacidad científica y técnica de las instituciones participantes, el contexto de normas políticas que prioricen el cultivo y uso del lupino y la capacidad de colaboración interinstitucional en la región⁷.

EXECUTIVE SUMMARY

This document presents the proposal of a road map for scaling up the production and processing of several species of the genus *Lupinus* in Bolivia, Chile and Ecuador. The roadmap, designed in a participatory manner by specialists from INIAF-Bolivia, PROINPA-Bolivia, INIA-Chile, INIAP-Ecuador and two consultants appointed by the FONTAGRO STA, is based on the results of a collaborative project carried out by PROINPA, INIA and INIAP and financed by the GEF through FONTAGRO. The aforementioned project achieved very promising results in the productive, environmental and social areas and showed the potential of *Lupinus spp.* as an environmentally sound technology (TAR). The proposed roadmap highlights three components: the first provides a diagnosis of the limitations to be solved in each country. The second is the description of the goals to be achieved through the implementation of this roadmap, in a time horizon of 10 to 15 years. The third component is the description of proposed actions, related to the strengthening of the

1. INIA Chile

2. INIAP Ecuador

3. PROINPA Bolivia

4. INIAF Bolivia

5. Consultor independiente

6. Consultor independiente

7. En la XV conferencia internacional del lupino, celebrada en Cochabamba del 18 al 21 de marzo 2019, se abordaron casi todos los temas de la hoja de ruta, específicamente la utilización del lupino como mejorador de la fertilidad y sanidad de los suelos, importancia del lupino en la seguridad alimentaria y la nutrición, requerimiento de variedades dulces, renovación de variedades, producción de semillas de buena calidad, fortalecimiento de las asociaciones de productores, tratamiento de plagas y enfermedades que atacan al cultivo, desarrollo de nuevos productos y fomento del consumo. En este marco los autores consideran que la hoja de ruta recoge acertadamente el panorama presente y futuro del desarrollo del lupino.

Lupinus crop as a TAR. These actions, specific to each country, include the necessary research to close some gaps in knowledge, extension, dissemination and technical assistance, training, knowledge management and advocacy. The document also describes the enabling conditions for the implementation of the roadmap, including financing, the improvement of the scientific and technical capacity of the participating institutions, the context of policies to prioritize the cultivation and use of lupine and the advantages that can be derived from inter-institutional collaboration in the region.

SECCIÓN I. ANTECEDENTES

Los lupinos pertenecen a uno de los géneros más diversos y de amplia diseminación de las plantas superiores. Varios cientos de especies han sido identificadas en el Nuevo Mundo, mientras que solo 11 o 12 especies existen en el Viejo Mundo (Cowling et al. 1998).

Cadima y Gandarillas (2018) reportan que la diversidad del género *Lupinus* se encuentra distribuida en dos grandes regiones: Mediterránea-Norte de África (hemisferio Oriental) y americana (hemisferio Occidental); es en esta última donde se halla la mayor diversidad, aunque el número de especies aún no está definido. La domesticación de los lupinos se dio paralelamente en los dos hemisferios hace más de cuatro mil años. Son cuatro *Lupinus* los domesticados: *L. albus* L., *L. angustifolius* L. y *L. luteus* L., provenientes de la región Mediterránea-Norte de África; y *L. mutabilis* Sweet de los Andes Sudamericanos. En su forma original, todos los *Lupinus* contienen alcaloides, pero gracias a la domesticación moderna, desde la década de 1920, investigadores de Europa lograron bajar el contenido de alcaloides del grano, obteniendo variedades “dulces” de *L. albus*., *L. angustifolius* y *L. luteus*. En cambio, *L. mutabilis*, continúa siendo una especie semi domesticada, ya que todos los materiales cultivados por agricultores andinos son amargos, aunque experimentalmente ya

existen materiales “dulces” de *L. mutabilis*. Los lupinos, a nivel global, se usan principalmente para alimentar animales y sólo un 4% de la producción total, se destina a la alimentación humana.

Lupinus mutabilis Sweet, de acuerdo con Campero y Escobar (2018) fue clave en el desarrollo de las culturas americanas. Estudios actuales, revelan que parte de su importancia estuvo relacionada tanto al contenido de proteínas como a la calidad de ellas, donde los contenidos de lisina son importantes, aunque los aminoácidos azufrados tienen contenidos bajos. Los mismos autores añaden que probablemente, la introducción durante la época colonial de leguminosas como el haba y la arveja y junto a la dificultad que plantea el consumo del tarwi (nombre con el que se le conoce en Bolivia) hayan sido las causas para que éste último, se incorpore a la categoría de especies campesinas casi olvidadas. Postulan los autores, que la mejora genética para reducir su contenido de sustancias anti nutricionales como los alcaloides o los taninos presentes en su estructura genética y el análisis de su composición de aminoácidos puede facilitar la conquista de nuevos mercados en el ámbito internacional. Solo una de las especies del Nuevo Mundo tiene semillas grandes (*Lupinus mutabilis*), característica que presumiblemente fue seleccionada por agricultores antiguos en sudamérica (Cowling et al. 1998).

En el marco que señalan los autores citados y considerando la experiencia con otros cultivos originarios de las regiones altoandinas, conviene que las autoridades nacionales y la comunidad internacional valoren mayores inversiones en investigación y desarrollo de lupino (Figura 1); sus grandes ventajas –como será documentado más adelante– en contenido de proteína y aportes en el mejoramiento de suelos ameritan esta atención. El paralelo con el desarrollo de la quinua (*Chenopodium quinoa*), incluyendo su proyección mundial y efectos en los productores locales, brinda lecciones que sin duda conviene ser consideradas.



Figura 1. Cultivo de *L. mutabilis* en la región altoandina de Bolivia.

Desde el año 2014, FONTAGRO ejecuta el proyecto “Mecanismos de Transferencia de Tecnología y Redes Climáticas en América Latina y el Caribe (ALC)”, el cual es cofinanciado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Dicho proyecto tiene como objetivo impulsar el desarrollo y transferencia de tecnologías ambientalmente apropiadas en ALC que contribuyan a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero y reduzcan la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura familiar.

En el marco de este proyecto y durante el 2014, FONTAGRO implementó una convocatoria extraordinaria, en donde se aprobó una propuesta orientada a promover la resiliencia de los sistemas productivos y disminuir la vulnerabilidad de la agricultura familiar de escasos recursos a través de la revalorización de cultivos postergados del género *Lupinus**. Este proyecto fue llevado a cabo por profesionales de Bolivia, Chile y Ecuador a través de la participación consorciada de la Fundación PROINPA de Bolivia, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de Chile, y el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador.

Los informes recientes del proyecto destacan importantes avances en aspectos relacionados

con la producción y la cadena de valor del lupino. Entre estos avances se cuentan la identificación de germoplasma promisorio adaptado a diferentes condiciones agroecológicas y sistemas de producción, innovaciones técnicas en el manejo del cultivo y en el procesamiento de las cosechas y el desarrollo de nuevos productos con alto potencial de acceso al mercado.

El lupino en Chile muestra una división clara entre el lupino amargo y el lupino dulce (Mera, 2016). El amargo está en manos de pequeños agricultores, mayoritariamente de etnia Mapuche, que cuentan con poco o nulo acceso a agua de riego. Producen trigo para elaboración de pan de autoconsumo y avena y triticale para alimentación de sus animales, pero el lupino se vende y con frecuencia es el único cultivo que genera ingresos monetarios; por ello tiene gran relevancia social. Las plantas de lupino amargo compiten agresivamente con las malezas. Esta es una razón por la que el cultivo se ha mantenido por décadas, con un pobre manejo agronómico, en la agricultura de limitados recursos. La producción de lupino amargo es para un “nicho” de exportación de crecimiento limitado y precios muy volátiles. Por ello, hay interés entre los pequeños agricultores por incursionar en la producción de lupino dulce, que tiene precio más estable y puede crecer sin restricción.

* FTG/RF-14893-RG - Cultivos andinos olvidados. Promover la resiliencia de los sistemas productivos para disminuir la vulnerabilidad de familias de pequeños productores a través de la revalorización de cultivos postergados del género *Lupinus*. Enlace

El lupino dulce (Figura 2) es producido por agricultores empresariales que lo cultivan bajo contrato y con manejo más tecnificado. Uno de los beneficios de la incorporación del lupino en la rotación es su significativo aporte de nitrógeno al suelo. Ensayos agronómicos conducidos por INIA-Chile en varias localidades, en el marco del reciente proyecto FONTAGRO, han mostrado que un buen cultivo de lupino puede dejar alrededor de 12 toneladas por hectárea de residuos orgánicos que devuelven al suelo alrededor de 250 kilos por hectárea de nitrógeno (Mera 2017). El lupino rara vez requiere fertilización, ocupa pocos agroquímicos y brinda otros beneficios agronómicos como interrumpir el ciclo de algunas enfermedades de los cereales y ayudar a controlar eficazmente las malezas gramíneas, incluso biotipos resistentes a herbicidas (Mera 2016). Todo ello lo convierte en un cultivo que contribuye a mejorar la competitividad de los cultivos anuales y a la sostenibilidad ambiental. En los últimos cinco años, la superficie sembrada con lupino amargo ha fluctuado entre 4.600 y 12.300 hectáreas, en tanto que el lupino dulce ha fluctuado entre 5.900 y 12.700 hectáreas. Esta área está concentrada en la región de La Araucanía, donde el lupino es un cultivo relevante. El cultivo de lupino dulce puede crecer en forma muy importante, ya sea por su mayor incorporación en la dieta de salmones, bovinos, ovinos, aves, porcinos, en alimentos para mascotas o en productos para consumo humano. Dependiendo del precio de productos como la soya, la superficie podría llegar a alcanzar hasta 100 mil hectáreas desde Biobío al sur, con una producción de 300 mil toneladas anuales de grano. El rendimiento actual del lupino amargo fluctúa entre 1,3 y 1,9 toneladas por hectárea, en tanto que el rendimiento del lupino dulce, que mayoritariamente corresponde a la especie *L. albus*, fluctúa entre 2,3 y 2,9 toneladas por hectárea. No hay información sobre el número de productores de lupino en Chile. La variedad Alboroto-INIA (Mera 2017) sigue siendo la mejor desarrollada por INIA y no hay planes de liberar variedades de *angustifolius* o *luteus* porque son menos convenientes que *albus*,



Figura 2. Cultivo de *L. mutabilis* en la región altoandina de Bolivia.

En Bolivia, innovaciones en el manejo del cultivo, probadas en fincas de agricultores, muestran un incremento de la productividad del tarwi (*L. mutabilis*) en zonas andinas semiáridas. Un importante avance en Bolivia es el trabajo asociativo con la empresa privada, orientado al mejoramiento de la cadena de valor, lo que ha resultado en el desarrollo de dos nuevos productos de *L. mutabilis* que ya se comercializan en supermercados regionales, con posibilidad de expansión a nivel nacional. También se ha involucrado a conocidos chefs los que, a partir del conocimiento y costumbres ancestrales, han creado nuevas recetas de comida con alto valor nutritivo a partir de *L. mutabilis*. La finalidad es fomentar el consumo del lupino en diferentes estratos sociales. Un esfuerzo similar ha sido conducido en el Ecuador. Un activo para la implementación de esta hoja de ruta ha sido la Fundación PROINPA de Bolivia, que participó en el proyecto FONTAGRO aportando experiencia, recursos técnicos y humanos para el trabajo colaborativo.

En Ecuador, *L. mutabilis* (conocido localmente como chocho) es mayoritariamente cultivado por productores de la agricultura familiar. De acuerdo con los datos del censo agrícola del 2000, hay 9.596 productores de chocho que siembran un total de 5.974 hectáreas. Se proyecta ampliar el área sembrada a 20.000 hectáreas. Generalmente se siembra entre los 2.800 a 3.500 metros de altitud, en zonas con baja precipitación (300 a 600 mm). Dependiendo de la altitud y de la variedad sembrada, el ciclo de cultivo varía entre 180 a 240 días. Tradicionalmente se siembra sin labranza, con una baja densidad de plantas, sin labores culturales o asociado con otros cultivos. El grano tiene importancia por su alto valor nutricional basado en los niveles de proteína, minerales y vitaminas que contiene (Figura 3). El chocho contiene entre el 41 y 52% de proteína siendo el grano más rico en este nutriente. El contenido de fibra dietética varía de 29 a 41%, correspondiendo un 75% a fibra dietética insoluble. La grasa es rica en ácidos grasos insaturados (oleico, 48 %; linolénico 28.40 %). En Ecuador se ha evaluado la adaptabilidad de *L. mutabilis* (variedad INIAP 450 Andino) a diferentes áreas de producción. Esta variedad se caracteriza por su precocidad (200 días a cosecha). El rendimiento (1.350 a 1.500 kilos por hectárea) es superior en un 183% al rendimiento promedio de los ecotipos locales, de acuerdo con un reporte del año 2000 (E. Villacrés, comunicación personal). Aunque presenta cierta susceptibilidad a plagas y enfermedades, tiene una alta tolerancia al acame y moderada resistencia a granizadas y heladas. El INIAP-Ecuador ha avanzado significativamente en la promoción del cultivo, en el desarrollo de mejores y más eficientes técnicas de desamargado artesanal y semi-industrial y en lograr colocar a este cultivo relegado entre los prioritarios del país. Un importante ejemplo es el de la reducción en la utilización de agua para el desamargado, que ha pasado de 60 litros a menos de 20 litros por kilo de grano.



Figura 3. Grano de *L. mutabilis* cosechado en la región alto andina.

El proyecto ha generado conocimientos y experiencias que han estimulado el interés en promover una hoja de ruta, inspirada en la Teoría de Cambio, que facilite el escalamiento del cultivo de lupino en Bolivia, Chile y Ecuador y el aumento de su productividad y calidad con mayores beneficios económicos, nutricionales y ambientales, incluyendo poblaciones originarias. El cultivo de variedades mejoradas de lupino y las prácticas innovadoras de manejo agronómico y de postcosecha probadas por este proyecto constituyen en conjunto una Tecnología Ambientalmente Racional (TAR) que se ve potenciada por el interés de la empresa privada, por una clara oportunidad de fortalecer la nutrición y alimentación humana, así como por la elaboración de concentrados para alimentación animal.

SECCIÓN II. MECÁNICA DE TRABAJO

Esta propuesta de hoja de ruta ha sido elaborada de manera participativa por un grupo de trabajo liderado por la STA de FONTAGRO e integrado por investigadores de PROINPA y del INIAF de Bolivia, del INIA de Chile, del INIAP de Ecuador y por dos consultores especialistas.

Los participantes intercambiaron y compartieron información (Figura 4) vía teleconferencias y documentos con antelación a una reunión presencial de trabajo efectuada en Cochabamba, Bolivia entre el 11 y 13 de febrero, 2019, la agenda de la cual se encuentra en el Anexo 1. Un intercambio posterior permitió revisar y armar el documento final de manera virtual, el cual considera (i) las **limitaciones** a resolver, (ii) las **metas** esperadas y (iii) las **acciones** orientadas al cumplimiento de las mismas.



Figura 4. Parte del grupo de trabajo visitando una parcela de *L. mutabilis* amargo (flores moradas) y una hilera experimental de *L. mutabilis* bajo en alcaloides (flores blancas) en el Municipio de Colomi, Cochabamba, Bolivia a 3.200 msnm. Febrero 2019.

SECCIÓN III. COMPONENTES DE LA HOJA DE RUTA

LIMITACIONES A RESOLVER

En Bolivia: En este país el cultivo de tarwi, que fue importante en épocas prehispánicas, ha sido relegado a pesar de su alto valor biológico y ambiental. De acuerdo con los datos disponibles, el área de cultivo, en su gran mayoría está en manos de pequeños agricultores de escasos recursos y no supera las 1.500 hectárea. Es importante anotar que el proceso de desamargado del grano es llevado a cabo por las mujeres, lo que significa una carga de trabajo adicional para ellas. En las zonas altas, donde el cultivo es altamente adaptable, se señalan las siguientes limitaciones y problemas tanto del cultivo como de las comunidades:

- Baja producción y productividad del cultivo.

- Incipiente desarrollo de variedades adecuadas, que respondan a las condiciones agroecológicas y a las políticas de desarrollo del país.
- Niveles inadecuados de nutrición proteica y de micronutrientes en grupos vulnerables.
- Reducidos ingresos de la agricultura familiar.
- Degradación de suelos agravada por la ausencia de leguminosas en las rotaciones.
- Baja valoración social de las bondades y potencialidades del tarwi.
- Insuficiencia de políticas de promoción, consumo y de usos alternos del tarwi.
- Ausencia de tecnologías, artesanales e industriales, para desamargar el tarwi, lo que trae como consecuencia altos costos humanos y ambientales y desincentiva su producción y consumo.

- Erosión de recursos genéticos y especies silvestres de Lupino.

En Chile: La especie cultivada predominante es *L. albus* en sus versiones dulces y amargas, las primeras en manos de agricultores empresariales y las segundas en manos de agricultores medianos y pequeños los que en mayoría pertenecen a poblaciones originarias de la etnia Mapuche. Las mayores limitaciones son:

- Productividad y calidad actual del lupino amargo debajo de su potencial.
- Reducidos ingresos de la agricultura familiar en manos de poblaciones originarias.
- Insuficiente conocimiento de la industria alimentaria del potencial del lupino para satisfacer las necesidades de grupos con requerimientos especiales tales como deportistas de alto rendimiento, vegetarianos, veganos y personas con problemas de salud como celíacos, diabéticos, hipertensos y con obesidad.
- Limitada extensión y asistencia técnica para el pequeño y mediano productor

En Ecuador: La situación es semejante a la de Bolivia en cuanto a que la especie predominante es *L. mutabilis*. Sin embargo, la mayor importancia que el gobierno le está asignando a este cultivo y la creciente demanda de los mercados nacionales e internacionales impulsan la generación de innovaciones productivas y de valor agregado. Las principales limitaciones son:

- Baja producción y productividad del cultivo.
- Insuficiente disponibilidad de variedades mejoradas.
- Dependencia de dos variedades que cubren el 95% del área cultivada y que son susceptibles a plagas y enfermedades, especialmente antracnosis.

- Niveles inadecuados de nutrición en grupos vulnerables.

- Reducidos ingresos de la agricultura familiar.
- Degradación de suelos.
- Insuficientes políticas e incentivos para la producción del chocho.
- Limitada extensión y asistencia técnica.
- Limitada producción y distribución de semilla de calidad.
- Escasa disponibilidad de tecnologías para la mecanización de la producción de chocho.

METAS RECOMENDADAS

Las metas que se señalan a continuación han sido definidas por los participantes a partir de las limitaciones descritas anteriormente y se podrían alcanzar mediante las acciones que se describen posteriormente. El horizonte de tiempo de esta hoja de ruta oscilaría entre 10 a 15 años.

En Bolivia:

- En cuanto a producción y productividad del tarwi, se anticipa que la superficie cultivada se triplique y la productividad alcance 1.000 kilos por hectárea.
- Variedades mejoradas disponibles para las tres principales agroecoregiones (Altiplano Norte, Altiplano Central y Valles Interandinos).
- Mejores niveles de nutrición mediante el uso de variedades de tarwi con alta productividad que contribuyan a disminuir carencias de proteína, hierro, zinc y vitamina A por lo menos en el 5% de las unidades productivas de la región alto andina.

- Mejores ingresos de la agricultura familiar basados en la mayor productividad del tarwi y en una más eficiente cadena de valor que contribuyen a aumentar el ingreso familiar en 20% en relación con la línea base de 2019.

- Reducción de la degradación de suelos mediante el incremento de la materia orgánica y la fertilidad del suelo propiciada por el cultivo del tarwi y el uso más eficiente de los residuos de cosecha.

- Mayor valoración social de las bondades y potencialidades del tarwi, que será reconocido como un súper alimento, un mejorador del suelo y una fuente de metabolitos secundarios aplicables a la salud humana y en el control de plagas y enfermedades.

- Vigencia y aplicación de políticas públicas e incentivos para la producción y consumo del tarwi que potencien la investigación, producción, valor agregado, mercados y consumo del tarwi.

- Disponibilidad de tecnologías mejoradas, tanto artesanales como industriales, para desamargar el tarwi, reduciéndose los actuales costos humanos y ambientales.

- Menor erosión de recursos genéticos del tarwi y de especies silvestres de lupino.

En Chile:

- Productividad del lupino amargo alcanza niveles similares al promedio actual del lupino dulce en un plazo de 5 años, y su calidad mejora al aumentar la proporción de grano de alto calibre.

- El lupino y su cadena de valor contribuyen a aumentar el ingreso familiar de las unidades de producción en manos de poblaciones originarias en 20% con relación a la línea base de 2019.

- La industria alimentaria incorpora el lupino en diversos productos elaborados para consumo humano.

- Existe un grupo de extensionistas capacitado para atender a una alta proporción de productores de lupino.

En Ecuador:

- La superficie cultivada con *L. mutabilis* alcanza 30.000 hectáreas y la productividad aumenta en 50% en 15 años.

- Variedades mejoradas disponibles para la sierra ecuatoriana, incluyendo buena arquitectura de planta, tolerantes a plagas y enfermedades (antracnosis en particular), precoces y de alta productividad.

- Variedades de chocho con alta productividad contribuyen significativamente a disminuir las carencias de proteína, hierro, zinc y vitamina A de las poblaciones vulnerables y a reducir los índices glicémicos de otros segmentos poblacionales.

- El chocho y su cadena de valor contribuyen a aumentar el ingreso familiar de las unidades productoras en 20% en relación a la línea base de 2019 en un plazo de 10 años.

- El cultivo de *L. mutabilis* contribuye a incrementar la materia orgánica y la fertilidad

del suelo en las unidades productivas que lo adopten como parte de su sistema de rotación.

- Políticas y normas socialmente acatadas promueven la investigación, producción, valor agregado, mercados y consumo del chocho.
- La cobertura de los servicios de extensión y asistencia técnica para los productores que cultivan *L. mutabilis* aumenta en un 50% en un plazo de 15 años.

En la región:

- El conocimiento y la colaboración interinstitucional, intrarregional y global, en torno a la conservación de germoplasma in situ y ex situ, mejoramiento genético, cultivo, procesamiento, comercialización y el consumo de los diferentes lupinos conduce

a impactos positivos en los tres países y en otros con potencial para la producción de lupino como Perú y México.

ACCIONES RECOMENDADAS

Estas acciones son sinérgicas y todas contribuyen al cumplimiento de las metas. Su ejecución dependerá del financiamiento aportado por varias fuentes y de una adecuada identificación de participantes en el trabajo conjunto. Todas las acciones e intervenciones apuntarán a fortalecer la equidad de género, tanto entre los ejecutores como entre los beneficiarios. En el caso de acciones con poblaciones originarias, habrá pleno respeto a sus tradiciones y cultura. Las acciones propuestas corresponderán a las siguientes líneas de apoyo que se desarrollarán de manera participativa:



SECCIÓN IV. CONDICIONES HABILITADORAS DE LA HOJA DE RUTA

Los autores identificaron las siguientes condiciones habilitadoras para la implementación de la hoja de ruta:

- El creciente interés en los países involucrados, a los que probablemente se sumaría el Perú y algunos países europeos interesados en promover el cultivo y procesamiento del lupino a partir de sus excepcionales características nutricionales.
- El cúmulo de información científica y los avances en el desarrollo de tecnologías logrados, entre otros, por los participantes en el proyecto FONTAGRO.
- La capacidad científica y técnica desarrollada alrededor del lupino por las instituciones en el proyecto FONTAGRO.
- La existencia del consorcio formado por las instituciones que colaboraron de manera armónica y sinérgica en el proyecto y que merece ser apoyado para posibilitar la continuación y ampliación del trabajo.
- La necesidad de fortalecer el uso de Tecnologías Ambientalmente Racionales (TAR) en la agricultura familiar. El cultivo del lupino al mejorar los suelos como un recurso básico en el sistema productivo, constituye una TAR por sí mismo.
- La necesidad de mejorar la nutrición de poblaciones vulnerables. El lupino y sus productos derivados pueden hacer una

contribución considerando su alto valor nutricional y su capacidad potencial de generar ingresos.

- La familiaridad de los productores con el lupino, lo que puede facilitar su adopción.

SECCIÓN V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta hoja de ruta pretende abrir una ventana de oportunidad a un cultivo histórica y equivocadamente relegado y que tiene un gran potencial de contribuir al mejoramiento económico, nutricional y ambiental de los sistemas de producción manejados por agricultores en localidades altoandinas y otras de América Latina.

Los autores consideran que el cultivo de lupino constituye una TAR. Sin embargo, muchos elementos tecnológicos, tales como nuevas variedades, manejo integrado de enfermedades y plagas, técnicas de procesamiento y estrategias de consumo requieren de investigación y desarrollo continuo.

Las actividades propuestas pueden dar lugar a proyectos específicos, tanto de investigación como de diseminación de tecnologías.

Se recomienda presentar y socializar la hoja de ruta en la próxima Conferencia Internacional de Lupino que tendrá lugar en Cochabamba del 18 al 21 de marzo de 2019. Conseguir el endoso y consenso de otras instituciones y países sería muy importante.

REFERENCIAS

Cadima X., Gandarillas, A. 2018. Biodiversidad y Domesticación del Lupinus. Revista de Agricultura No. 57. FCAyP-CIF-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp 3-9.

Campero J. y C. P. Escobar. 2018. Importancia biológica y sociocultural del Tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el estado plurinacional de Bolivia. INIAF-Bolivia.

Cowling WA, Buirchell BJ, Tapia ME (eds) 1998 Lupin, *Lupinus L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 23. Institute of Plants Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 105 p.

Mera M (ed) 2016 Lupino dulce y amargo; producción en Chile. Boletín INIA N°326. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Temuco, Chile. 120 p.

Mera M 2017. Manejo agronómico de lupino blanco dulce Alboroto-INIA. Informativo N°90. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Temuco, Chile. 4 p.

ANEXO I

Taller Hojas de Ruta Lupino Chile, Bolivia y Ecuador 11, 12 y 13 de febrero de 2019 AGENDA

Lunes 11 de febrero

8:30 - 9:00	Objetivos y alcances del Taller: Nicolás Mateo / Víctor Mares
9:00 - 10:00	Experiencia boliviana sobre la cadena del tarwi - Antonio Gandarillas y Pablo Mamani (Fundación PROINPA)
10:00- 12:00 (*)	Presentación del delegado por Chile: Mario Mera
12:00 - 13:30	Almuerzo
13:30 - 15:30 (*)	Presentación del delegado por Bolivia: José Ramón Campero Marañón
15:30 - 17:30 (*)	Presentación de la delegada por Ecuador: Elena Villacrés Poveda
17:30- 18:30	Conclusiones y resúmenes de primer día de trabajo Nicolás Mateo / Víctor Mares

Martes 12 de febrero

8:30 - 9:00	Discusión general, recapitulación del día anterior y organización del trabajo del día - Nicolás Mateo / Víctor Mares
9:00- 12:00	Trabajo de redacción de cada país con el asesoramiento de los consultores: Mario Mera / José Ramón Campero / Elena Villacres
12:00 - 13:30	Almuerzo
13:30 - 15:30 (*)	Trabajo de redacción de cada país con el asesoramiento de los consultores: Mario Mera / José Ramón Campero / Elena Villacres
16:00 - 18:00	Síntesis de lo logrado, opciones de colaboración y complementación entre países y próximos pasos para la elaboración final de la hoja de ruta. Nicolás Mateo / Víctor Mares
18:00- 18:30	Cierre del taller

Miércoles 13 de febrero

7:00 - 8:30	Salida del hotel Cochabamba al municipio de Colomi coordina Ximena Cadima
8:30 - 11:00	Recorrido parcelas de tarwi e interacción con agricultores
11:00 - 13:00	Viaje Colomi a Cochabamba (El Paso, Quillacollo)
13:00 - 14:00	Almuerzo PROINPA
14:00 - 15:00	Visita PROINPA
15:00 - 15:30	Presentación PANASERI (Empresa procesadora y comercializadora de tarwi)
15:30 - 17:00	Reunión Cierre Taller / Conclusiones

(*) La presentación de cada investigador por país incluirá:

- Contexto del lupino en el país (usos, tradiciones, regiones, productores, etc.).
- Línea de base: producción, productividad, sistemas productivos, mercados, ventajas y limitaciones actuales del cultivo.
- Síntesis de los resultados e impactos logrados en el proyecto GEF/FONTAGRO
- Hoja de ruta (visión para próximos 5-10 años de las TAR más promisorias y efectivas para mejorar la productividad y calidad del cultivo (genética, manejo, valor agregado, optimización de cadenas, etc.).
- Discusión de grupo y conclusiones preliminares.

Organizado por:



Con el apoyo de:



NECESIDADES DE INFORMACIÓN

FONTAGRO anticipa que los participantes de Chile, Bolivia y Ecuador compartirán información de lupino de sus países de la forma siguiente:

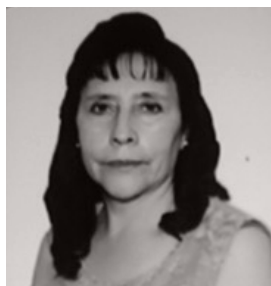
(i) un documento con toda la información disponible (y anexos cuando sea apropiado) con fecha límite para el 25 de enero, 2019 y

(ii) una presentación formal en power point durante la reunión en Cochabamba.

A continuación, se provee una lista de información de interés necesaria en el marco de construir la hoja de ruta. Esta hoja de ruta será publicada como producto del proyecto ATN/CX-14837-RG y FTG/RF-15564-RG, y con los créditos pertinentes atribuibles a los participantes, es importante recibir este cuadro antes del 15 de enero de 2019.

Solicitud de información por país	Bolivia	Chile	Ecuador
1. Contexto general de lupino en el país:			
Importancia económica del lupino en su país	No	Si	SI
Caracterización de la cadena de valor. Actual y proyecciones.	No	No	SI
Mercados y precios	No	Si	SI
Area sembrada, area cosechada, rendimientos	Si	Si	SI
Número actual de agricultores/unidades productivas de lupino	Si	No	SI
Caracterización de la escala de productor	Si	Si	
Empresas e iniciativas activas en la agregación de valor y transformación de lupino en su país	Si	Si	SI
2. Proyecciones del lupinus:			
Proyecciones del área sembrada en un horizonte de diez años.	No	Si	SI
Estimación del número de agricultores/unidades productivas al 2030	No	Si	SI
3. Caracterización del sistema tecnológico			
Descripción de las tecnologías y manejo agronomico del cultivo por país	Si	Si	SI
Instituciones que trabajan en I+D+i en lupino por país.	Si	Si	SI
Identificación de áreas prioritarias de trabajo en I+D+i	Si	Si	SI
4. Diseño de la hoja de Ruta del TARs para el cultivo de Lupino en Bolivia, Chile y Ecuador			
Identificación y Descripción de las tecnologías ambientalmente racionales a ser incluidas en la hoja de ruta.	No	Si	SI
Análisis de costos de implementación de las tecnologías por los productores familiares	Si	No	SI

ANEXO II. BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES



Elena Villacrés

Ingeniera en Alimentos por la Universidad Técnica de Ambato. Tiene una Maestría en Ciencia de Alimentos por la Escuela Politécnica Nacional y un diplomado internacional en Empaques, envase y embalajes para alimentos por Assistpack - Envapack, Cali, Colombia. Ha trabajado en Control de la calidad de materias primas y productos terminados en la planta de procesamiento de alimentos del Ministerio de Salud, (PAAMI) y la Compañía Ecuatoriana de Malta y Cerveza, CEDMYC. Ha sido investigador del Programa de Cereales del INIAP. Directora de varios proyectos de investigación y desarrollo en alimentos. Docente invitado de la Universidad Tecnológica Equinoccial y la Universidad Técnica del Norte. Instructora en el Programa de Seminarios de Graduación de la Universidad Técnica de Ambato y de la Universidad Estatal Paulista de Brazil. Ha sido proponente y gestora de las normas de calidad NTE, INEN 2646 (amaranto), NTE, INEN 2647 (sangorache), NTE, INEN 2389 (chocho amargo), 2390 (chocho desamamargado) y las normas Andinas SG/RT.RAN. 2014/IV/ACTA (chocho) y NA 0038 (quinua). Actualmente es Investigador del Departamento de Nutrición y Calidad de alimentos de INIAP. Sus competencias profesionales incluyen la caracterización física, nutricional y funcional de alimentos. Ensayos sensoriales y estimación de la vida útil de los alimentos. Investigación y desarrollo de productos y procesos, en alimentos. Desarrollo de alternativas tecnológicas para mejorar la competitividad de varios cultivos, con énfasis en cultivos andinos. Caracterización de la cadena agro-productiva de granos andinos. Escalamiento de procesos a nivel de planta piloto y estudios de factibilidad técnico-financiera para la implementación de PYMES.



José Campero Marañón

Ingeniero Agrónomo, grado conferido por la Universidad Mayor de San Simón de Cochabamba, Master of Sciences en Producción Animal por la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Se desempeñó como Jefe del Departamento de Ganadería de la Corporación Gestora del Proyecto Abapo Izozog, trabajando en mejoramiento genético de bovinos para carne y desarrollo de pasturas en tierras subtropicales áridas; fue responsable de investigación y producción pecuaria en el Proyecto IBTA/Chapare, trabajando en la introducción y mejoramiento genético de bovinos y caprinos para leche y ovinos tropicales. Fue Jefe y Director de Ganadería del Ministerio de Agricultura y Asuntos Campesinos de Bolivia y como tal le correspondió el diseño y la gestión de políticas de desarrollo de bovinos para carne y leche, avicultura, camélidos sudamericanos; posteriormente ocupó el cargo de Director de la Alianza Boliviana de la Sociedad Civil para el Desarrollo sostenible, miembro de la Sustainability Watch, dando seguimiento a los Objetivos de Desarrollo del Milenio con particular énfasis en la reducción de la Pobreza y la Sostenibilidad Ambiental en el marco. Actualmente es responsable de la Unidad de Recursos Genéticos del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), siendo sus principales responsabilidades: la gestión del Banco Nacional de Germoplasma del Estado Plurinacional de Bolivia, banco que cuenta con 19.575 accesiones procedentes de 117 especies; y, el diseño de políticas y mecanismos de conservación de recursos genéticos en el Estado Plurinacional de Bolivia. También es Punto Focal y Coordinador Nacional de Recursos Zoogenéticos y del Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.



Mario Mera

Ingeniero agrónomo, Universidad Austral de Chile, 1978; MSc en agronomía, Washington State University, 1987; PhD en genética y fitomejoramiento, University of Wisconsin-Madison, 1993. Investigador del INIA Chile durante 40 años, con base en INIA Carillanca, Temuco. Paralelamente, profesor asociado de la Universidad de La Frontera durante 31 años. Su trabajo en mejoramiento genético en INIA ha generado siete variedades de leguminosas, incluyendo dos de lupino, y más de 140 publicaciones científicas y de extensión. Además de los proyectos financiados por el Ministerio de Agricultura de Chile, ha ejecutado proyectos FONDECYT, CORFO, FIA, FONTAGRO, FNDR y convenios con INDAP y privados. Su ejercicio docente se ha extendido a la Universidad Católica de Temuco, la Universidad Austral y la Universidad de Chile. Es miembro del comité editor de la revista Chilean Journal of Agricultural Research.



Pablo Mamani

Coordinador de proyectos en Fundación PROINPA. Ingeniero Agrónomo (Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia); M. Sc. Producción Agrícola (Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú); M. Sc. Ciencias Agronómicas e Ingeniería Biológica (Universidad Católica de Lovaina, Bélgica); Diplomado en agroecología (FIAD, Lima, Perú); y Diplomado en Manejo Ecológico del Suelo (FIAD, Lima, Perú). (2012 - 2014) Líder del Proyecto de suelos McK Laderas (McKnight), (2011 - 2013) Proyecto sobre Agricultura de Conservación (SANREM), (2009 - 2014) Responsable del Área de Impacto Tiraque, F. y de Colomi, F. PROINPA, (2007 - 2011) Líder del Proyecto PIC Papa nativa y raíces andinas (COSUDE), Catedrático de la Universidad Católica de Bolivia, antes se desempeño como líder del Proyecto PITA Semilla de Papa (FDTA Altiplano, SIBTA), líder del Proyecto NUMASS (Univ. Carolina del Norte, USA), coordinador de actividades del Proyecto Papa Andina en Bolivia, líder del Proyecto de producción y comercialización (CLAS). Técnico del proyecto "Sistemas de producción" de F. PROINPA. Coordinador Nacional del Proyecto "Camas Protegidas" (COSUDE). Jefe del Departamento de Fisiología del IBTA - PROINPA. E inicia como investigador II del IBTA - PROINPA.



Víctor Mares

Ingeniero Zootecnista por la Universidad Nacional Agraria de La Molina, Lima. Tiene una Maestría en Agronomía de Pasturas por la Universidad de Gales, Aberystwyth, Gales, Reino Unido y un PhD. en Ciencias Agrícolas por la Universidad de Guelph, Guelph, Ontario, Canadá. Tiene más de 35 años en investigación y desarrollo en agricultura internacional en diferentes países de Sudamérica, América Central y África. Ha trabajado en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica y Panamá, en el Livestock Research Institute (ILRI) en Kenia y Etiopía y en el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima. Ha sido, además, consultor de CIDA, IDRC, FAO, BID, IFAD e IICA en diferentes oportunidades y en proyectos desarrollados en México, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador y Perú. Su larga relación con el CGIAR lo vinculó activamente con varios programas de investigación de este sistema, tales como el CCAFS (Climate Change Agriculture and Food Security), RTB (Roots, Tubers and Bananas), Water, Land and Ecosystems. Es actualmente consultor independiente, vinculado a FONTAGRO. Sus competencias profesionales incluyen la agricultura familiar, sistemas de producción, el desarrollo rural, la formulación y evaluación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, la ruta de impacto de los resultados de proyectos y el fortalecimiento de capacidades.



Nicolás Mateo

Ingeniero Agrónomo, posee una Maestría del CATIE, un doctorado en Agronomía y Suelos de la Universidad de Florida y un Postdoctorado en el Departamento de Agronomía en el IRRI, Filipinas. Entre sus actividades y logros principales destaca la Investigación en sistemas de producción de pequeña escala en países de América Central; la gestión, seguimiento y evaluación de proyectos para el IDRC-Canadá, donde fue Director Asociado, tanto en América Latina como en Asia (India y Singapur); la investigación y difusión de material genético y tecnologías en el ámbito global como Director de INIBAP (Red Internacional para el Mejoramiento de Banana y Plátano), con sede en Montpellier, Francia; la negociación y desarrollo de nuevos productos a partir de la biodiversidad como Coordinador de Bioprospección en el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) en Costa Rica y el desarrollo y financiamiento de proyectos de investigación e innovación en América Latina como Secretario Ejecutivo del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), con énfasis en la agricultura familiar. Actualmente se dedica a la consultoría internacional, en particular el diseño, gestión y evaluación de proyectos y programas de investigación e innovación en agricultura.

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW, Stop
W0502, Washington DC 20577
Correo electrónico: fontagro@iadb.org