

**INSTITUTO DE  
INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS**

Serie Evaluación de Impacto N° 3  
Boletín INIA N° 453  
ISSN 0717 – 4829



Liderando la agrociencia para un futuro sostenible

# **Evaluación de impacto de la adopción de lupino amargo en la Agricultura Familiar Campesina de la Región de La Araucanía**

Los estudios de Evaluación de Impacto del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) corresponden a una sucesión de publicaciones que hacen referencia a la valoración de tecnologías validadas, adaptadas o liberadas por INIA, transferidas al sector agropecuario de Chile. Su propósito es entregar evidencia del trabajo desarrollado por este Instituto y el aporte al sector agropecuario nacional, por medio de la ejecución de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en diferentes macrozonas del país.

**Investigadores INIA que colaboraron en el estudio:**

Claudia Osorio U.  
Ingeniera Agrónoma, Ph.D.  
Investigadora a cargo del PMG Lupino Blanco  
INIA Carillanca

José Miguel Alcalde R.  
Ingeniero Agrónomo  
Ayudante de Investigación  
INIA Carillanca

**Autora:**

María Carolina de la Fuente G.  
Ingeniera Agrónoma, Magíster en Economía Agraria  
Encargada Área de Evaluación de Impacto; Unidad de Planificación, Seguimiento y Evaluación (UPSE), INIA

**Editores:**

Marta Alfaro V.\*  
Ingeniera Agrónoma, Ph.D.  
Subdirectora Nacional de I+D+i, INIA

Rodrigo Bravo H.  
Ingeniero Agrónomo, Magíster en Economía y Gestión Regional. Dr. en Ciencias  
Subdirector Nacional de I+D+i, INIA

Maruja Cortés B.  
Ingeniera Agrónoma, Dra. en Economía, Magíster en Desarrollo Rural  
Jefa Área Nacional de Extensión y Formación de Capacidades, INIA

Claudia Osorio U.  
Ingeniera Agrónoma, Ph.D.  
Investigadora a cargo del PMG Lupino Blanco, INIA Carillanca

**Editora periodística:**

María Andrea Romero G.  
Periodista, Analista de Comunicaciones INIA

**Cita bibliográfica:**

De la Fuente, 2021. Evaluación de impacto de la adopción de lupino amargo en la Agricultura Familiar Campesina de la Región de La Araucanía. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Boletín INIA N°453. 44p

**Boletín INIA N° 453**

Serie Evaluación de Impacto N° 3  
ISSN 0717 – 4829

© 2021. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).  
Fidel Oteiza 1956, pisos 11, 12 y 15, Providencia, Santiago, Chile.  
Tel.: +56 22577 1000. E-mail: carolina.delafuente@inia.cl

Permitida su reproducción parcial citando fuente y autora. Prohibida la reproducción total sin autorización del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

**Diseño y diagramación:**

Elisa Pérez | perezmenaelisa@gmail.com

Santiago, Chile, 2021

\*Marta Alfaro ejerció el cargo de Subdirectora Nacional de I+D+i hasta el 27 de abril de 2022 asumiendo oficialmente Rodrigo Bravo Herrera, quien oficiaba en calidad de interino desde el 18 abril del mismo año.

# Agradecimientos

INIA agradece a los integrantes de la Cooperativa Boroa, Región de La Araucanía, por su colaboración para la obtención de los resultados aquí expuestos.

A los representantes de una institución pública (INDAP) y de la academia, por su valioso y anónimo aporte a este estudio.

A los investigadores Claudia Osorio y José Miguel Alcalde por su apoyo permanente y a la Encargada Regional de la Unidad de Planificación, Seguimiento y Evaluación de INIA Carillanca, Alejandra Godoy.

## Resumen Ejecutivo

En Chile, la producción promedio de lupino amargo es de 12.321 toneladas con una superficie de 7.876 hectáreas (ODEPA, 2020). Esta producción se concentra en la Región de La Araucanía (99 %), en manos de la Agricultura Familiar Mapuche, con un 67 % de la producción regional, equivalente a 775 toneladas producidas (Gallegos, 2016). Un 33 % de la superficie se localiza en la comuna de Nueva Imperial, 22 % en la comuna de Padre Las Casas, un 10 % en la comuna de Temuco y 9,9 % en la comuna de Lautaro, con un rendimiento promedio entre 1,5 t ha<sup>-1</sup> y 1,7 t ha<sup>-1</sup> (Censo Agropecuario, 2007), siendo un cultivo estratégico para la agricultura de sectores como Maquehue, Boroa, Barros Arana, Nueva Imperial, Chol Chol, entre otros, debido a que permite incrementar los ingresos familiares.

Por lo anterior, y dada la demanda de los productores y del mercado, en febrero de 2001 se inició la selección de material genético para la variedad de lupino amargo Boroa-INIA, en la Región de La Araucanía, en predios de 34 agricultores localizados en los sectores productivos más importantes de la región. Este trabajo fue fundamental para mantener e, incluso, ampliar el segmento del mercado de exportación del lupino amargo chileno, que no tiene consumo interno, pero representa una opción de cultivo para el agricultor en una zona donde las alternativas de rotación no son implementadas por escaso conocimiento y tecnología. Además, un 80 % de los granos con un calibre de 13 mm o superior (Mera *et al.*, 2007; Mera, 2016), permitiría obtener un mejor precio en el mercado de exportación, por tanto, se esperaba que un material genético mejorado en tal sentido y con resistencia a la antracnosis -enfermedad fungosa causada por *Collectotrichum lupini*-, debiese tener un impacto económico inmediato para los productores de lupino amargo, en su gran mayoría usuarios del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

El objetivo del presente estudio fue determinar el impacto económico, político y socioterritorial de la adopción de la variedad Boroa-INIA en la Agricultura Familiar localizada en la Región de La Araucanía. Se utilizó información cuantitativa y cualitativa, recogida de fuentes primarias y secundarias. El método consideró la construcción de la teoría del cambio y la determinación del impacto por medio de encuestas realizadas a productores pertenecientes a la Agricultura Familiar socios de la Cooperativa Boroa, a un representante de una institución gubernamental, a un académico y a investigadores de INIA. La selección de los informantes se basó en el conocimiento y participación activa en los proyectos que permitieron la liberación de la nueva variedad de esta leguminosa.

Todos los ámbitos evaluados -político, socioterritorial y económico- fueron valorados positivamente, destacando el impacto político con una valoración alta respecto de la contribución del trabajo desarrollado por INIA, para abordar temas de interés público y estratégico dentro del rubro, proporcionando nuevas ideas y apoyo tecnológico a los productores. En términos desagregados se valoró el trabajo de I+D+i de INIA por su contribución, enriquecimiento y mejora en el debate público y en la entrega de soluciones novedosas para los agricultores. En el ámbito socioterritorial, los aspectos relacionados con el fomento al sentido de pertenencia a un grupo, al desarrollo comunitario y a la interacción social, fomentando acuerdos de colaboración entre instituciones privadas del territorio y la economía local con base en las potencialidades y limitaciones del sistema, fueron los más apreciados. En términos económicos, se valoró con alta importancia la generación de nuevas oportunidades de negocio para la región y el incremento en el rendimiento del cultivo.

La estimación del impacto económico de la adopción de variedad de lupino amargo Boroa-INIA determinó que la investigación de INIA generó una riqueza de \$67 millones, y un retorno sobre la inversión de 19 %, es decir, por cada \$100 invertidos en el mejoramiento genético de lupino amargo, INIA retornó 19 pesos a la sociedad.

# Índice

ANTECEDENTES .....	5
MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS EN ESTE ANÁLISIS .....	8
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN .....	13
Insumos .....	13
Actividades .....	14
Productos .....	16
CONCLUSIONES .....	32
REFERENCIAS .....	33
ANEXOS .....	36
ANEXO 1: Definición de eslabones de la cadena de resultados .....	36
ANEXO 2: Escala ordinal del impacto generado por la tecnología en el ámbito económico, ambiental, político y socioterritorial .....	37
ANEXO 3: Calificaciones de relevancia del subindicador .....	37
ANEXO 4: Análisis de confiabilidad y consistencia interna para la pregunta de “Reconocimiento al trabajo de INIA” .....	38
ANEXO 5: Tabla de contingencia del reconocimiento al trabajo desarrollado por INIA .....	38
ANEXO 6: Entrevista semi-estructurada .....	39

# Antecedentes

En Chile, la producción promedio de lupino amargo es de 12.321 toneladas con una superficie de 7.876 hectáreas (ODEPA, 2020), concentradas en la Región de La Araucanía (99 %), en manos de la Agricultura Familiar Mapuche que genera el 67 % de la producción regional con 775 toneladas (Gallegos, 2016). Su rendimiento promedio es de 1,6 t ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1), con costos de producción de entre un cuarto a un tercio del costo equivalente de la producción de trigo, asociado al menor número de aplicaciones de agroquímicos y fertilizantes, con externalidades positivas para la nutrición del suelo asociado a la fijación de nitrógeno (Mera *et al.*, 2007; Mera, 2016; Red Agrícola, 2019). Además, mejora la sustentabilidad y rentabilidad agrícola debido a su interferencia en el ciclo de enfermedades que afectan a los cereales (Red Agrícola, 2019).

**Cuadro 1. Superficie cultivada (ha) y rendimiento de Lupino Amargo (2011-2019).**

	Superficie cultivada (ha)	Producción (t)	Rendimiento cultivo (t/ha)
Promedio (2011-2019)	7.876	12.321	1,6
Desviación estándar	2.877	4.738	0,2

Fuente: elaboración propia con base en ODEPA (2020).

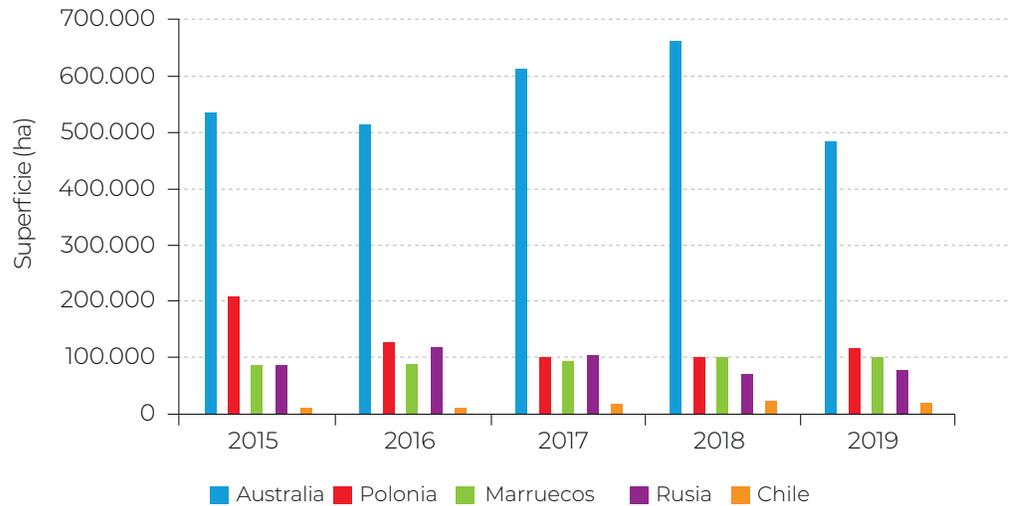
Un 33 % de la superficie de lupino amargo se localiza en la comuna de Nueva Imperial, 22 % en la comuna de Padre Las Casas, 10 % en la comuna de Temuco y 9,9 % en la comuna de Lautaro, con un rendimiento promedio que varía entre 1,5 t ha<sup>-1</sup> y 1,7 t ha<sup>-1</sup> (Censo Agropecuario, 2007). La comuna de Nueva Imperial es la que presenta menor rendimiento.

Este cultivo es estratégico para la agricultura de sectores como Maquehue, Boroa, Barros Arana, Nueva Imperial, Chol Chol, entre otros de la Región de La Araucanía, que dependen mayoritariamente de cultivos anuales de secano, tales como trigo, triticale, avena y lupino. El trigo es esencial para la alimentación del grupo familiar, el triticale y/o la avena son fundamentales en la alimentación animal y el lupino amargo es el rubro que permite incrementar los ingresos familiares (Godoy, 2020, comunicación personal).

El mercado de destino es Europa (Portugal, España, Italia), con exigencias de tamaño de grano superior a 13 mm, y Medio Oriente con requerimientos de 10-11 mm. Los precios son altamente dependientes de su presentación, requiriéndose que el grano no presente manchas, con granos enteros, baja humedad y con un adecuado calibre (Banfi, 2013; Banfi, 2014; Mera, 2016). Su forma de comercialización es precaria, con importantes fluctuaciones de precio y sin contratos con empresas exportadoras (Vejar, 2014). El destino de la producción es el consumo humano, debido a su alto valor nutricional, contenido proteico y por la calidad de sus aceites (INIA, 2016).

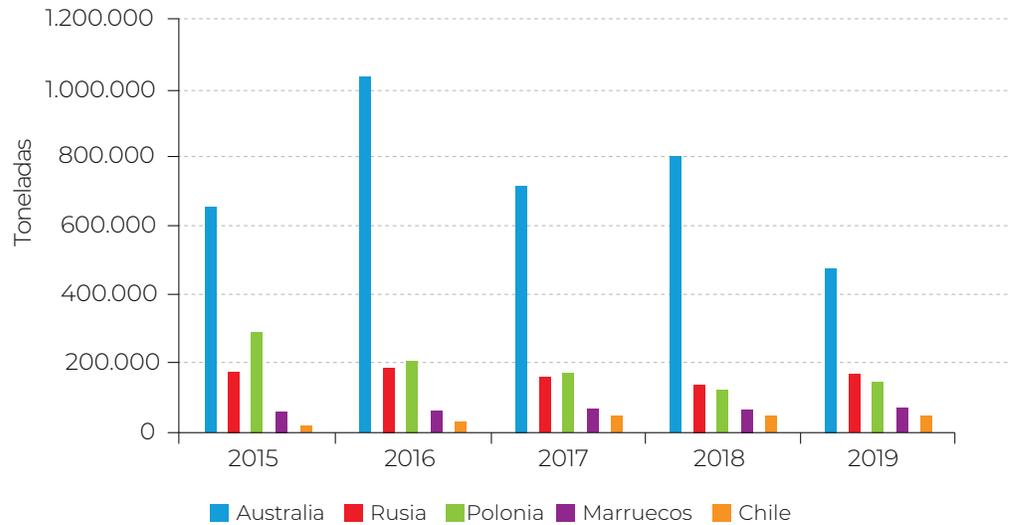
La superficie y producción mundial, que incluyen los cultivos de lupino dulce y amargo, fue liderada entre 2015-2019 por Australia, con una participación de 57 % y 56 %, respectivamente (Figuras 1a y 1b). Chile representó el 3 % de la superficie y el 2 % de la producción (FAOSTAT, 2021).

**Figura 1a. Países que concentraron la mayor superficie cultivada (ha) de lupino, en el período 2015-2019.**



Fuente: elaboración propia con base en información de FAOSTAT, 2021.

**Figura 1b. Producción de lupino por país a nivel mundial (t), en el período 2015-2019.**



Fuente: elaboración propia con base en información de FAOSTAT, 2021.

A fines de la década del 90 y principios del 2000, agricultores se acercaron al Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) en búsqueda de apoyo para mejorar su cultivo de lupino amargo, debido a la heterogeneidad de su producción, que se traducían en diferencias de calibre -entre 6 a 12 mm- y la falta de proveedores de semilla mejorada. Este apoyo se canalizó a través de un proyecto financiado por INDAP y ejecutado por INIA, que requería como primer paso un diagnóstico que determinó los problemas y dificultades a las que se enfrentaban y, con ello, entregar una solución acorde a sus demandas. Este primer paso estableció la focalización de la I+D+i de INIA en el fitomejoramiento del lupino para obtener una mejor calidad y rendimiento.

En Chile, la variedad de lupino amargo Boroa-INIA<sup>1</sup> se seleccionó del mejor material genético de lupino cultivado en la Región de La Araucanía, obteniendo líneas de calibre superior al promedio disponible. Este material genético proviene de la colecta de 1.230 plantas, con 83 % correspondiendo a lupino local, y 17 % a lupino introducido desde Italia y Marruecos de alto calibre (Mera *et al.*, 2007). Esta colecta de material fue realizada en febrero de 2001 por investigadores de INIA en predios de 34 agricultores localizados en los sectores productivos más importantes de la región (Mera *et al.*, 2007). Este trabajo fue fundamental para mantener e incluso ampliar el segmento del mercado de exportación del lupino amargo chileno, como una opción de cultivo para el agricultor en una zona donde las alternativas de rotación no son implementadas por escaso conocimiento y tecnología. Además, un 80 % de los granos con un calibre de 13 mm o superior<sup>2</sup> (Mera *et al.*, 2007; Mera, 2016), permitiría obtener un mejor precio en el mercado de exportación, por tanto, se esperaba que un material genético mejorado en tal sentido y con resistencia a la antracnosis -enfermedad fungosa causada por *Collectotrichum lupini*-, tuviese un impacto económico inmediato para los productores de lupino amargo, en su gran mayoría clientes de INDAP. En esta recolección participaron distintas organizaciones de agricultores de la Región de La Araucanía: la Cooperativa Boroa, la Asociación Indígena Maquehue y la Cooperativa Campesina Melimapu (Mera *et al.*, 2007). Los resultados de esta investigación fueron transferidos en actividades de difusión como días de campo, reuniones técnicas, establecimiento de semilleros participativos, entre otras.

Fruto del trabajo descrito anteriormente, se liberó la variedad de lupino amargo Boroa-INIA, denominada así por la localidad ubicada al sureste de Nueva Imperial que se destacaba en su producción (Mera *et al.*, 2007; Mera, 2016; Galdames, 2021, comunicación personal). Esta variedad alcanza un peso de 636 mg grano<sup>-1</sup>, superior en un 32 % a la media de su variedad testigo y con un rendimiento de entre 4,8 y 6,3 t ha<sup>-1</sup>; siendo un aporte relevante y esperado por la Agricultura Familiar de la zona, debido a que la venta de semillas no era una actividad comercial atractiva para el sector privado (Mera *et al.*, 2007). Además, la alta polinización cruzada en la especie *Lupinus albus* (8 %), provoca la rápida pérdida de características únicas que le otorgan su identidad (Mera *et al.*, 2007), por lo que se requiere la renovación de material genético cada dos o tres años (Mera, 2021, comunicación personal).

La semilla básica de la nueva variedad de lupino amargo fue entregada por INIA

---

<sup>1</sup> (Godoy, 2020, comunicación personal).

<sup>2</sup> La producción de lupino amargo proveniente de lupino local presenta cerca del 30 % de calibre superior a 13 mm (Mera *et al.*, 2010; Mera *et al.*, 2011).

-creador o responsable de su mantención (SAG, 2000) y único fitomejorador de la especie- a la Cooperativa Boroa (200 kg en 2006<sup>3</sup>), quienes se encargan a partir de ese momento de su multiplicación en los semilleros y de su comercialización, debido a su activa participación en la obtención de la variedad (Catrileo *et al.*, 2010; Mera *et al.*, 2011).

---

<sup>3</sup> (Mera, 2021, comunicación personal).

## Materiales y métodos empleados en este análisis

Para realizar el análisis del impacto de Boroa-INIA, el primer paso consistió en la elaboración de la teoría del cambio que describe la lógica causal de cómo y por qué se lograron los resultados deseados o previstos inicialmente; proporcionando el detalle de cómo insumos, actividades y productos generados por los distintos proyectos ejecutados, produjeron los resultados esperados (Getler *et al.*, 2017). Esta teoría se describe por medio de la cadena de resultados, método utilizado por diferentes organizaciones de I+D+i (Colinet *et al.*, 2014; CSIRO, 2015; De la Fuente, 2019; Chams *et al.*, 2020). Su elaboración precisó de la revisión de información primaria como documentos y bases de datos internas, identificando los proyectos de I+D+i de INIA que permitieron la liberación de la variedad de lupino amargo Boroa-INIA, sus costos y los insumos, actividades y productos generados (Anexo 1).

El segundo paso consistió en recoger información cuantitativa y cualitativa de la Agricultura Familiar, miembros de la Cooperativa Boroa, y de informantes clave de la región, considerando como criterio de selección el conocimiento, participación en el trabajo de I+D+i desarrollado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) para la obtención de la variedad Boroa-INIA y su interés en generar una estrategia de desarrollo del cultivo en la Región de La Araucanía. La nómina incluyó a 16 personas de la Agricultura Familiar pertenecientes al pueblo Mapuche y cinco informantes clave (tres investigadores de INIA, un representante de institución pública y un académico).

El instrumento se elaboró en la plataforma de formularios de Google, realizando su pretesteo a investigadores y profesionales del INIA. Una vez validado el instrumento se procedió a su aplicación, a través de diferentes modalidades: vía telefónica, por correo electrónico o de manera presencial.

La encuesta constó de 47 preguntas: abiertas, cerradas, dicotómicas y de percepción, dividiéndose en cuatro partes. La primera (31 preguntas), tipificó a los productores con base en la Ley Orgánica de INDAP (Agricultura Familiar) y la Ley 20.412 (medianos agricultores), considerando a todos los demás como grandes productores; recogiendo información relevante en aspectos productivos (rendimiento, superficie predial, superficie con lupino amargo), costos directos de producción (insumos, maquinaria y mano de obra), mercado de destino e ingresos. La segunda (6 preguntas), recogió indicadores de impacto económico, socioterritorial y político (Chams *et al.*, 2020) evaluados según su magnitud en una escala ordinal entre -7 a 7, donde -7 correspondió a un impacto altamente negativo y 7 a un impacto altamente positivo. Si el encuestado consideraba que no hubo impacto seleccionaba cero (Anexo 2). Cada ámbito de impacto se dividió en subindicadores (17) con el propósito de profundizar en sus efectos directos y poder determinar la importancia relativa de cada uno de ellos (Chams *et al.*, 2020). La escala de evaluación de estos fue de 0 a 7, donde 0 implicó sin importancia y 7, alta importancia (Anexo 3). La tercera (un cuestionario en escala de Likert, 1 pregunta), que recogió la reacción del encuestado

según su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones entregadas, respecto de la contribución del INIA en aspectos de conocimientos básicos y necesarios para el establecimiento del cultivo de lupino amargo en la Región de La Araucanía (Anexos 4 y 5). Finalmente, una sección de identificación del encuestado. Todos los datos fueron tratados de manera confidencial.

## ENTREVISTA A INFORMANTES CLAVE

El método de evaluación consideró, además, la realización de una entrevista semi-estructurada a los informantes claves (tres investigadores de INIA, un académico y un productor), con el propósito de complementar la información recogida (Anexo 6), entregando una visión integral sobre la historia del programa de mejoramiento genético de lupino amargo, actores involucrados en su obtención, el impacto generado, el rol de INIA, entre otros. Las entrevistas fueron realizadas por videoconferencia y por vía telefónica a cinco personas, que expresaron su opinión respecto de preguntas abiertas efectuadas bajo un ambiente de conversación, pero dirigida al propósito.

El estudio precisó de la depuración de la información y posterior análisis, a través de estadística descriptiva y por medio de gráficos y cuadros explicativos, utilizando el software estadístico SPSS y planillas de cálculo Excel.

## ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de la adopción de la variedad Boroa-INIA en la Agricultura Familiar se realizó a través de la construcción de indicadores tales como ingreso total, costos directos de producción (mano de obra, insumos, maquinaria), margen bruto y neto, entre otros, que permitieron estimar el resultado operacional del cultivo de lupino amargo. Las fuentes de información fueron las siguientes:

**Cuadro 2. Fuentes de información estudio.**

Información requerida	Fuente
Rendimiento (kg/ha) lupino amargo Boroa-INIA	Agricultura Familiar
Precio venta lupino amargo Boroa-INIA	Agricultura Familiar
Costo mano de obra (\$)	Investigador INIA
Costo insumos (\$/ha)	Agricultura Familiar/Investigador INIA
Costo maquinaria (\$/ha)	Agricultura Familiar
Tasa de interés mensual simple (%)	ODEPA
Costo oportunidad del terreno (\$)	Investigador INIA

La determinación del impacto económico de la adopción de la variedad Boroa-INIA utilizó el método de CSIRO (2016), que requirió identificar los beneficios de su adopción y la magnitud de estos efectos. Se recogió para ello, la visión de la Agricultura Familiar en aspectos de rendimiento (kg/ha), precio de venta (\$/kg) y cambios en los costos directos de producción. Por su parte, se estimó el escenario contrafactual (sin liberación de la variedad Boroa-INIA), como la diferencia del escenario actual menos el porcentaje de cambio indicado en cada una de las variables, estableciendo los flujos de beneficios marginales de la adopción (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Magnitud de los efectos en diferentes variables.**

Incremento en	Variación con adopción Boroa-INIA (%)
Rendimiento (kg/ha)	29,3
Precio de comercialización de lupino amargo Boroa-INIA	43,9
Costos directos de producción (\$/ha)	27,8

Adicionalmente, se estimó el beneficio (\$) de la entrega de material genético (semilla básica) de INIA a la Cooperativa Boroa, lo que permitió la multiplicación y adopción de la variedad en la Agricultura Familiar, determinado como costo de oportunidad la venta del insumo. El horizonte de evaluación se extendió desde 2002 hasta 2019, es decir, desde que comenzó la I+D+i de INIA (fitomejoramiento) hasta que se reemplazó la variedad entre los productores. Los años sin información fueron extrapolados con base en datos entregados o recopilados (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Fuentes de información para estimación del impacto regional de la adopción de la variedad Boroa-INIA en la Región de La Araucanía.**

Información requerida	Fuente
Superficie de adopción (ha)	Cooperativa Boroa
Precio venta semilla (\$/kg)	Investigador INIA
Tasa de descuento (7 %)	CSIRO, 2016

El valor presente de los beneficios y costos de I+D+i de INIA fueron estimados de la siguiente manera:

$$\sum_{t=0}^{17} c_o * (1 + r)^t$$

Donde:

$c_o$ : beneficios y costos de producir lupino Boroa-INIA

$r$  : tasa de descuento.

$t$  : año.

## PROYECTOS

El trabajo de fitomejoramiento de lupino amargo de INIA nace a fines de la década de los 90, cuando un grupo de agricultores se acercó a la institución para solicitar apoyo para mejorar su producción. Esta iniciativa impulsó la postulación al primer proyecto denominado “Mejoramiento del calibre del lupino amargo para exportación”, financiado con recursos de INDAP, con el objetivo de mejorar el calibre de grano de lupino blanco amargo (*Lupinus albus*) mediante selecciones por peso de grano, a partir de material cultivado en la Región de La Araucanía. Su ejecución logró desarrollar la materia prima que permitiría ampliar el acceso a nuevos mercados y mejorar la calidad del producto, estableciendo como estrategia la producción de semilla básica en INIA y su transferencia a las cooperativas de la Agricultura Familiar participantes del proyecto, para su reproducción y comercialización. Estas actividades fueron complementadas a través del proyecto adjudicado en 2008 denominado “Mejoramiento de lupino blanco amargo para exportación”.

El segundo proyecto “GTT lupino Boroa” financiado por INDAP, tuvo como propósito mejorar la capacidad técnica de los pequeños productores de lupino asociados a la Cooperativa Boroa, para incrementar los niveles de productividad y resultado económico del sistema productivo predial (Cuadro 5), a través de la metodología de Grupos de Transferencia Tecnológica (GTT), para 12 agricultores de la Cooperativa. La metodología GTT trata temas de interés común según su producción y situación socioeconómica, con reuniones mensuales que les permitan compartir sus técnicas productivas, analizando en conjunto posibles mejoras y desarrollo de sus empresas (Becerra, 2002; Faguenbaum, 2011), de esta manera logran adquirir capacidades técnicas que mejoran su gestión técnico-productiva y fortalecen aspectos organizacionales; disminuyendo la dificultad de adopción de la nueva variedad a través del asesoramiento y acompañamiento técnico-productivo de los investigadores de INIA. Este trabajo se fortaleció con la conformación del segundo GTT Lupino-trigo Imperial, financiado con recursos provenientes de la Subsecretaría de Agricultura, transferidos a INIA, y de los productores, lo que permitió ampliar las actividades de extensión.

El proyecto “Difusión del manejo agronómico apropiado para masificación de material genético mejorado de lupino amargo”, financiado por INNOVA-CORFO, tuvo como propósito aumentar la competitividad de los agricultores productores de lupino amargo de la Región de La Araucanía, por medio de la difusión de tecnologías para la producción y comercialización de semilla y grano, entregando información relevante respecto del establecimiento del cultivo, sus prácticas culturales y otros tópicos de interés, tales como rotación de cultivos, inoculación y desinfección de semillas, mullimiento de suelo, uso de sembradora, dosis de semillas, prevención de enfermedades, entre otros (Mera *et al.*, 2011).

**Cuadro 5. Proyectos ejecutados por INIA desde 2001 hasta 2019 sobre el cultivo de lupino amargo.**

Título	Fuente	Inicio	Término
Mejoramiento del calibre del lupino amargo para exportación	INDAP INIA	2001	2005
GTT Lupino Boroa	INDAP INIA	2004	2009
Mejoramiento de lupino blanco amargo para exportación	INDAP INIA	2008	2017
Difusión del manejo agronómico apropiado para masificación de material genético mejorado de lupino amargo	INNOVA-CORFO INIA	2011	2013
GTT Lupino-trigo Imperial	Productores INIA	2012	2016

# Resultados de la evaluación

## INSUMOS

La variedad de lupino amargo Boroa-INIA y su adopción en predios de la Agricultura Familiar de la Región de La Araucanía fue acompañada por diferentes investigadores y extensionistas de INIA que contribuyeron a la difusión de los resultados de la I+D+i realizada por la institución. Hubo diez especialistas (fitomejorador de lupino amargo, fitopatólogo, especialistas en malherbología y fertilidad, y extensionistas), que entregaron sus conocimientos en diferentes charlas, capacitaciones y reuniones de GTT, que en conjunto con la siembra de la variedad de lupino amargo en dos predios de agricultores, cubrieron los recursos humanos y físicos necesarios para su establecimiento y desarrollo.

Adicionalmente, se ejecutaron cinco proyectos que invirtieron en total \$293.870.222, contribuyendo INIA con el 70 % de ellos (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Costo de la inversión en I+D+i ejecutada por INIA para adopción de variedad de lupino amargo Boroa-INIA (\$ agosto 2021).**

Año	CORFO	INDAP	INIA	Productores	Total general
2002		124.778	3.895.130		4.019.908
2003		1.812.968	9.675.857		11.488.825
2004		6.088.089	4.477.605		10.565.693
2005		1.646.945	1.267.154		2.914.099
2006		2.239.959	1.275.254		3.515.213
2007		2.226.820	1.344.175		3.570.995
2008		2.486.371	6.319.391		8.805.762
2009		565.790	4.804.882		5.370.672
2010		5.177	23.980.521		23.985.697
2011	4.720.295	4.635.900	31.439.759		40.795.953
2012	14.752.965	1.793.895	48.862.341		65.409.201
2013	34.872.145	2.191.151	28.805.055		65.868.351
2014		2.054.570	19.900.171	135.753	22.090.494
2015		622.167	6.879.534	708.797	8.210.498
2016		1.022.076	8.070.256	990.157	10.082.489
2017		1.649.675	5.526.695		7.176.371
<b>Total general</b>	<b>54.345.406</b>	<b>31.166.330</b>	<b>206.523.780</b>	<b>1.834.707</b>	<b>293.870.222</b>

## ACTIVIDADES

Los investigadores de INIA entregaron conocimiento técnico y productivo del cultivo de lupino amargo Boroa-INIA en 101 actividades realizadas en diferentes comunas de la Región de La Araucanía: Angol, Lautaro, Nueva Imperial, Temuco, Teodoro Schmidt y Vilcún. Estas actividades contemplaron presentaciones en congresos y simposios, cursos, seminarios, exposiciones en días de campo y GTT, charlas técnicas, conferencias y difusión tanto de los proyectos ejecutados como de propuestas de nuevos proyectos (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Actividades de difusión del cultivo de lupino amargo Boroa-INIA, Región de La Araucanía.**

Tipo de actividad	Actividad total
Presentación en congreso y simposio	5
Difusión de proyectos (propuesta de proyecto, lanzamiento, seguimiento y cierre)	6
Charla en curso y seminario	8
Exposición en día de campo	24
Charla técnica y conferencia	29
Charla y exposición en GTT	29
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>

Los tópicos tratados cubrieron las actividades primarias de la producción de lupino amargo, incluyendo el manejo agronómico del cultivo (preparación de suelo, selección de semillas, siembra, control de malezas, reconocimiento y prevención de antracnosis, plagas, análisis de suelo y fertilización, rotación del cultivo, entre otras), y las actividades de apoyo de I+D+i ejecutadas por INIA, que incluyeron el fitomejoramiento del cultivo (selección de semillas por peso, variedad Boroa-INIA y líneas avanzadas). También abarcó información sobre resultados económicos del cultivo, indicando los diferentes costos de producción que deben considerar y posibles mercado de destino, tipos de lupino amargo, entre otros temas (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Tópicos tratados en las diferentes actividades de difusión realizadas por investigadores de INIA en la Región de La Araucanía.**

Tópicos tratados	Actividad total
Manejo agronómico	47
Fitomejoramiento del lupino amargo	19
Producción y mercado	8
Lupino amargo	6
Proyectos: propuesta de proyecto, lanzamiento, seguimiento y cierre	6
Resultado económico	6
Tipos de lupino	5
Sistemas productivos y cultivos asociados a lupino amargo	2
Lupino en la agricultura del sur de Chile	1
Investigación en lupino amargo	1
<b>Total general</b>	<b>101</b>

Además, se realizaron tres programas de radio y televisión, para difundir temáticas que abarcaron el trabajo desarrollado por investigadores de INIA en multiplicación de líneas mejoradas de lupino amargo, las actividades destinadas a masificar el uso de la variedad Boroa-INIA y el día de campo realizado por esta institución.

## PRODUCTOS

Se entregaron más de 2.200 kg de semillas de lupino amargo de la variedad Boroa-INIA a diferentes cooperativas Mapuche de la Región de La Araucanía (Cuadro 9), con el propósito de establecer semilleros, mejorar y diversificar su producción, tener una alternativa de rotación de cultivos y obtener ingresos adicionales (Mera *et al.*, 2011; Avendaño, 2014). Además de obtener una variedad resistente al ataque de *Colletotrichum lupini*, enfermedad fungosa denominada antracnosis, altamente destructiva que causa necrosis en tallos y hojas (Galdames *et al.*, 1995; Mera *et al.*, 2011).

**Cuadro 9. Semilla entregada por INIA a cooperativas de la Región de La Araucanía.**

Año	Cantidad de semilla (kg)	Cooperativa
2011	1.800	Boroa
2012	150	Ketralen
2014	300	Peñiwen
<b>Total</b>	<b>2.250</b>	

En total, se realizaron 42 publicaciones, considerando 27 artículos de prensa, cinco artículos divulgativos en revista externa, tres artículos divulgativos en revista Tierra Adentro, tres informativos INIA, entre otros (Cuadro 10). Los temas tratados cubrieron las actividades primarias del cultivo que permitieran mejorar su producción y calibre. Además, se entregó información acerca de las semillas donadas a pequeños agricultores de la Región de La Araucanía y se publicó una tesis de pregrado sobre el control de malezas en *Lupinus albus* L y *Lupinus luteus* L. con herbicidas pre-emergentes, incluyendo en el análisis a la variedad Boroa-INIA.

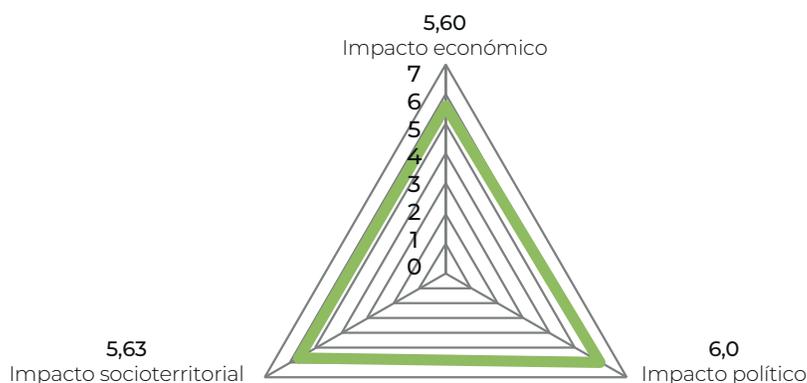
**Cuadro 10. Publicaciones relacionadas con lupino amargo realizadas por INIA (2004-2019).**

Tipo de publicación	2004-2019
Artículo de prensa	27
Artículo divulgativo en revista externa	5
Artículo divulgativo en Tierra Adentro	2
Informativo INIA	3
Capítulo en boletín o manual	1
Póster	1
Artículo científico agricultura técnica	1
Artículo en acta o <i>proceedings</i>	1
Tesis de pregrado	1
<b>Total</b>	<b>42</b>

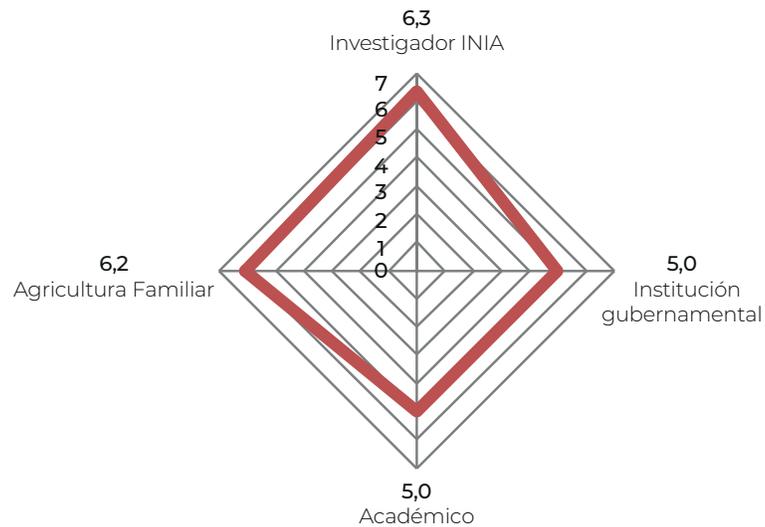
## RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Los impactos de la variedad lupino amargo Boroa-INIA, fueron valorados positivamente en los ámbitos económico, político y socioterritorial, destacando el impacto político con una valoración positiva alta respecto de la contribución del trabajo desarrollado por INIA para abordar temas de interés público y estratégico dentro del cultivo, que proporcionó nuevas ideas y apoyo científico-tecnológico a los productores (Figura 2). Los investigadores de INIA y los miembros de la Cooperativa Boroa fueron los que entregaron una mayor puntuación en términos relativos (Figura 3). En términos desagregados se valoró el trabajo de I+D+i de INIA por su contribución, enriquecimiento y mejora en el debate público y en la entrega de soluciones novedosas para agricultores (Figura 4), siendo la Agricultura Familiar la que entregó una mayor puntuación.

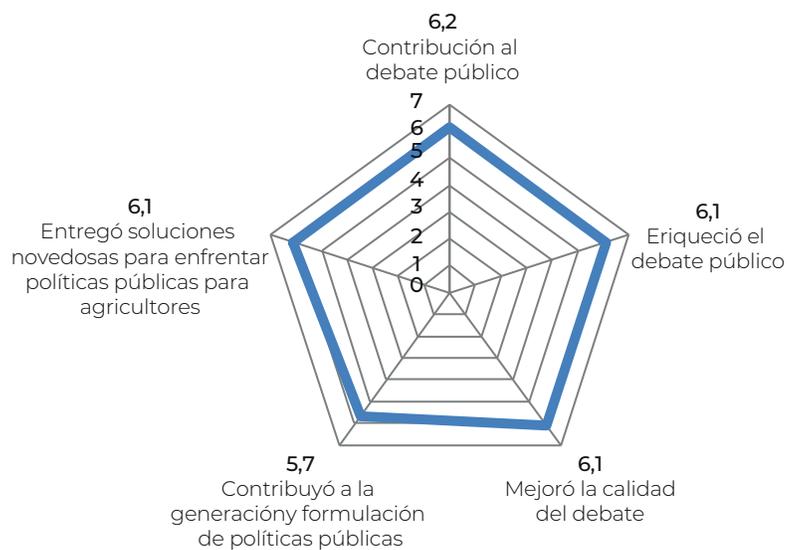
**Figura 2. Impacto económico, socio-territorial y político de la variedad lupino amargo Boroa-INIA y del trabajo de I+D+i desarrollado por INIA para el establecimiento del cultivo.**



**Figura 3.** Impacto político de la variedad lupino amargo Boroa-INIA y del trabajo de I+D+i desarrollado por INIA.

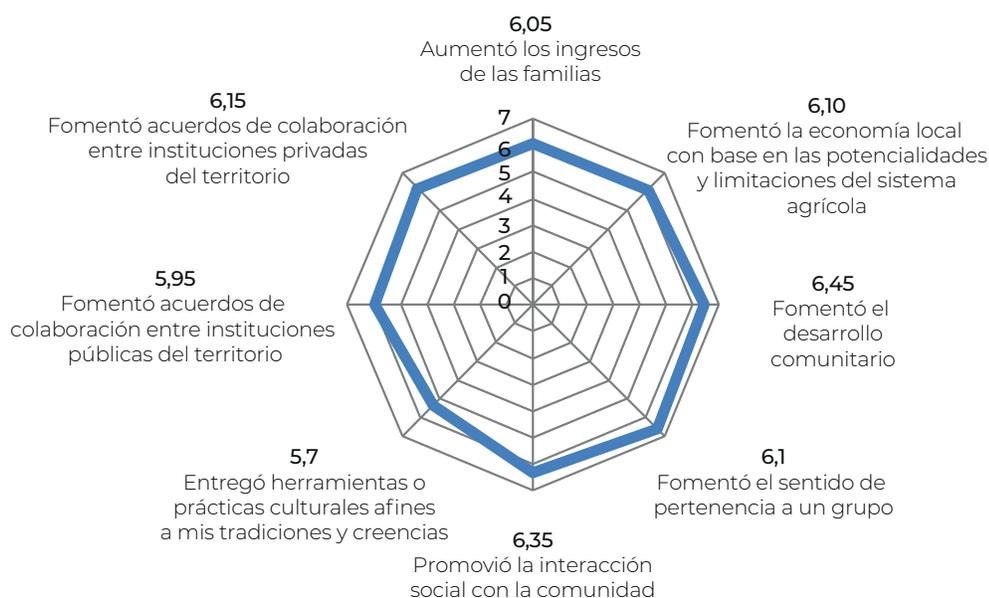


**Figura 4.** Impacto político de la I+D+i de INIA y la liberación de la variedad lupino amargo Boroa-INIA.



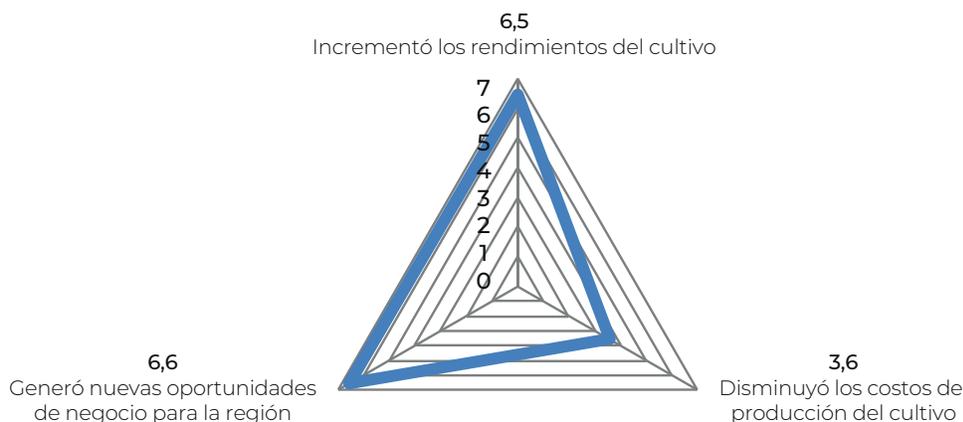
En el ámbito socioterritorial -entendiéndose como la contribución del trabajo desarrollado por INIA en la Región de La Araucanía, respecto de la condición socio-financiera y de gestión territorial- hubo subindicadores valorados con alta importancia, entre los que destacan los aspectos relacionados con el fomento al sentido de pertenencia a un grupo, al desarrollo comunitario y a la interacción social, promoviendo acuerdos de colaboración entre instituciones privadas del territorio y la economía local con base en las potencialidades y limitaciones del sistema (Figura 5). En este sentido, la contribución de INIA permitiría aumentar la competitividad de la Agricultura Familiar, a través del trabajo y coordinación conjuntos para mejorar la capacidad de negociación en ámbitos de adquisición de insumos (Ferrando, 2015), precio y calidad de producto, de acuerdo a las exigencias del mercado. Cabe destacar que todos los agricultores encuestados indicaron que su poder de negociación de precio aumentó al adoptar la variedad de lupino amargo Boroa-INIA.

**Figura 5. Impacto socioterritorial de la I+D+i de INIA y la liberación de la variedad lupino amargo Boroa-INIA.**



En términos económicos se valoró con alta importancia la generación de nuevas oportunidades de negocio para la región y el incremento en el rendimiento del cultivo (Figura 6), sin embargo, la puntuación para la disminución en los costos de producción fue de 3,6, es decir, valorada con una importancia media-baja. Esto puede explicarse dado que hubo un alza promedio de 28 % en los costos directos de producción en comparación con las variedades utilizadas con anterioridad, según información recabada en la Agricultura Familiar, debido al manejo agronómico precario que se daba al lupino corriente o local (Alcalde, 2021, comunicación personal).

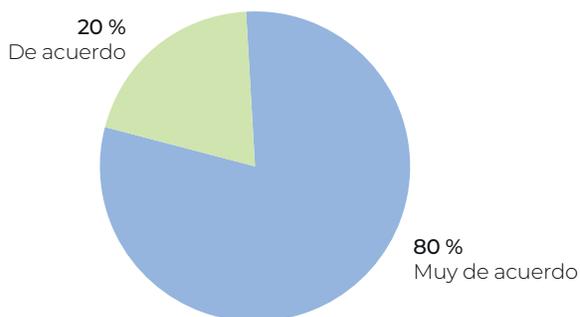
**Figura 6. Factores de impacto económico de la I+D+i de INIA valorados.**



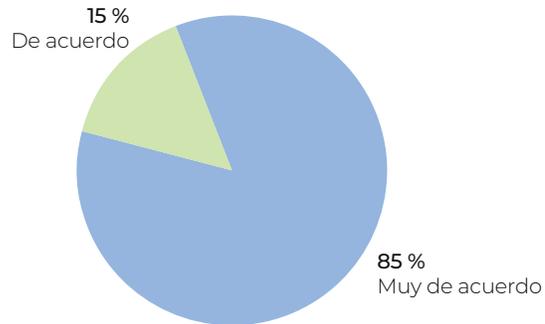
En relación con el reconocimiento al trabajo de I+D+i de INIA, no se observan disidencias en ninguna de las afirmaciones establecidas, concentrando todas sus respuestas en “muy de acuerdo” o “de acuerdo”. En análisis desagregado se valoró con un 80 % de los encuestados muy de acuerdo con la afirmación “INIA como actor clave en mejorar el rendimiento y precio de lupino amargo en la región” (Figura 7); en un 85 % muy de acuerdo con que “INIA fue un actor clave en la introducción de prácticas culturales para la producción de lupino amargo en la región” (Figura 8), y en la misma proporción con que “INIA entregó conocimientos básicos y necesarios para el cultivo de lupino amargo en la región” (Figura 9); apreciación que se incrementó a 90 % en la valoración de la información generada por INIA para el establecimiento del cultivo de lupino amargo (Figura 10).

Cabe señalar que el coeficiente de confiabilidad y validez del instrumento fue aceptable (alfa de Cronbach > 0,7) (Hernández *et al.*, 2018), es decir, la encuesta recabó de manera fiable la percepción (Gädicke *et al.*, 2017) de las personas en relación con el reconocimiento al trabajo de I+D+i de INIA en el cultivo de lupino amargo en la región.

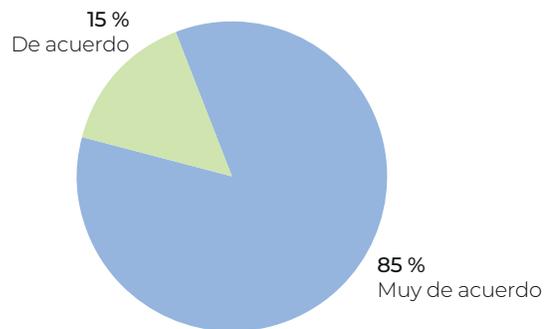
**Figura 7. INIA fue un actor clave para mejorar el rendimiento y precio de lupino amargo en la región.**



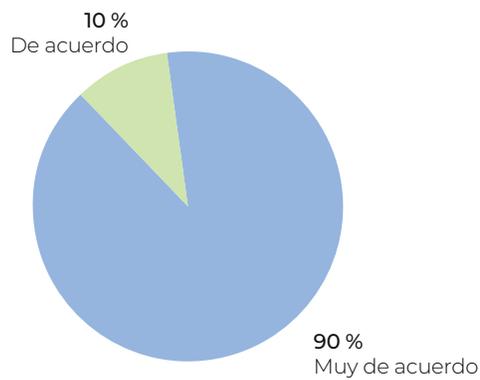
**Figura 8.** INIA fue un actor clave en la introducción de prácticas culturales para la producción de lupino amargo en la región.



**Figura 9.** INIA entregó conocimientos básicos y necesarios para el cultivo de lupino amargo en la región.



**Figura 10.** Valoro la información que INIA generó para establecimiento del cultivo de lupino amargo.



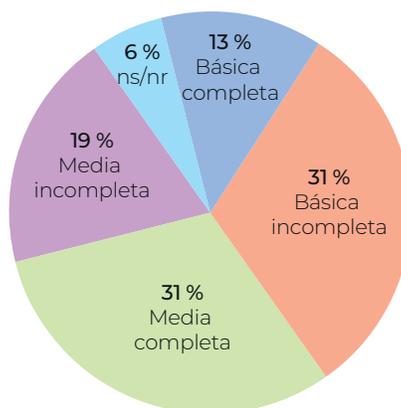
## RESULTADO DE LAS ENCUESTAS APLICADAS A PRODUCTORES DE LA AGRICULTURA FAMILIAR

El 69 % de los encuestados pertenece a la comuna de Nueva Imperial y el 31 % restante a Teodoro Schmidt; todos forman parte del pueblo Mapuche y su promedio de edad es  $62 \pm 6,5$  años (Cuadro 11). Un 50 % cursó educación secundaria, completando la enseñanza media el 31 % de ellos (Figura 11).

**Cuadro 11. Sexo de los encuestados, promedio de edad y desviación estándar.**

Sexo	Promedio de Edad	Desviación estándar
Masculino	61,5	6,6
Femenino	62,9	7,3
<b>Total general</b>	<b>62,2</b>	<b>6,7</b>

**Figura 11. Nivel educacional productores de la Agricultura Familiar encuestados.**



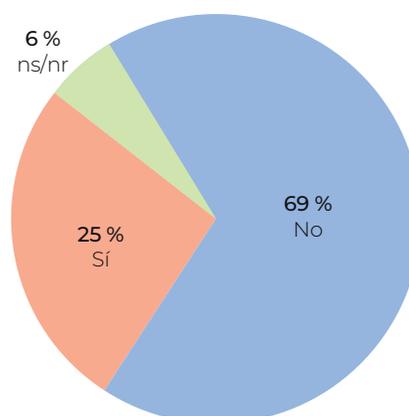
La superficie predial total es de  $11 \pm 8,5$  ha; el 60 % de ella la destinan al cultivo de lupino amargo (Cuadro 12), recibiendo asistencia técnica principalmente de INIA (94 %) y como segunda opción de Cooperativa Boroa (6 %) y de otras fuentes (6 %). Su experiencia en el cultivo es de  $21 \pm 5$  años.

**Cuadro 12. Superficie predial total (ha) y superficie total con lupino amargo (ha).**

	Promedio	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Superficie predial total (ha)	10,7	36	2,5	8,5
Superficie con lupino amargo (ha)	6,5	30	1	7,4

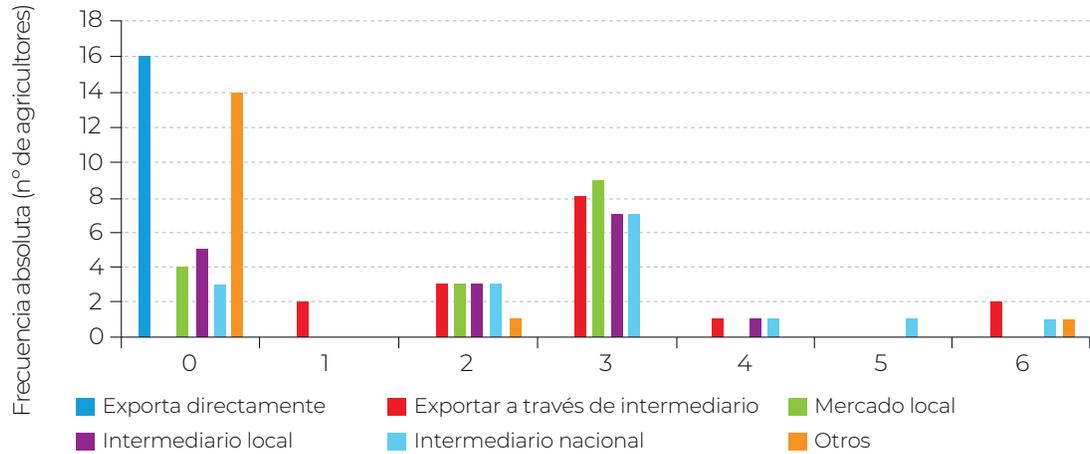
Un 25 % de los encuestados mencionó que sus ingresos provienen principalmente de la producción de lupino amargo (Figura 12), sin embargo, el 69 % mencionó no depender principalmente de este cultivo, haciendo referencia a que los agricultores deben diversificar su producción en otros cultivos como trigo, lupino dulce o papa (en retirada por la falta de mano de obra).

**Figura 12. ¿Sus ingresos provienen principalmente de la producción de lupino amargo?**



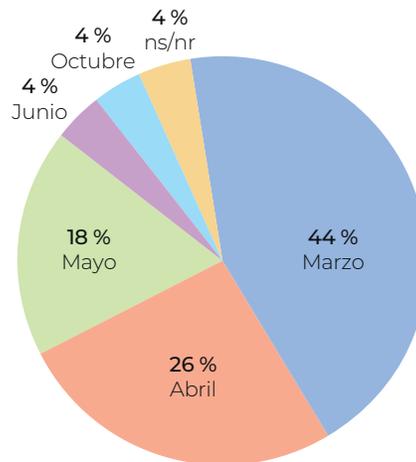
En general, no marcaron una preferencia clara respecto del mercado de destino, pero mencionaron al mercado local, la exportación a través de intermediario o la venta a intermediario (local o nacional), como los más destacados. La producción de lupino amargo es principalmente para la exportación, sin embargo, ninguno de los agricultores entrevistados la realiza de forma directa (Figura 13). En un futuro cercano, esperan alcanzar este objetivo, a través de la instalación de una planta procesadora que les permitirá enviar su primer embarque a Brasil.

**Figura 13. Relevancia del mercado según nivel de ingresos (0=no vende en ese mercado, 1 mercado más importante y 6 mercado menos importante).**



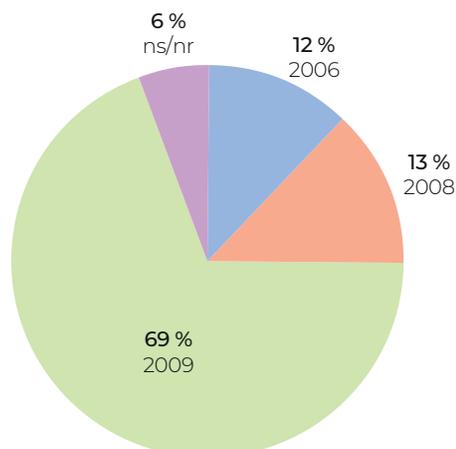
Los meses de venta se concentran en un 87 % de los casos, entre marzo (44 %) y mayo (18 %). El 4 % comercializa en el mes de octubre, debido a que cuenta con infraestructura para almacenar su producción, permitiéndoles acceder a un mayor precio de mercado (Alcalde, 2021, comunicación personal) (Figura 14).

**Figura 14. Meses de comercialización lupino amargo.**



La producción de la variedad de lupino amargo Boroa-INIA se inicia hace 12 años (69 %) y se prolonga por un promedio  $10 \pm 3,6$  años (Figura 15). La explicación de cambio de variedad da cuenta del trabajo continuo por mejorar el calibre de su producto, debido a que tiene una influencia directa en el precio de venta, motivándolos a la selección continua de líneas experimentales para la generación de nuevas variedades.

**Figura 15. Año desde que comenzó a cultivar variedad de lupino amargo Boroa-INIA.**



Ante la pregunta ¿su rendimiento (kg/ha) aumentó con la variedad Boroa-INIA?, todos respondieron afirmativamente, ocurriendo una situación similar con el precio de venta (\$/kg) e ingresos (\$). El incremento lo dimensionaron en 29 %, 43 % y 29 %, respectivamente (Cuadro 13), siendo su explicación directa la adopción de la variedad Boroa-INIA, seguida por la capacitación recibida de INIA, el calibre, el mejor manejo técnico, la mejora del cultivo, la mayor demanda de la variedad y el apoyo del GTT de INIA. En este último tópico, uno de los agricultores entrevistados destacó la calidad profesional de los investigadores de INIA y su entrega, resolviendo sus problemas en terreno y apoyándolos en temas que no les competían, como la comercialización de sus productos cubriendo así la “cadena completa”.

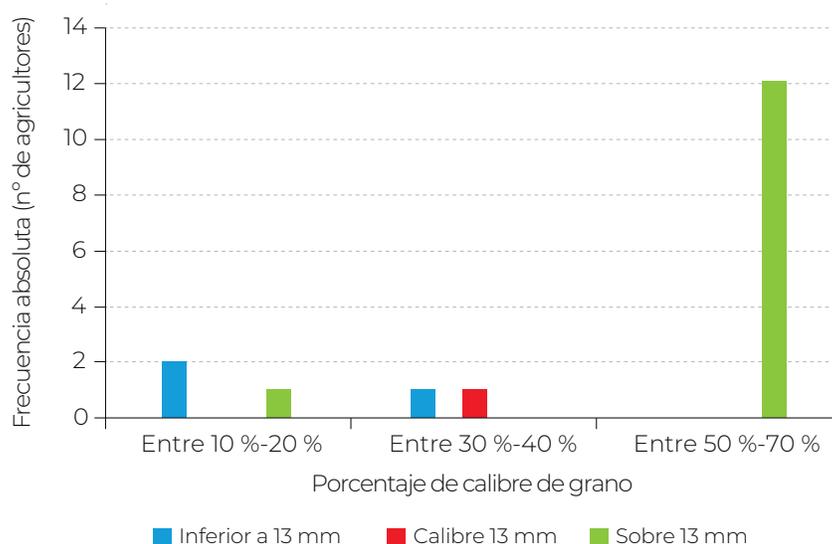
El aumento en el rendimiento se debe al menor desgrane, lo que permitió mejorar sus kilogramos a la cosecha. Esto, junto con una cutícula más resistente y estéticamente superior, logró un mayor precio de comercialización.

**Cuadro 13. Magnitud de incremento en el rendimiento, precio de venta e ingresos.**

	¿En cuánto (%) aumentó su...?	Desviación estándar
Rendimiento (kg/ha)	29,3	9,4
Precio de venta (\$/kg)	43,9	19,4
Ingresos (\$)	28,8	9,1

De manera semejante, el calibre de grano de lupino amargo aumentó entre 50 % a 70 % por sobre los 13 mm al adoptar variedad Boroa-INIA (Figura 16), siendo una explicación secundaria la mejora en el manejo técnico.

**Figura 16. Aumento en el calibre de grano de lupino amargo variedad Boroa-INIA.**



## RESULTADO OPERACIONAL DE CULTIVO LUPINO AMARGO

El ingreso total (\$/ha) de la Agricultura Familiar asciende a \$793.157 por hectárea con una desviación de 205.761 (Cuadro 14), debido a la alta variación en el precio, que oscila entre \$340/kg y \$180/kg cuando existe una mayor oferta. También influye en el precio de venta la infraestructura disponible para almacenamiento, debido a que les permite alcanzar mejores precios de venta, que por lo general se da en el mes de octubre (Figura 17).

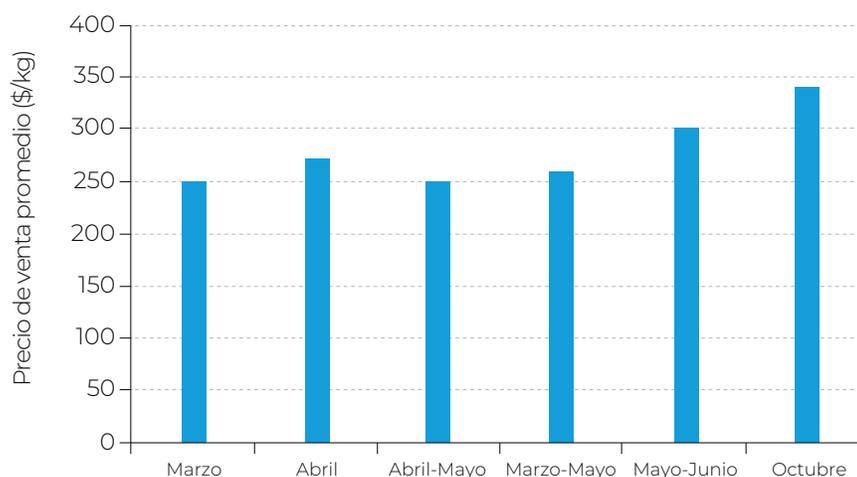
La estructura de costos directos se distribuye un 43 % en el uso de maquinaria agrícola -preparación de suelo, barbecho químico (aplicación glifosato), cincel, rastra, vibrocultivador- un 36 % en insumos -semillas y herbicidas- y 21 % en labores. Esta estructura entregó un margen bruto (\$/ha) de \$457.104/ha (Cuadro 14), monto que desciende a \$297.618 al considerar los costos indirectos de producción -imprevistos, costo de oportunidad (arriendo del terreno) y costo financiero-, cuyo punto de equilibrio fue \$164, es decir, punto en que el ingreso total y el costo total son idénticos.

**Cuadro 14. Ingreso, costo directo de producción y resultado operacional Agricultura Familiar productora de lupino amargo Boroa-INIA.**

Ítem	Promedio	Desviación estándar
Rendimiento (kg/ha)	3.014	385
Precio (\$/ha)	263	47
Ingreso (\$/ha)	793.157	205.761
Costo Mano obra (\$/ha)	72.000	0
Costo Insumos (\$/ha)	119.400	34.777
Costo Maquinaria (\$/ha)	144.653	35.334
<b>Costo directo total</b>	<b>336.053</b>	
Margen Bruto (\$/ha)	457.104	
<b>Costo indirecto (\$/ha)</b>	<b>159.486</b>	
<b>Costo Total (\$/ha)</b>	<b>495.540</b>	
Margen Neto (\$/ha)	297.618	
Punto de equilibrio (\$/kg)	164	

Fuente: elaboración propia con base en encuesta y revisión con profesional de INIA.

**Figura 17. Distribución del precio promedio de venta (\$/kg) según meses de comercialización de lupino amargo Boroa-INIA.**

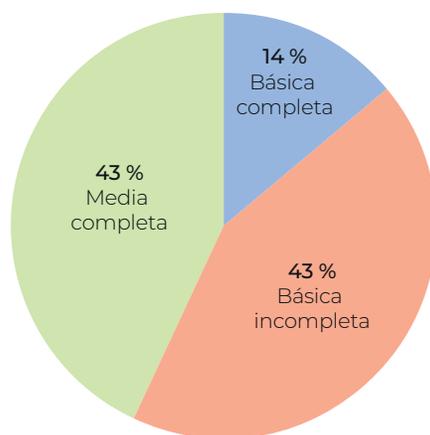


## ANÁLISIS DE INDICADOR DE OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) DE LA PRODUCCIÓN DE LUPINO AMARGO BOROA-INIA

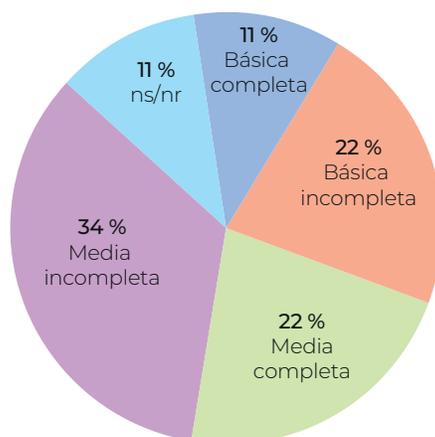
El indicador de la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible 2.3<sup>5</sup> se muestra en el Cuadro 15. Este indicador consideró el promedio de ingresos de la Agricultura Familiar diferenciado por sexo.

Un 56 % de los encuestados son mujeres del pueblo Mapuche, cursando un 43 % enseñanza media completa (Figura 18a). En el caso de los hombres (44 %), el 56 % cursó estudios secundarios, terminando un 22 % de ellos su enseñanza media (Figura 18b).

**Figura 18 a. Nivel de estudios mujeres pertenecientes al pueblo Mapuche de la Cooperativa Boroa.**



**Figura 18 b. Nivel de estudios hombres pertenecientes al pueblo Mapuche de la Cooperativa Boroa.**



<sup>5</sup> Meta 2.3: "De aquí al 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos a pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los ganaderos y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos e insumos de producción y a los conocimientos, servicios financieros, mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas".

Las mujeres y los hombres son optimistas respecto de la decisión de adoptar la variedad Boroa-INIA, atribuyendo un aumento de entre un 24 % y 33 % en su rendimiento; y entre un 24 % y 28 % en el ingreso total (Cuadro 15). En detalle, la percepción de las mujeres se tradujo en 706 kg ha<sup>-1</sup> adicionales y un ingreso superior en \$180.343 por hectárea, respecto del escenario anterior. Por otro lado, los hombres describieron un total de 1.013 kg ha<sup>-1</sup> y \$110.069, respectivamente (Cuadro 15).

**Cuadro 15. Resultado operacional de predios de la Agricultura Familiar Mapuche adoptante de lupino amargo Boroa-INIA.**

Indicadores ODS (a)	Mujer Mapuche	Porcentaje incremento adopción Boroa-INIA (%)	Hombre Mapuche	Porcentaje incremento adopción Boroa-INIA (%)
Rendimiento (kg/ha)	2.943	24	3.070	33
Ingreso total (\$/ha)	751.429	24	837.222	28
Costo total mano de obra (\$/ha)	72.000		72.000	
Costo total insumos (\$/ha)	107.571		129.750	
Costo total maquinaria (\$/ha)	131.667		153.311	
Costo total producción /(\$/ha)	311.238	23	355.061	31
Margen bruto (\$/ha)	440.191		482.161	

(a) Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2.3.2: Media de ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, desglosada por sexo y condición indígena.

## EVALUACIÓN DE IMPACTO ECONÓMICO DE LA ADOPCIÓN DE LUPINO AMARGO BOROA-INIA

La adopción de la variedad Boroa-INIA comenzó en 2008 con 102 hectáreas, llegando a su máximo en 2013 con 1.000 hectáreas cultivadas, con un crecimiento anual de 58 % y una tasa de adopción<sup>6</sup> máxima de 33 %. Posteriormente, disminuye hasta llegar a su valor mínimo de 6 % en 2019 con 200 hectáreas, cuando la variedad alcanza su obsolescencia (Figura 19), debido a la pérdida de características diferenciadoras explicada por la alta polinización cruzada de la especie.

<sup>6</sup> Superficie cultivada con la nueva variedad Boroa-INIA dividido por la superficie regional en manos de la Agricultura Familiar: supuesto 67 % superficie (Gallegos, 2016).

**Figura 19. Evolución de la superficie (ha) cultivada con lupino amargo Boroa-INIA.**



La investigación de INIA generó un beneficio social de \$67 millones, y un retorno sobre la inversión de 19 %, es decir, por cada \$100 invertidos en el mejoramiento genético de lupino amargo, INIA contribuyó con 19 pesos a la sociedad (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Impacto económico de la investigación de INIA en la Región de La Araucanía.**

<b>Beneficios Netos</b>	<b>\$67.879.913</b>	<b>US\$ 92.046</b>
Retorno inversión	19 %	
B/C	1,19	

## TEORÍA DEL CAMBIO: CADENA DE RESULTADOS DE LA ADOPCIÓN DE LUPINO AMARGO BOROA-INIA

La cadena de resultados detalla cada uno de los insumos, actividades y productos generados por los diferentes proyectos ejecutados por la institución, para la adopción de la nueva variedad de lupino amargo Boroa-INIA. Todo este trabajo fue percibido positivamente por los encuestados, cuyos logros se reflejan no sólo en el ámbito económico, propósito fundamental de la liberación de una nueva variedad, sino también en impactos no intencionados en el ámbito político y socioterritorial (Figura 20).

**Figura 20. Cadena de resultados lupino amargo variedad Boroa-INIA, Región de La Araucanía.**

Insumos (INPUTS)	Actividades	Productos	Colaboradores	Corto - mediano plazo	Mediano Plazo	Impacto (largo plazo)
<p>10 Investigadores de INIA especialistas en:</p> <p>(1) Fitomejoramiento de lupino amargo</p> <p>(2) Fertilidad</p> <p>(3) Malherbología</p> <p>(4) Fitopatología</p> <p>(5) Extensión</p> <p><b>Financiamiento</b> \$293.870.222</p>	<p>101 Charlas:</p> <p>5 Presentaciones en congresos y simposios</p> <p>6 Lanzamientos, seguimientos y cierres de proyectos</p> <p>8 Cursos y seminarios</p> <p>24 Exposiciones en días de campo</p> <p>29 Charlas técnicas y conferencias</p> <p>29 Esposiciones en GTT</p> <p>3 Programas de radio o TV</p>	<p>2.250 kg de semillas entregadas entre 2011-2014</p> <p>1.800 kg Cooperativa Boroa</p> <p>150 kg Cooperativa Ketralen</p> <p>300 kg Cooperativa Peñiwen</p> <p><b>2 predios de agricultores con siembra de lupino amargo</b></p> <p><b>1.091 Asistentes a charlas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 269 Mujeres</li> <li>· 822 Hombres</li> </ul> <p><b>42 Publicaciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 39 Publicaciones técnicas</li> <li>· 2 Publicaciones científicas</li> <li>· 1 Tesis de pregrado</li> </ul>	<p>INDAP</p> <p>Cooperativa Boroa</p>	<p>33 % de la superficie en manos de la Agricultura Familiar de la Región de La Araucanía, adoptó la variedad Boroa-INIA</p>	<p><b>Impacto económico</b></p> <p>29 % de incremento en el rendimiento</p> <p>44 % de incremento en el precio de venta</p> <p>50 % - 70 % calibre superior a 13 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generó nuevas oportunidades de negocio para la región</li> </ul> <p><b>Impacto político</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribución, enriquecimiento y mejora del debate público</li> <li>• Entrega de soluciones novedosas para enfrentar políticas públicas para agricultores</li> </ul> <p><b>Impacto socioterritorial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento del sentido de pertenencia a un grupo, al desarrollo comunitario e interacción social</li> <li>• Fomento de acuerdos de colaboración entre instituciones privadas del territorio</li> <li>• Fomento de la economía local con base en las potencialidades y limitaciones del sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribución al mejoramiento de la competitividad de la Agricultura Familiar</li> <li>• Contribución al fortalecimiento socioterritorial</li> <li>• Contribución política</li> </ul>

# Conclusiones

- El trabajo de los investigadores de INIA en la Región de La Araucanía fue valorado positivamente por la Agricultura Familiar, percibiendo como impacto directo de la adopción de la variedad Boroa-INIA el incremento en su rendimiento y la generación de nuevas oportunidades de negocio para la Región de La Araucanía.
- La influencia política y socioterritorial del trabajo de I+D+i de INIA fue altamente valorada, dado que logró enriquecer el debate público y entregar soluciones novedosas para enfrentar políticas públicas para agricultores; fomentando asimismo el sentido de pertenencia a un grupo, el desarrollo comunitario, la interacción social y la economía local.
- La variedad de lupino amargo Boroa-INIA aumentó el valor agregado del producto por medio de la calidad y calibre superior; incidiendo directamente en el precio de venta y en un mayor poder de negociación de precio en la Agricultura Familiar.
- La liberación de la variedad de lupino amargo Boroa-INIA fue relevante en términos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), debido a que generó un aumento del 24 % del ingreso total percibido, en predios administrados por mujeres y del 28 % en predios administrados por hombres. Asimismo, los rendimientos de ambos se incrementaron en 24 % y 33 %, respectivamente.
- El beneficio social de la variedad de lupino amargo Boroa-INIA fue de \$67.879.913.-
- La rentabilidad de la inversión en I+D+i de INIA para la generación de las nuevas variedades se estimó en 19 %, traduciéndose en que por cada 100 pesos invertidos en el programa de mejoramiento genético de lupino amargo, INIA generó 19 pesos adicionales para la sociedad por sobre la inversión de I+D+i INIA.
- El ratio beneficio costo fue 1,19, traduciéndose en que por cada dólar invertido la institución retornó a la sociedad 1,19 dólares.

## Referencias

- Avendaño, L. 2014. Inia Carillanca entrega semilla de lupino amargo a cooperativa de Padre Las Casas. Recuperado de: <http://www.elperiodico.cl/2014/06/inia-carillanca-entrega-semilla-de-lupino-amargo-a-cooperativa-mapuche-de-padre-las-casas/>
- Banfi, S. 2013. Evolución y perspectivas del lupino en la temporada 2013/2014. ODEPA. Recuperado de: [https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/06/10896\\_ArtLupino062013.pdf](https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/06/10896_ArtLupino062013.pdf).
- Banfi, S. 2014. El mercado del lupino en la temporada 2014/15. Recuperado de: [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)
- Becerra, L. 2002. Los abc de los GTT. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Vol. N°77). Chillán, Chile.
- Catrileo, A., & Avendaño, L. (Edits.). 2010. Medio siglo de historia 1959-2009. INIA Carillanca la joya de La Araucanía. Recuperado de INIA: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/3542>
- Cooperativa Ketrallen apuesta por el lupino amargo. Araucanía noticias: Recuperado de: <https://araucanianoticias.cl/2012/cooperativa-ketrallen-apuesta-por-el-lupino-amargo/072918718>
- Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. 2011. Diagnóstico de desarrollo cultural del pueblo mapuche. Recuperado de <http://www.cultura.gob.cl/estudios-observatorio-diagnosticodedesarrolloculturaldelpueblomapuche.htm>
- CSIRO. 2016. Grapevine Breeding. Case study. Recuperado de: <https://publications.csiro.au/rpr/download?pid=csiro:EP164728&dsid=DS2>
- Faguenbaum, S. 2011. ¿Ciencia o política pública? Cuatro décadas de investigación agropecuaria del INIA.
- Ferrando, A. 2015. Asociatividad para mejora de la competitividad de pequeños productores agrícolas. Anales Científicos, 76 (1), 177-185.

- Gallegos, M. 2016. Caracterización y diferenciación productiva de las comunidades Mapuche de la región de La Araucanía de acuerdo al desarrollo comercial de su producción agropecuaria.
- Galdames, R., & Peñaloza, E. 1995. Enfermedades del lupino en el sur de Chile: mancha café y antracnosis. *Tierra Adentro* (2), 32-35.
- Gädicke Robles, J., Ibarra Palma, P., & Osses Bustingorry, S. 2017. Evaluación de las percepciones medioambientales en estudiantes de enseñanza media de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(1), 107-121. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000100007>.
- Guesmi, B; Cabas, J.; Alfaro, M.; Gil, J. 2020. Measuring the impact of agricultural R&D on agricultural productivity in Chile.
- Hernández, H., & Pascual, A. 2018. Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental. *Investigación agraria y ambiental*. <https://doi.org/10.22490/21456453.2186> , 9 (1).
- INIA. 2016. Cooperativas Boroa y Agroimperial potencian producción de Lupino amargo en La Araucanía. INDAP. Recuperado de: <https://www.indap.gob.cl/noticias/detalle/2016/12/20/cooperativas-boroa-y-agroimperial-potencian-producción-de-lupino-amargo-en-la-araucan%C3%ADa>.
- Mera, M. (Ed.). 2016. Lupino dulce y amargo producción en Chile. Boletín INIA N°326. Temuco, Chile. Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40479.pdf>
- Mera, M. 2019. Lupino amargo líneas candidatas a nueva variedad. Presentación a CNLNV.
- Mera, M., Alcalde, J., & Avendaño, L. 2011. Boroa-INIA: Variedad de lupino amargo con calidad exportable. *Tierra Adentro*, 38 (96), 64-66.
- Mera, M., Alcalde, J., Espinoza, N., & Galdames, R. 2011. Boroa-INIA: Variedad de lupino amargo para la AFC. Informativo INIA Carillanca, N°45. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4382>.
- Mera, M., Alcalde, J., & Galdames, R. 2010. Recomendaciones técnicas del cultivo de Lupino Amargo para la región de La Araucanía. Informativo INIA N°37, Centro Regional Carillanca, Temuco, Chile. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR37182.pdf>

- Mera, M., & Galdames, R. 2007. Boroa-INIA, primera variedad de lupino (*Lupinus albus*) amargo exportable obtenida en Chile. Agricultura Técnica (Chile), 67 (3), 320-324.
- Moore, A. 2007. Framework programme performance information. Recuperado de: [http://www.dpsa.gov.za/dpsa2g/documents/networks/hrForum\\_SC/3.pdf](http://www.dpsa.gov.za/dpsa2g/documents/networks/hrForum_SC/3.pdf)
- Red Agrícola. Lupino amargo: Variedad de alto calibre a la vuelta de la esquina. Recuperado de: <https://www.redagricola.com/cl/lupino-amargo-variedad-de-alto-calibre-a-la-vuelta-de-la-esquina/>
- SAG. 2000. Normas generales y específicas de certificación de semillas. Recuperado de: [sag.gob.cl/sites/default/files/NORMAS\\_GENERALES\\_SEMILLAS.pdf](http://sag.gob.cl/sites/default/files/NORMAS_GENERALES_SEMILLAS.pdf)
- Subdepartamento de Inteligencia Comercial. 2013. Oportunidades para el Lupino. PROCHILE. Recuperado de: [https://www.prochile.gob.cl/wp-content/files\\_mf/1370379453MercadodelLupinoOK.pdf](https://www.prochile.gob.cl/wp-content/files_mf/1370379453MercadodelLupinoOK.pdf).
- Vejar, L. 2014. Control de malezas en lupino (*Lupinus albus* L. y *Lupinus luteus* L.) con herbicidas pre-emergentes. Tesis de pregrado, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

# Anexos

## ANEXO 1: Definición de la cadena de resultados

La definición de cada eslabón de la cadena se detalla a continuación (Getler *et al.*, 2011; Moore, 2008; DIPRES, 2009; CSIRO, 2015):

- **Insumos:** son todos aquellos recursos que contribuyen a la ejecución de actividades y a la generación de productos. Incluyen el presupuesto, y los recursos humanos y físicos que aportan al desarrollo del programa o proyecto. Busca responder a la pregunta ¿Qué estamos invirtiendo?, ¿Qué necesitamos para trabajar? Por ejemplo: equipo de trabajo -director de investigación, coordinador alterno, coordinador administrativo y coordinador de ejecución- o especialistas multidisciplinarios -en riego, fitopatología, entomología- y presupuesto asignado, entre otros.
- **Actividades:** se refiere a las acciones emprendidas para transformar los insumos en productos deseados. Responde a la pregunta ¿Qué hacemos?, cuantificando las actividades que se relacionan de manera directa con la solución a la necesidad o problema detectado al iniciar el programa. Por ejemplo: talleres, días de campo, reuniones, cursos, etc.
- **Productos:** bienes y servicios entregados a la población objetivo del programa o proyecto, con el propósito de lograr los resultados esperados. Responde a la pregunta ¿Qué se está produciendo o entregando? También puede recoger la percepción de la población objetivo en relación con la calidad de los productos entregados, por medio de encuestas de satisfacción. Por ejemplo: boletines, informativos, patentes, encuestas de satisfacción, entre otros.
- **Resultados de mediano plazo:** son los resultados intermedios; evalúan los cambios producidos en la población objetivo por la participación en actividades y por el uso de productos entregados por INIA, por medio de la ejecución del programa o proyecto que permitirá lograr el efecto o resultado esperado. Responden a la pregunta: ¿Qué deseamos lograr? Por ejemplo: adopción de tecnologías ofrecidas, incrementos en productividad, entre otros.
- **Resultados de largo plazo:** son los resultados finales o impactos derivados directamente del cumplimiento del propósito u objetivo final con que nace el programa o proyecto, implicando un cambio en las condiciones, características o necesidades detectadas en la población objetivo (beneficiarios) al inicio del programa. Responden a la pregunta: ¿Qué proponemos cambiar? Por ejemplo: disminución del impacto ambiental por eficiencia en el uso de agroquímicos y del recurso hídrico, impacto económico por medio de mejoras en el ingreso, entre otros.

## ANEXO 2: Escala ordinal de impacto generado por la tecnología en ámbitos económico, ambiental, político y socioterritorial

Escala	Evaluación	Calificación
-7	-6 a -7	Impacto negativo alto
-5	-5 a -5,9	Impacto negativo medio
-3	-3 a -4,9	Impacto negativo medio bajo
-1	-1 a -2,9	Impacto negativo bajo
0	Sin impacto	Sin impacto
1	1 a 2,9	Impacto positivo bajo
3	3 a 4,9	Impacto positivo medio bajo
5	5 a 5,9	Impacto positivo medio
7	6 a 7	Impacto positivo alto

## ANEXO 3: Calificaciones de relevancia del subindicador

Escala numeral (nota)	Calificación
0	Sin importancia
1-2,9	Baja importancia
3-3,9	Importancia media baja
4-4,9	Importancia media
5-5,9	Importancia media alta
6-7	Alta importancia

#### ANEXO 4: Análisis de confiabilidad y consistencia interna para la pregunta de “Reconocimiento al trabajo de INIA”

Entregando un coeficiente de confiabilidad y validez del instrumento aceptable (Alfa de Cronbach aceptable > 0,7) (Hernández *et al.*, 2018), es decir, la encuesta recabó de manera fiable la percepción (Gädicke *et al.*, 2017) de las personas en relación con el trabajo de INIA en el cultivo de lupino amargo en la región.

Ámbito a evaluar	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach encuesta
INIA fue un actor clave para mejorar el rendimiento y precio de lupino amargo en la región	0,80	0,743
INIA fue un actor clave en la introducción de prácticas culturales para la producción de lupino amargo en la región	0,63	
INIA entregó conocimientos básicos y necesarios para el cultivo de lupino amargo en la región	0,63	
Valoro la información que INIA generó para establecimiento del cultivo	0,67	

#### ANEXO 5: Tabla de contingencia del reconocimiento al trabajo desarrollado por INIA

Ámbito a evaluar	Muy de acuerdo	De acuerdo	Total
INIA fue un actor clave para mejorar el rendimiento y precio de lupino amargo en la región	16	4	20
INIA fue un actor clave en la introducción de prácticas culturales para la producción de lupino amargo en la región	17	3	20
INIA entregó conocimientos básicos y necesarios para el cultivo de lupino amargo en la región	17	3	20
Valoro la información que INIA generó para establecimiento del cultivo	18	2	20
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>12</b>	<b>80</b>

## ANEXO 6: Entrevista semiestructurada

### ENTREVISTAS A INVESTIGADORES E INSTITUCIONES

1. Historia del PMG Lupino Amargo
2. Actores que contribuyeron a la obtención de esta nueva variedad
  - a. Instituciones públicas, privadas, fuentes de financiamiento, ONG, organizaciones de productores, etc.
3. Acciones efectuadas por los actores o eventos relevantes del proceso de adopción de la tecnología.
  - a. ¿Quiénes aportaron en el cambio?
4. Impacto que generó la adopción de la nueva variedad
  - a. Efectos en adoptantes
  - b. Efectos en la región
5. ¿Todos los impactos o efectos han sido positivos o hubo impactos negativos?
6. ¿Hay algún efecto no intencionado o no planificado dentro de la adopción tecnológica que usted haya observado?
7. Rol del INIA
8. ¿Existió alguna institución (pública o privada), empresas u otros que facilitaron el impacto de las tecnologías?
  - a. Interacción para generar adopción
9. Beneficios y problemas de adoptar

## ANEXO 7: Entrevista semiestructurada

### PRODUCTORES (COOPERATIVA)

1. Historia de la variedad Boroa-INIA
2. Actores que contribuyeron en la generación de la variedad Boroa-INIA
  - a. Instituciones públicas, privadas, fuentes de financiamiento, ONG, organizaciones de productores, etc.
3. Rol específico del INIA en la generación de la variedad
4. ¿Qué herramientas entregó INIA?
5. ¿Qué cooperativas participaron?
  - a. ¿Cuántas semillas le entregó a cada cooperativa INIA?
6. ¿Tienen registros de las semillas de la variedad Boroa-INIA que han reproducido entre 2001 hasta la fecha? (adopción)
  - a. Número de agricultores con variedad Boroa-INIA
    - i. Superficie adopción (2001-2019)
7. Beneficios (efectos o impactos) y problemas para adoptar
  - a. Alternativa de rotación, interferencia enfermedad cereales, fijación de nitrógeno, alternativa de ingreso libre disposición de las familias
8. Comercialización lupino
  - a. Contrato con exportadoras (precario)



Liderando la agrociencia para un futuro sostenible