

# Manual técnico productivo y económico bajo condición actual y clima proyectado al 2030

*Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío.*



## POROTO VERDE



Proyecto apoyado por







ISBN: 978-956-9365-26-3

Publicación Ciren N°: 211

Registro de propiedad intelectual: 286.814

#### Autores

Carolina Leiva Madrid, Ing. Agr.

Carla Schmidt Gómez, Ing. Agr.

Gonzalo Gajardo Escobar, Ing. Agr.

Alejandra Rodríguez Pacheco, Ing. Agr.

#### Equipo de trabajo

Carolina Leiva Madrid, Ing. Agr. Ciren

Carla Schmidt Gómez, Ing. Agr. Ciren

Gonzalo Gajardo Escobar, Ing. Agr. Ciren

Carlos Torres Miranda, Cartógrafo. Ciren

Marcelo Retamal Gajardo, Cartógrafo. Ciren

Fernando Santibáñez Quezada, Ing. Agr. Dr. Agrimed

Paula Santibáñez Varnero, Ing. Civil en Geografía, Dr. Agrimed

Carolina Caroca Torres, Ing. Civil en Geografía, M.S. Agrimed

Alejandra Rodríguez Pacheco, Ing. Agr. Inia

Marcel Fuentes Bustamante, Ing. Civil Agrícola, Mg. Inia

Paulina Sánchez Sagardía, Ing. Agr. Inia

Pablo Grau Beretta, Ing. Agr. Ph. D. Inia

Marisol Reyes Muñoz, Ing. Agr. Dr. Inia

Juan Pablo Martínez Castillo, Ing. Agr. Ph. D. Inia

#### Diseñador

Igor Sánchez Abdala



# **Manual técnico productivo y económico para la producción de poroto verde en la Región del Biobío, bajo condición actual y clima proyectado al 2030**

Proyecto: Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío.



Proyecto apoyado por



## Agradecimientos

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a los siguientes agricultores, profesionales y empresas que colaboraron desinteresadamente en el proyecto:

Rodrigo García, Seremi de Agricultura de la Región del Biobío

Miguel Rubilar, Corfo Biobío

María Iliá Cárdenas, Ciren

Javier Chillian, Inia Quilamapu

Alfredo Wahling, Asociación Ñuble

Álvaro Gatica, Asociación Ñuble

Carlos Smith, Asociación Ñuble

Ernesto Jahn, Asociación Ñuble

Pablo Acuña, Asociación Ñuble

Ana Corina Fuentes, Indap Cañete

Jaime Ugarte, Socabío

Alejandro Ponce, Nodo Hortícola Regional

Susana Fischer, Universidad de Concepción

Asimismo, agradecemos a las ejecutivas de Corfo, Sra.

Marianna Delgado, Catalina Torres y Wanda García, por el apoyo durante la realización del proyecto.

## Prólogo

La agricultura, a nivel global, es uno de los sectores productivos más expuestos al cambio climático que se prevé para las próximas décadas. Las especies frutales se ven enfrentadas, dentro de su desarrollo productivo, a diversos factores atmosféricos que condicionan, en mayor o menor medida, la productividad de un huerto. Si bien, la tecnología permite mejorar el manejo agronómico, el factor clima no es siempre económicamente factible de modificar. Es por esto que, en la actualidad, el análisis de las ventajas y riesgos atmosféricos esperados para el clima futuro, ha pasado a ser esencial en la determinación de las aptitudes de los cultivos de una zona geográfica o predio en particular.

El aumento de temperaturas mínimas y máximas es considerado una limitante productiva para los cultivos en general, ya que afecta tanto procesos de desarrollo como de crecimiento de ellos. Al respecto, diversos estudios de clima futuro coinciden en que habrá aumentos en dichas temperaturas

frente a lo cual la Región del Biobío no queda ajena, donde el alza de las temperaturas se sentirá con mayor intensidad hacia el interior de la Región, tal como lo muestra el análisis espacial de distribución de los elementos atmosféricos más relevantes.

Frente a estos antecedentes, el presente manual de producción, tiene como propósito ayudar a la toma de decisiones productivas de agricultores, profesionales y empresarios, así como de instituciones públicas y privadas, que tengan interés en la producción de poroto verde en la Región del Biobío. Este manual es uno de los productos del proyecto financiado por Corfo "Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la Región del Biobío", ejecutado por Ciren en colaboración de Inia Quilamapu y el Centro de Agricultura y Medio Ambiente (Agrimed) con la Seremi de Agricultura de la Región del Biobío, como mandante.

## Índice

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. Introducción                             | 13 |
| 2. Aspectos técnicos                        | 15 |
| 2.1 Descripción de la planta                | 15 |
| 2.2 Etapas de desarrollo y crecimiento      | 18 |
| 2.3 Cultivares y clasificación              | 19 |
| 2.4 Requerimientos climáticos               | 20 |
| 2.5 Requerimientos de suelo                 | 20 |
| 2.6 Establecimiento del cultivo             | 21 |
| 2.7 Variedades                              | 22 |
| 2.8 Fertilización                           | 24 |
| 2.9 Manejo de las malezas                   | 25 |
| 2.10 Riego                                  | 25 |
| 2.11 Plagas                                 | 26 |
| 2.12 Enfermedades                           | 30 |
| 2.13 Cosecha                                | 31 |
| 3. Aspectos económicos                      | 33 |
| 3.1 Superficie y producción mundial         | 33 |
| 3.2 Comercio internacional                  | 35 |
| 3.3 Superficie y plantación en Chile        | 37 |
| 3.4 Análisis económico                      | 37 |
| 3.5 Análisis económico con cambio climático | 39 |
| 4. Mapas de aptitud productiva              | 43 |
| 5. Recomendaciones productivas              | 51 |
| 6. Bibliografía                             | 55 |

## Índice de cuadros

|            |                                                                                                                    |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1.  | Requerimientos de temperatura del cultivo del poroto                                                               | 20 |
| Cuadro 2.  | Época de siembra del cultivo del poroto verde                                                                      | 21 |
| Cuadro 3.  | Distancias de siembra para el cultivo del poroto                                                                   | 22 |
| Cuadro 4.  | Recomendación general de riego para el valle central                                                               | 26 |
| Cuadro 5.  | Superficie cosechada y participación de los países<br>productores respecto de la producción mundial, año 2014      | 34 |
| Cuadro 6.  | Costos directos de producción del poroto verde                                                                     | 38 |
| Cuadro 7.  | Indicadores de evaluación económica para<br>poroto verde (1 ha)                                                    | 38 |
| Cuadro 8.  | Análisis de sensibilidad para poroto verde (1 ha)                                                                  | 38 |
| Cuadro 9.  | Costo de establecimiento del sistema de riego por goteo                                                            | 39 |
| Cuadro 10. | Análisis de sensibilidad del cultivo, con aumento en<br>la inversión inicial                                       | 40 |
| Cuadro 11. | Análisis de sensibilidad de una hectárea de poroto verde,<br>con aumento de inversión inicial y rendimiento mínimo | 41 |



## Índice de figuras

|            |                                                             |    |
|------------|-------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.  | Componentes de una hoja trifoliada                          | 16 |
| Figura 2.  | Tríada ubicada en la axila de una hoja trifoliada           | 16 |
| Figura 3.  | Hábitos de crecimiento en poroto                            | 17 |
| Figura 4.  | Descripción de plántula de poroto                           | 18 |
| Figura 5.  | Estados iniciales del crecimiento de vainas                 | 19 |
| Figura 6.  | Plantas de la variedad Venus Inia                           | 23 |
| Figura 7.  | Vainas de la variedad Centauro Inia                         | 24 |
| Figura 8.  | Larva de <i>Delia platura</i>                               | 26 |
| Figura 9.  | Larva de gusano cortador <i>Agrotis ipsilon</i>             | 27 |
| Figura 10. | Individuos de <i>Myzus persicae</i>                         | 28 |
| Figura 11. | Polilla del poroto <i>Epinotia aporema</i>                  | 29 |
| Figura 12. | Individuos de arañita bimaclada, <i>Tetranychus urticae</i> | 29 |
| Figura 13. | Producción mundial de poroto verde                          | 33 |
| Figura 14. | Participación mundial en la producción de poroto verde      | 34 |
| Figura 15. | Formas de comercialización de poroto verde                  | 35 |
| Figura 16. | Principales importadores de poroto verde                    | 35 |
| Figura 17. | Principales exportadores de poroto verde                    | 36 |
| Figura 18. | Importación y exportación de poroto verde a nivel nacional  | 36 |
| Figura 19. | Superficie cultivada de poroto verde en Chile por regiones  | 37 |





# 1. Introducción

En Chile el cultivo del poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) se encuentra adaptado desde el extremo norte del país, Arica (18° 28 lat. sur) hasta la provincia de Chiloé por el sur (42° 29 lat. sur) (Bascur y Tay, 2005).

Dependiendo del cultivar que se utilice, es posible consumir las vainas, los granos inmaduros o los granos secos. El interés por obtener cultivares con vainas que no presentaran fibra, determinó que se iniciaran trabajo de selección de plantas y de mejoramiento tendientes al desarrollo de cultivares para poroto verde (Faiguenbaum, 2003).

La superficie anual promedio sembrada con poroto verde en Chile durante los años 2007 al 2016 fue de aproximadamente 2.685 hectáreas,

donde las regiones de Coquimbo y Metropolitana concentraron cerca del 60% del total de la superficie a nivel nacional, con cerca de 800 ha cada una. Al respecto, y en igual periodo de tiempo, en la Región del Biobío la superficie cultivada de poroto verde fue de 183,7 ha (Odepa, 2017).

El cultivo ha sido tradicionalmente una alternativa hortícola para pequeños y medianos productores que destinan el producto al mercado fresco. Sin embargo, con la aparición y posterior posicionamiento de la industria de productos hortícolas congelados, han sido cada vez más los productores con capacidad tecnológica y buen nivel de eficiencia que se ha incorporado al cultivo (Faiguenbaum, 2003).



## 2. Aspectos técnicos

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El poroto es una especie dicotiledónea anual perteneciente a la familia de las fabáceas, que presenta una gran variabilidad genética.

#### **Sistema radical**

A partir de la raíz primaria se origina una cantidad importante de raíces secundarias, desde las cuales aparecen lateralmente raíces terciarias; éstas a su vez, originan raíces cuaternarias. El sistema de raíces es bastante débil, y su crecimiento se ve afectado frente a problemas de pie de arado o de compactación en el perfil del suelo. De ahí que normalmente, bajo las condiciones de suelo en que se desarrolla el cultivo en Chile, la profundización de la raíz principal no supere los 35 a 40 cm (Faiguenbaum, 2003).

#### **Tallo principal**

Las plantas poseen un tallo principal, que dependiendo del cultivar; puede presentar un hábito de crecimiento erecto, semi postrado o postrado, y los tallos pueden ser glabros o pubescentes.

La pigmentación de los tallos presenta tonalidades derivadas fundamentalmente del verde, del rosado y del morado. El primer nudo del tallo principal corresponde a aquel en que se encuentran insertos los cotiledones. En el segundo nudo se presentan las hojas primarias, las cuales son unifoliadas y opuestas. El número total de nudos en el tallo principal puede fluctuar entre 6 y más de 30, dependiendo del cultivar, y especialmente de su hábito de crecimiento.

#### **Hojas**

Las plantas de poroto presentan hojas simples y compuestas. Las simples (también denominadas primarias), son opuestas, unifoliadas y sólo se presentan en el segundo nudo del tallo principal. Las hojas compuestas, en tanto, son trifoliadas y corresponden a las hojas características del poroto. Los tres folíolos de cada hoja compuesta, uno central y dos laterales, son simétricos y acuminados (Faiguenbaum, 2003).

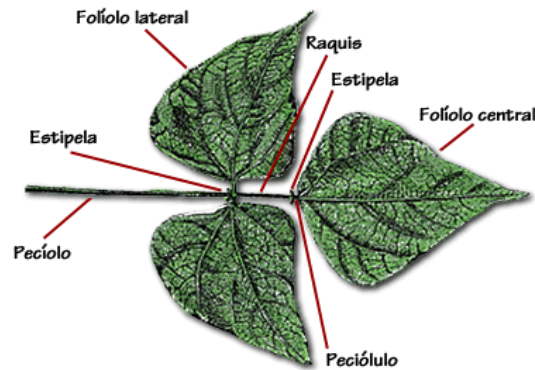


Figura 1. Componentes de una hoja trifoliada  
Fuente. Faiguenbaum y Mouat, 2003.

### Tríadas

En la axila de cada hoja trifoliada se encuentran tres yemas formando un complejo axilar llamado tríada. Las tríadas pueden ser completamente vegetativas, florales y vegetativas, o completamente florales (Faiguenbaum, 2003).

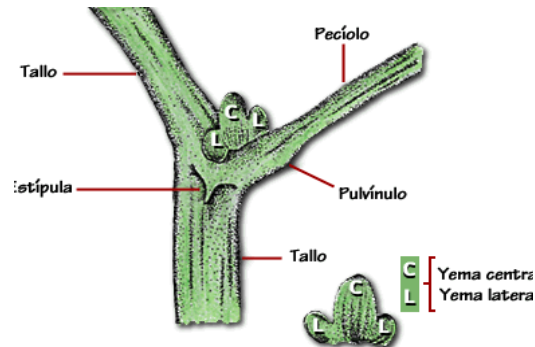


Figura 2. Tríada ubicada en la axila de una hoja trifoliada  
Fuente. Faiguenbaum y Mouat, 2003.

### Hábitos de crecimiento

De acuerdo al hábito de crecimiento que presentan las plantas, los cultivares de poroto son agrupados en cuatro tipos principales:

- Determinado arbustivo** (Tipo I): el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia. Al expresarse estas inflorescencias, el crecimiento, ya sea del tallo principal o de las ramas, se detiene. El tallo principal es vigoroso y presenta cinco a diez nudos. La altura de las plantas varía normalmente entre 30 y 50 cm. La etapa de floración es rápida y la madurez de las vainas ocurre en forma bastante concentrada.
- Indeterminado arbustivo** (Tipo II): las plantas presentan un hábito indeterminado, continuando con su crecimiento en los tallos luego de ocurrida la floración. Las plantas presentan un crecimiento erecto y un bajo número de ramas. Los cultivares tipo II pueden o no presentar guías.
- Indeterminado postrado** (Tipo III): las plantas presentan un hábito postrado o semi postrado, con un importante sistema de ramificación. La planta puede presentar aptitud trepadora a partir de las guías que presentan en su parte terminal. Las guías, que corresponden a prolongaciones de los

tallos, comienzan a expresarse luego de iniciada la floración. La etapa de floración es más prolongada que en los hábitos Tipo I y Tipo II, y la madurez de sus vainas es bastante menos concentrada.

- d) **Indeterminado trepador** (Tipo IV): el tallo principal, que puede tener de 20 a 30 nudos, alcanza hasta dos o más metros de altura si es guiado. La floración se prolonga durante varias semanas, pudiendo presentar vainas casi secas en la parte basal de la planta, mientras en la parte alta continúa la floración. Las ramas, que son muy poco desarrolladas a consecuencia de la fuerte dominancia apical, se presentan además en baja cantidad. En Chile, este tipo de cultivares se utiliza prácticamente sólo en cultivos para poroto verde realizados en invernadero (Faiguenbaum, 2003).

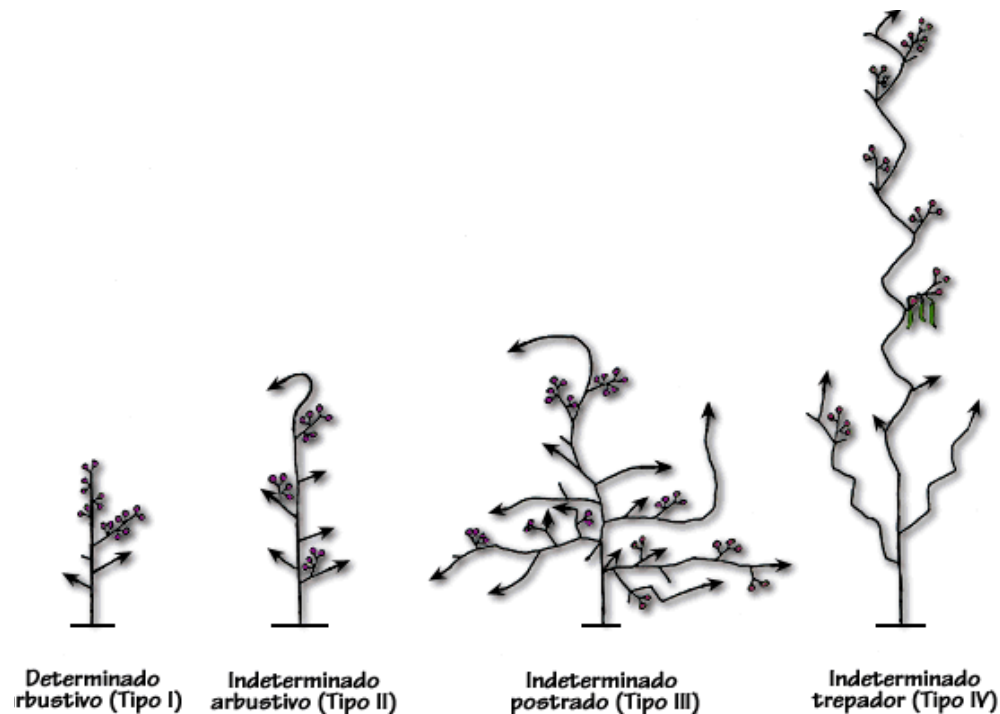


Figura 3. Hábitos de crecimiento en poroto  
Fuente. Faiguenbaum y Mouat, 2003.



## 2.2 ETAPAS DE DESARROLLO Y CRECIMIENTO

### Etapa de germinación

La primera expresión de la germinación corresponde a la aparición de la radícula, la que posteriormente se convierte en la raíz primaria o principal. La sección del tallo que se ubica entre el punto de inserción de las raíces y el nudo cotiledonar, corresponde al hipocotilo, que conduce los cotiledones hacia la superficie sobre el nivel del suelo, comenzando la etapa de emergencia. Posteriormente, se produce el crecimiento del epicotilo que corresponde a la porción del tallo entre los cotiledones y el primer par de hojas primarias (Faiguenbaum, 2003).

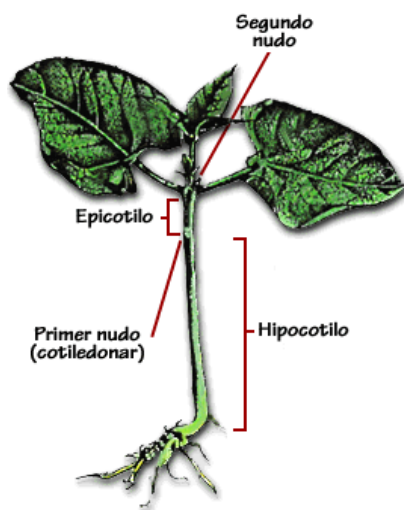


Figura 4. Descripción de plántula de poroto  
Fuente. Faiguenbaum y Mouat, 2003.

### Etapa de floración

Poco antes de iniciarse la floración, las plantas presentan botones florales prominentes. La planta, si bien florece abundantemente, presenta una alta tasa de abscisión de flores y de vainas, la cual fluctúa entre 45% y 80%, estando muy asociada al cultivar, a la densidad de plantas, al estrés por temperatura y al estrés hídrico.

### Inflorescencia

Cada inflorescencia corresponde a un racimo principal compuesto de racimos secundarios; de ahí que la inflorescencia del poroto corresponda a un racimo de racimos.

### Etapa de formación de vainas

Las vainas corresponden a frutos compuestos por dos valvas, las cuales provienen del ovario. La etapa de formación de vainas se inicia cuando el 50% de las plantas presenta su primera vaina con la corola de la flor colgando, o recién desprendida. Bajo las condiciones climáticas de Chile, después de ocurrida la fecundación de la flor, las vainas crecen longitudinalmente y a lo ancho por un periodo de 15 a 20 días sin que prácticamente se produzca crecimiento de granos (Faiguenbaum, 2003).



*Figura 5. Estados iniciales del crecimiento de vainas*  
*Fuente. Faiguenbaum y Mouat, 2003.*

## 2.3 CULTIVARES Y CLASIFICACIÓN

Los cultivares más utilizados en Chile para el mercado fresco son los de vaina plana o tableada. Este tipo de cultivares, sin embargo, tienen una baja importancia en la industria de productos congelados, la cual considera básicamente cultivares de vaina cilíndrica (Faiguenbaum, 2003).

### **Clasificación según hábito de crecimiento**

El poroto verde se obtiene a través de dos tipos de cultivares: los de hábito arbustivo determinado (Tipo I), que son los más importantes, y los de enrame o trepadores (Tipo IV). Estos últimos cultivados mediante un sistema de conducción de las plantas.

### **Clasificación según forma de las vainas**

Los cultivares de poroto son básicamente de vaina plana o de vaina cilíndrica. La fibra que se desarrolla a lo largo de la línea de unión de las valvas es mucho menor en los cultivares de vaina cilíndrica que en los de vaina plana. Sin embargo, a través del mejoramiento genético también se ha logrado obtener cultivares de vaina plana con poco desarrollo de fibra (Faiguenbaum, 2003).

Para fresco se usa principalmente el poroto de vaina plana, siendo el de vaina cilíndrica más usado en la agroindustria, principalmente congelado (Díaz *et al.*, 2013):

- Variedades de vaina plana (8 – 15 mm diámetro): Apolo Inia, Venus Inia, Roma II, Magnum.
- Variedades de vaina cilíndrica (6-8 mm diámetro): Blue Lake, Brío.

## 2.4 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Para un buen desarrollo del cultivo del poroto se requieren temperaturas medias mensuales mínimas de 10°C y máximas de 27°C, con un óptimo que fluctúa entre 15 y 21°C. La temperatura adecuada para el crecimiento de las vainas se encuentra entre 22 y 25°C. En condiciones de temperatura superiores a 30°C junto a una humedad relativa baja, se produce aborto floral y polinización deficiente.

La planta es muy sensible a heladas, presentándose daños de muerte de tejidos y plantas que no se recuperan (Rodríguez, 2004).

El poroto, es una especie de día corto, por ende florece y fructifica cuando los días se van acortando (Díaz *et al.*, 2013).

La germinación requiere de 11 a 12°C en el suelo, temperaturas en las cuales la emergencia puede llegar a demorar más de dos semanas. Una mayor velocidad de emergencia se asegura cuando el suelo alcanza temperaturas de 14 a 15°C (Faiguenbaum, 1992).

Vientos muy intensos y permanentes pueden causar una fuerte defoliación, caída de flores y deshidratación de plantas, lo que va a afectar el desarrollo y rendimiento del cultivo. Las barreras corta viento son muy adecuadas para favorecer el crecimiento y el desarrollo del poroto en zonas muy ventosas (Tay, 2008).

**Cuadro 1. Requerimientos de temperatura del cultivo del poroto**

|                                                 |                 |   |           |
|-------------------------------------------------|-----------------|---|-----------|
| Temperaturas de desarrollo                      | Mínima          | : | 10°C      |
|                                                 | Máxima          | : | 27°C      |
|                                                 | Óptima          | : | 15 a 21°C |
| Temperatura óptima de suelo para la germinación | 15°C            |   |           |
| Temperatura óptima para crecimiento de vainas   | Entre 22 y 25°C |   |           |
| Sensibilidad a heladas                          | Muy sensible    |   |           |

Fuente: Rodríguez, 2004.

## 2.5 REQUERIMIENTO DE SUELO

La planta no es exigente en tipo de suelo, y se adapta a una amplia gama que va desde los suelos arenosos hasta arcillosos. No obstante, características físicas y profundidad de suelo condicionan el rendimiento, obteniéndose mejores resultados productivos en suelos de buena aireación, textura media, profundos y con buena retención de humedad, como es el caso de los trumaos, rojo arcillosos y aluviales (Rodríguez, 2004).

Las plantas de poroto son muy sensibles a la compactación, se requiere que el suelo presente un perfil descompactado de a lo menos 40 cm de profundidad. Para ello, es importante que las araduras se realicen con arados cinceles o subsoladores, y

que la humedad del suelo, al momento de efectuar rastraje, no sea excesiva. En caso de realizar araduras de inversión, se recomienda usar un arado vertedera profundizando la labor a no menos de 40 cm (Faiguenbaum, 2003).

## 2.6 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

En Chile el cultivo de poroto se desarrolla durante el periodo de primavera – verano, debido a que es una planta sensible a heladas y su crecimiento se afecta por temperaturas inferiores a 10°C (Bascur, 2003). Las siembras deben comenzar cuando la posibilidad de riesgo por heladas sean mínimas, y las temperaturas del suelo tengan como mínimo de 11 a 12°C (Faiguenbaum, 1992).

**Cuadro 2. Época de siembra del cultivo del poroto verde**

| Región                    | Época de siembra                                    |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|
| O'Higgins y Metropolitana | A partir de la segunda quincena de septiembre       |
| Maule                     | Después de la primera quincena de octubre           |
| Biobío                    | A partir de la segunda quincena de octubre          |
| Araucanía                 | Desde fines de octubre o primeros días de noviembre |

**Fuente: Faiguenbaum, 2003.**

### Siembra

El poroto es una especie de siembra directa, en hileras simples. La distancia entre hileras depende del sistema de riego, variedad utilizada y tipo de cosecha, pero en general se manejan distancias entre 50 a 70 cm entre hileras, y 8 a 10 cm sobre hilera. Se recomienda la siembra a golpes o mateada, para regular la distancia de siembra.

La cantidad de plantas a cosecha debería variar entre 12 y 18 plantas por metro lineal, dependiendo en parte del cultivar, de la distancia entre hileras, de la fecha de siembra y de la calidad del suelo (Faiguenbaum, 2003. Díaz *et al.*, 2013).

La dosis de semilla depende de la variedad, dada la diferencia de tamaño, con un rango entre 90 - 110 kg/ha según densidad de plantas (Díaz *et al.*, 2013). Mientras que la profundidad de siembra óptima se estima entre 4 a 6 cm. La profundidad de 4 cm debe considerar cultivares cuyas semillas son de tamaño pequeño, en siembras tempranas con buen contenido de humedad en el suelo (Faiguenbaum, 2003).

Las poblaciones recomendadas para poroto verde, dependiendo de la fecha de siembra, calidad del suelo, del cultivar y de la tecnología utilizada, fluctúan aproximadamente entre 240 y 300 mil plantas por hectárea (Faiguenbaum, 2003).

**Cuadro 3. Distancias de siembra para el cultivo del poroto**

| Distancia entre hileras según tipo de siembra            |                                                                 |            |                          |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------|--------------------------|
| Característica del cultivar                              | Mecanizada                                                      | Manual     | Plantas por metro lineal |
| Cultivares de mayor crecimiento y de hábito más postrado | 60 – 65 cm                                                      | 70 – 75 cm | Entre 11 y 14            |
| Cultivares de menor crecimiento y de hábito más erecto   | 50 a 55 cm                                                      | 60 a 65 cm | Entre 14 y 16            |
| Distancia sobre hilera                                   | Con máquina neumática de 5 – 10 cm sobre hilera, según variedad |            |                          |
| Profundidad de siembra                                   | 5 a 7 cm                                                        |            |                          |

Fuente. Tay et al., 2012.

### Desinfección de la semilla

Se recomienda desinfectar la semilla mediante uso de insecticida para evitar posibles problemas causados por larvas de mosca de la especie *Delia platura*. Otro problema por el cual habitualmente se recomienda la desinfección de semilla corresponde a la caída de plántulas, esta última originada básicamente por hongos de los géneros *Fusarium*, *Pythium* y *Rhizoctonia*, los que suelen actuar en conjunto o de forma individual.

### Humedad del suelo

Tanto semillas como plántulas de poroto son muy sensibles a los excesos de humedad del suelo. Una humedad relativamente alta a nivel de profundidad de siembra puede afectar significativamente la germinación y la emergencia (Faiguenbaum, 2003).

## 2.7 VARIEDADES

Durante mucho tiempo el cultivo del poroto verde en el país estuvo asociado a la variedad Apolo Inia, que aun teniendo buen comportamiento, paulatinamente ha sido reemplazada por nuevas variedades de mayor potencial de rendimiento y una base genética más amplia para la resistencia al virus del mosaico común (Bascur, 2003b).

### Venus Inia

Proviene de un cruzamiento de Apolo Inia. Es una planta con hábito de crecimiento determinado, erecta y de mayor altura que Apolo, lo que evita que las vainas inferiores queden en contacto con el suelo. Presenta resistencia a las tres razas de virus del mosaico común del poroto. Su calidad es similar a Apolo en todos los aspectos, sin embargo, desde el punto de vista productivo Venus Inia presenta un 20% más de uniformidad en el tamaño de las vainas que Apolo Inia. Se recomienda para cultivo al aire libre y en túnel en todas las zonas productoras del país. Y debido a su resistencia al transporte es la más adecuada para los centros productores distantes del mercado consumidor de Santiago (Bascur, 2003b).

Dosis de semilla: 100 – 120 kilos/ha. Rendimiento potencial: 11,5 ton/ha (Inia, 2017).



**Figura 6. Plantas de la variedad Venus Inia**  
Fuente. [www.semillasinia.cl](http://www.semillasinia.cl)

### **Magnun**

Variedad comercial de vainas color verde más oscuras y de forma más redonda, en comparación a Venus Inia. Corresponden a características que no corresponden a las preferencias del consumidor y que inciden en el menor precio al cual se comercializa. Otra característica es que la calidad de las vainas disminuye por motivo de transporte, no así Venus Inia (Bascur, 2003b).

### **Trepador Inia**

Corresponde a una variedad para invernadero. Presenta un hábito de crecimiento guiador agresivo. Característica de vaina similar a Venus Inia: largo 15 a 20 cm, color verde claro, forma plana y recta, sin presencia de hilo. Posee alto potencial de rendimiento, el que varía según época de establecimiento. Se recomienda para todas las áreas en que se puedan establecer invernaderos, pudiéndose sembrar en cualquier fecha en que las temperaturas del invernadero lo permitan (Bascur, 2003).

### **Centauro Inia**

Planta con hábito de crecimiento determinado, tipo I, erecta arbustiva, con una altura entre 50 - 60 cm, hojas verdes, de forma ovalada y tamaño grande. Inflorescencia con dos a cuatro flores de color blanco, con una leve tonalidad rosada. Vainas color verde claro, forma semi redonda, de 13 a 18 cm de longitud. En el momento óptimo de cosecha no presentan fibra y tienen un lento desarrollo del grano en su interior, aspecto muy favorable para la agroindustria ya que resalta su buena consistencia de la pulpa. Variedad resistente al virus del mosaico común. Uso en la agroindustria para congelado. Con buena adaptación en toda la zona productora de poroto a nivel nacional. Época de siembra, desde octubre a diciembre.





**Figura 7. Vainas de la variedad Centauro Inia**  
Fuente: Inia

## 2.8 FERTILIZACIÓN

### Nitrógeno (N)

El abastecimiento de nitrógeno, al igual que en todas las especies pertenecientes a la familia fabácea, se logra en buena parte a través de la fijación simbiótica; en el caso del poroto, las plantas establecen una simbiosis con bacterias de la especie *Rhizobium phaseoli*. Del total del requerimiento de nitrógeno por parte del cultivo, sólo un 50 a 60% sería cubierto por la fijación simbiótica.

La absorción promedio de nitrógeno en el cultivo de poroto verde se ha estimado en 100 kg/ha. Una parte de esta cantidad es aportada por la fijación simbiótica, mientras que el resto debe ser absorbido desde el suelo. En este sentido, considerando que los suelos de Chile tienen bajos contenidos de nitrógeno, y que la fijación en el caso del poroto es relativamente baja, se debe realizar fertilización con este elemento. La recomendación consiste en aplicaciones de alrededor de 60 a 70 kg de N/ha en cultivo para poroto verde. La aplicación de la dosis debe hacerse en dos parcialidades: 25 a 30 kg/ha al momento de siembra, y 35 a 40 kg de N/ha al estado de botón floral.

Excesos de nitrógeno provocan una madurez tardía y un crecimiento foliar excesivo que va en desmedro de la producción. Una carencia de nitrógeno, en tanto, determina un menor crecimiento de las plantas, lo que en definitiva afecta el rendimiento final (Faiguenbaum, 2003).

### Fósforo (P)

Suelos con un contenido mayor a 12 ppm de fósforo, no presentan en general respuesta a la aplicación de este elemento. Las dosis en general no deben ser superiores a los 70 kg de  $P_2O_5$ /ha, excepto en suelos trumaos donde puede llegar a requerirse hasta 140 kg de  $P_2O_5$ /ha (Faiguenbaum, 1992).

En caso de que el análisis de suelo indique que se debe aplicar fósforo, en general se puede recomendar el uso de fosfato diamónico, considerar que para siembra mecanizada se localizará el fertilizante a un costado de la semilla (5 a 6 cm) y por debajo de ella (3 a 4 cm); así se evitará problema de fitotoxicidad. En siembras manuales, por otra parte, es habitual que el fertilizante se distribuya en el surco de siembra junto a la semilla, por tanto, se recomienda el uso de superfosfato triple;

al no poseer un compuesto amoniacal en su composición, puede ser dispuesto en contacto con la semilla sin producir problema.

### **Potasio (K)**

El nivel crítico para potasio se estima en 100 ppm en el suelo. Y la absorción máxima de este elemento se produce en el estado de prefloración. El fósforo, en cambio, es absorbido en forma relativamente constante durante el desarrollo del cultivo. Las aplicaciones de fósforo y potasio, en caso de requerirse, deben ser realizadas al momento de la siembra (Faiguenbaum, 2003).

## **2.9 MANEJO DE LAS MALEZAS**

El periodo crítico de competencia con las malezas ocurre aproximadamente durante los primeros 40 a 45 días después de la emergencia. Este periodo puede reducirse a 35 días en cultivos sembrados a 50 cm entre hileras, o ampliarse hasta 50 días en cultivos que se siembran a 70 ó 75 cm.

Entre los métodos de control, se encuentra el cultural, referido a cualquier labor que ayude a un desarrollo vigoroso del cultivo. También es utilizado el control mecánico, después que han emergido y antes que cierren las hileras. Sin embargo, el encarecimiento de la mano de obra, ha aumentado de manera importante el uso de control químico (Tay *et al.*, 2012).

El control químico de malezas se ve restringido por la limitada gama de productos existentes para poroto. Lo cual hace que esta labor sea complementada en forma mecánica y manual. En el poroto es común que se presenten niveles importantes de enmalezamiento, debido principalmente a su lento crecimiento inicial del cultivo, amplias distancias entre hileras que se puedan utilizar, el no uso de herbicidas o el insuficiente espectro de control de aquellos que se pueden usar, el atraso de las limpiezas y la ineficiencia de los controles mecánicos y manuales (Faiguenbaum, 2003).

Para el control de hoja ancha se recomienda el uso de herbicidas, como Linuron y Simazina, aplicados en pre emergencia, y para el control de malezas gramíneas como avenilla, ballica y chéptica se sugiere Quilafop-p-etil y Haloxifop-metil en pos emergencia. En poroto además se ha difundido el uso de Bentazón y Fomesafen en aplicaciones de pos emergencia para el control de malezas de hoja ancha (Tay *et al.*, 2012).

## **2.10 RIEGO**

El poroto es una especie que requiere de un buen nivel de humedad en el suelo para expresar todo su potencial de rendimiento, y así como en la mayoría de los cultivos, existen periodos críticos durante los cuales una deficiencia de agua causa disminución en los rendimientos. En tal caso, la deficiencia hídrica más perjudicial es la ocurrida a la formación del primer par de hojas trifoliada, en etapa de floración y llenado de grano (Tay *et al.*, 2012).

Se recomienda dar un riego antes de la siembra, y posteriormente en las etapas



críticas del cultivo, cada 10 días desde el momento de la siembra y hasta el término de la cosecha. En caso de no disponer de agua para todo el periodo, se debe asegurar riego luego de emergencia, en pre floración o con botón floral y a inicio de llenado de vainas (Díaz *et al.*, 2013).

**Cuadro 4. Recomendación general de riego para el valle central**

|                         |                                                                                              |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Riego de pre siembra    | Muy importante para una buena emergencia y facilita la acción de herbicidas y fertilizantes. |
| Riegos de crecimiento   |                                                                                              |
| Primera hoja trifoliada | A los 22 - 25 días después de la siembra.                                                    |
| Estado de botón floral  | A los 36 - 40 días después de la siembra.                                                    |
| Riego de floración      |                                                                                              |
| Comienzo de floración   | A los 47 - 52 días después de la siembra.                                                    |
| Plena floración         | A los 58 - 63 días después de la siembra.                                                    |
| Término de floración    | A los 70 - 76 días después de la siembra.                                                    |
| Riego de madurez        |                                                                                              |
| Formación de vaina      | A los 82 - 87 días después de la siembra.                                                    |
| Vaina verde             | A los 94 - 100 días después de la siembra.                                                   |
| Vaina granada           | A los 106 - 110 días después de la siembra.                                                  |

**Fuente.** Tay *et al.*, 2012.

2.11 PLAGAS

**Gusano del maíz (*Delia platura*)**

Los adultos son parecidos a la mosca doméstica y oviponen en el suelo. Las larvas, estado que genera el daño en el cultivo, son de color blanco cremoso, penetran el suelo para luego introducirse en las semillas y alimentarse de los cotiledones o del eje embrionario. El periodo de ataque de la plaga se extiende desde la siembra hasta el estado de despliegue de la primera hoja trifoliada. En la zona central del país se extiende generalmente desde la segunda quincena de agosto hasta mediados de noviembre.

El control de la plaga resulta efectivo mediante la desinfección de la semilla con insecticidas (Faiguenbaum, 2003).



**Figura 8. Larva de *Delia platura***  
**Fuente.** cropscience

### **Gusanos cortadores (*Agrotis ipsilon*)**

Los gusanos cortadores son una plaga que permanecen en el suelo, y se presentan al momento del establecimiento y emergencia del cultivo. La especie para su crecimiento y desarrollo requiere de una temperatura mínima de 10,5°C. Las larvas se caracterizan por presentar un potente aparato bucal masticador y causan daño al realizar corte de tallos a 2 cm de profundidad como promedio.

Medidas de control incluye el uso de insecticidas líquidos asperjados a toda la superficie antes de sembrar, o insecticidas granulares. Para aplicaciones de producto líquido, considerar profundidad de incorporación, no superior a 5 cm ya que los gusanos cortadores actúan a no más de 2 ó 3 cm de profundidad. En el caso de aplicaciones de producto granular, estos son localizados en banda a través de la máquina sembradora (Faiguenbaum, 2003).



Figura 9. Larva de gusano cortador *Agrotis ipsilon*  
Fuente. UC Davis.

### **Gusano barrenador del maíz (*Elasmopalpus angustellus*)**

Las polillas oviponen en el suelo, en las hojas o en los tallos. La larva, que se alimenta en promedio a 1 cm de profundidad va construyendo un habitáculo compuesto por un tubo sedoso recubierto con tierra, el cual se presenta adherido al tallo. Una vez instalada al interior del capullo, se alimenta de las plantas de forma totalmente protegida.

El hábito subterráneo de la larva, como también su permanencia dentro del habitáculo terroso, hace que sea muy difícil tener éxito con un control curativo (Faiguenbaum, 2003).

### **Cuncunilla verde del poroto (*Rachiplusia nu*)**

#### **y cuncunilla de las hortalizas (*Copitarsia turbata*)**

La especie de cuncunilla que aparece con mayor frecuencia es *Rachiplusia nu*. Sus larvas, habitualmente de color verde, también llamados gusanos medidores pues al avanzar juntan la cabeza con la cola, levantando la parte central del cuerpo. La cuncunilla verde del poroto alcanza su máxima expresión en los meses de enero y febrero.

Las plantas que presentan un follaje frondoso luego de la floración, pueden experimentar la pérdida de hasta un 20% o más de su área foliar sin que se produzca una disminución del rendimiento. En este sentido, el control debería

recomendarse cuando el ataque se genera sobre plantas jóvenes, o cuando se ha producido más de un 10 a 15% de pérdida de follaje y se observan larvas en pleno desarrollo. El manejo debe realizarse con insecticidas recomendados para su control (Faiguenbaum, 2003).

### **Pulgones**

pulgón verde del duraznero (*Myzus persicae*), del melón (*Aphis gossypii*) y de la papa (*Macrosiphum euphorbiae*).

La importancia de los pulgones en poroto se debe asociar, casi exclusivamente con la transmisión de virus; el daño directo que ocasionan tiene escasa relevancia. Las tres especies de pulgón mencionadas pueden citarse como los vectores más frecuentes de virus en poroto.

El control oportuno de pulgones ayuda a reducir los daños ocasionados por los virus. De cualquier forma, cabe señalar que bajas poblaciones de pulgones pueden provocar una amplia diseminación de los virus, siendo en definitiva la resistencia varietal el mecanismo básico para evitar la presencia de enfermedades virosas (Faiguenbaum, 2003).



**Figura 10. Individuos de *Myzus persicae***  
Fuente. University of Florida

### **Polilla del poroto (*Epinotia aporema*)**

Constituye la plaga aérea más importante del poroto. Los daños más relevantes que origina esta plaga son producidos por los estados larvales, en vaina y granos. Las larvas, que miden cerca de 1,5 cm de longitud y son de color beige, perforan las vainas y consumen los granos en formación. Generalmente ingresa una larva causando daño en uno o dos granos. El ataque en la zona centro del país comienza en el mes de enero, aumentando su intensidad en febrero y marzo. Mientras más sobremaduras se cosechen las vainas, más posibilidades habrá de que sean dañadas por *Epinotia*.

Es una plaga de difícil control, ya que tanto en hojas como en brotes y vainas, actúa protegida. En caso de realizar una aplicación, esta se debería ejecutar aproximadamente diez días antes de la cosecha, resultando por lo tanto fundamental considerar la carencia del producto a aplicar (Faiguenbaum, 2003).





**Figura 11. Polilla del poroto *Epinotia aporema***  
Fuente. Larraín, P. Inia Intihuasi

**Araña bimaclada (*Tetranychus urticae*)**

La arañita bimaclada se presenta con frecuencia causando daño en los cultivos de poroto, especialmente en la zona central. Estas se ubican en el envés de las hojas, causando manchas cloróticas en las láminas. La infestación se ve favorecida por temperaturas altas y humedad ambiente relativamente baja.

Al detectar la plaga entre comienzos de floración y 15 días después del inicio de llenado de granos, generalmente se va a requerir la aplicación de un acaricida (Faiguenbaum, 2003).



**Figura 12. Individuos de arañita bimaclada, *Tetranychus urticae***  
Fuente. University of Florida

## 2.12 ENFERMEDADES

El poroto es una especie que normalmente se ve afectada por enfermedades de cierta importancia, destacando las pudriciones radicales y las virosis como las más dañinas del país (Faiguenbaum 2003).

### **Pudriciones radicales y caída de plántulas**

Las pudriciones de raíces pueden ser causadas por varias especies de hongos, sobresaliendo entre ellos *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium ultimum*. Estos patógenos pueden infectar plantas individualmente o en forma combinada, dando como resultado, en este último caso, complejos de enfermedades (Abawi, 1994. Citado en Faiguenbaum, 2003). Su acción se verifica fundamentalmente a través de la caída de plántulas y daños a plantas jóvenes. En el caso de fusariosis, también se producen infecciones graves a nivel de la etapa reproductiva de las plantas. Otros patógenos presentes en el país que originan pudriciones radicales, pero que alcanzan menor importancia, son *Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina phaseoli* (Fainguenbaum, 2003).

### **Enfermedades causadas por virus**

Los virus constituyen el principal problema fitopatológico del poroto en Chile, y se encuentran en toda la zona productora. Se han identificado cuatro virus que afectan al cultivo en el país:

- Virus del mosaico común del poroto (BCMV)
- Virus del mosaico amarillo del poroto (BYMV)
- Virus del mosaico del pepino (CMV)
- Virus del mosaico de la alfalfa

Todos los virus son mayormente transmitidos por pulgones. El control oportuno de pulgones, en la medida que aparezcan, es muy importante para minimizar los efectos producidos por los virus. El uso de cultivares resistentes, continúa siendo la única forma segura de evitar problemas de virosis en las plantas (Faiguenbaum, 2003), además de evitar siembras en lugares con alta incidencia de pulgones, por ejemplo, cerca de frutales o siembras de maíz (Sepúlveda y Meneses, 1995).

Los virus presentes en poroto producen síntomas similares y difíciles de diferenciar visualmente entre ellos. Estos se caracterizan principalmente por mosaico (áreas verde claro unidas con áreas verde oscuro y amarillo), deformación de hojas, ampollas y acucharamiento en variada intensidad, acortamiento de entrenudos, deformación de vainas, necrosis en hojas, tallos y vainas. La severidad de los síntomas está relacionada con el estado de desarrollo en el cual la planta ha sido afectada (Sepúlveda y Meneses, 1995).

### **Virus del mosaico común del poroto**

Es considerado el virus más importante que afecta el cultivo a nivel mundial. En Chile se conocen tres razas: tipo, NY15 y necrótica (Sepúlveda, 2000).

### **Mosaico común del poroto (BCMV)**

Es la enfermedad virosa que se presenta con mayor frecuencia y que causa mayor nivel de daño. El síntoma se caracteriza por la presencia de áreas verde oscuras entremezcladas con áreas verde claras; el mosaico de las hojas está habitualmente acompañado de ampollas. Otro síntoma que produce el mosaico es en las hojas, las cuales se presentan más angostas y alargadas, y enanismo en plantas.

### **Mosaico amarillo del poroto (BYMV)**

Enfermedad con menor importancia que el mosaico común. Las hojas jóvenes pueden deformarse, y en la medida que las hojas envejecen, el moteado amarillo y verde se torna más intenso. La infección causa además entrenudos cortos y proliferación de ramas. El mosaico amarillo es transmitido a través de pulgones y en forma mecánica, pero a diferencia del virus del mosaico común no es transmitido por semilla (Faiguenbaum, 2003).

## **2.13 COSECHA**

El concepto de madurez en poroto verde debe incluir fundamentalmente el contenido de grano y de fibra de las vainas, como también el estado o la apariencia que presenta la carnosidad interior.

El porcentaje de grano en las vainas aumenta en forma rápida, lo que determina que el periodo de cosecha para obtener un producto de calidad óptima sea muy limitado. Un nivel de calidad aceptable es aquél en el cual la carnosidad de las vainas aún se encuentra verde y crujiente, donde el contenido de fibra no es todavía cuestionable, y el tamaño de los granos todavía es aceptado por la mayor parte de los consumidores (Faiguenbaum, 2003).

La cosecha se inicia cuando las plantas alcanzan un 60 a 70% de vainas de acuerdo con el requerimiento del mercado. Se estiman al menos dos recolecciones en la temporada dependiendo de la variedad, disponibilidad y rendimiento de la mano de obra. El rendimiento depende también de la variedad, pero se puede indicar como adecuada la obtención de 7.000 a 8.000 kg/ha (Díaz *et al.*, 2013).

Atrasos en el momento de la cosecha determinará una pérdida de la calidad, al producirse un crecimiento exagerado de granos y un mayor contenido de fibra en las vainas. Por otra parte, al avanzar el desarrollo de los granos aumenta la posibilidad de que se presenten daños en las vainas debido al ataque de la polilla del frejol (*Epinotia aporema*) (Asgrow, 1999. Basoccu, 1990. Citado por Faiguenbaum, 2003).



# 3. Aspectos económicos

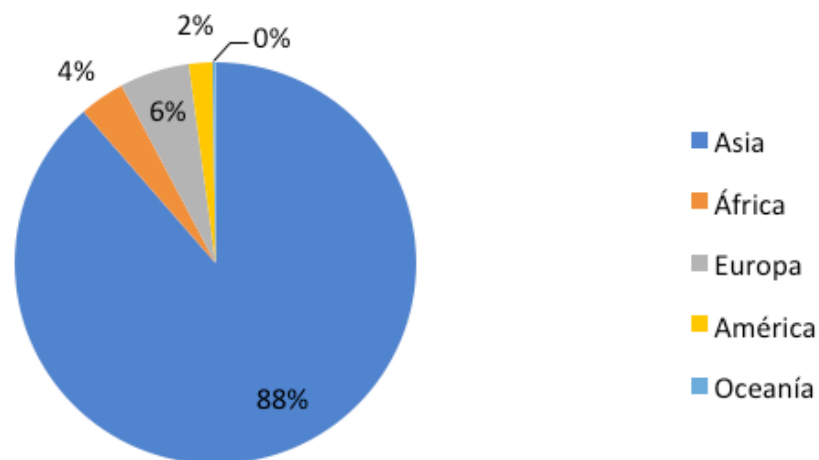
## 3.1 SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN MUNDIAL

### Producción mundial

En el mundo al año 2012, a nivel mundial se han producido un total de 20.737 millones de kilos de poroto verde sobre una superficie de 1,53 millones de hectáreas, según los datos que ha elaborado Hortoinfo<sup>1</sup> procedentes de Faostat<sup>2</sup>.

Las mayores producciones de poroto verde se encuentran en el continente asiático, representando un 88% de la producción mundial, lo que equivale aproximadamente a 223 millones de toneladas.

**Producción mundial de poroto verde  
(2000 - 2014)**



**Figura 13. Producción mundial de poroto verde**  
Fuente: Elaboración propia con datos de FAO

<sup>1</sup> Diario digital de Actualidad Hortofrutícola.

<sup>2</sup> Es el organismo de estadísticas de la organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO).



### Países productores de poroto verde

Dentro de los principales productores de poroto verde a nivel mundial, China concentra el 41,6% de la superficie total cosechada, seguida por India y Tailandia, con el 14,8 y 11,2%, respectivamente.

Por otro lado, Chile se encuentra muy por debajo en relación con los países productores señalados en el Cuadro 5, alcanzando la posición número 34 con un porcentaje de superficie cosechada de poroto verde de un 0,2%.

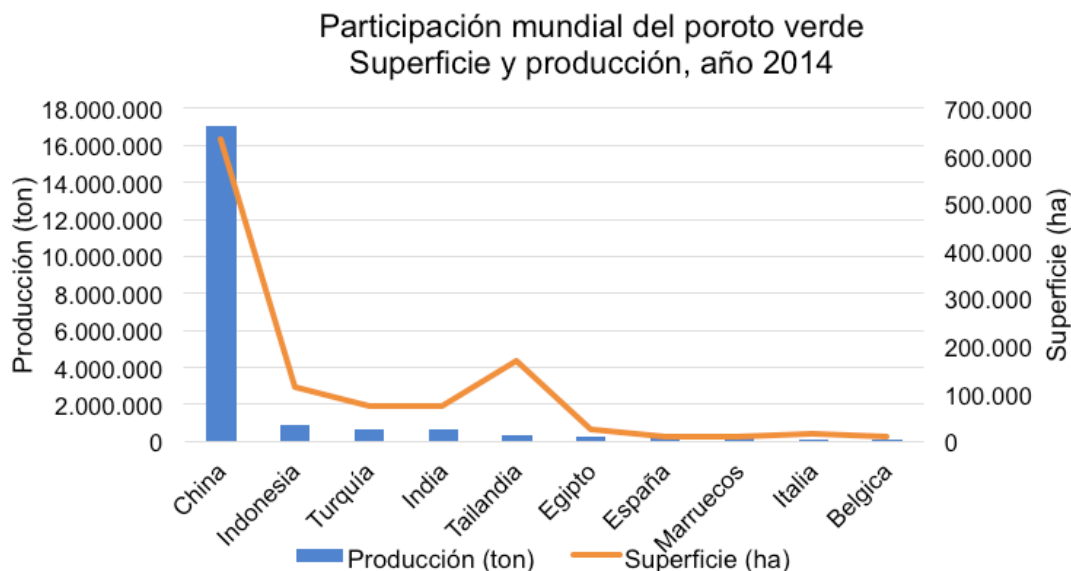
**Cuadro 5. Superficie cosechada y participación de los países productores respecto de la producción mundial, año 2014**

| Localidad  | Área cosechada (ha) | Participación (%) |
|------------|---------------------|-------------------|
| China      | 635.385             | 41,6              |
| India      | 225.727             | 14,8              |
| Tailandia  | 170.791             | 11,2              |
| Indonesia  | 113.233             | 7,4               |
| Turquía    | 74.000              | 4,8               |
| Egipto     | 25.069              | 1,6               |
| Bangladesh | 20.000              | 1,3               |
| Serbia     | 18.175              | 1,2               |
| Ecuador    | 17.957              | 1,2               |
| Italia     | 15.975              | 1,0               |

*Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT.*

### Participación mundial del cultivo

China posee la mayor participación a nivel mundial del cultivo, produce alrededor de 17 millones de toneladas de poroto verde al año, representando cerca del 78,4% del total de la producción mundial, convirtiéndose en el mayor productor y actor relevante a la hora de establecer los precios internacionales.



**Figura 14. Participación mundial en la producción de poroto verde**

*Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de FAOSTAT*

## 3.2 COMERCIO INTERNACIONAL

### Formas de comercialización

El poroto verde tipo plana supone cerca del 93% del volumen comercializado de poroto verde y continúa mostrándose como el tipo de mayor peso en los invernaderos. El poroto verde tipo redonda se aproxima al 6% del valor global comercializado.

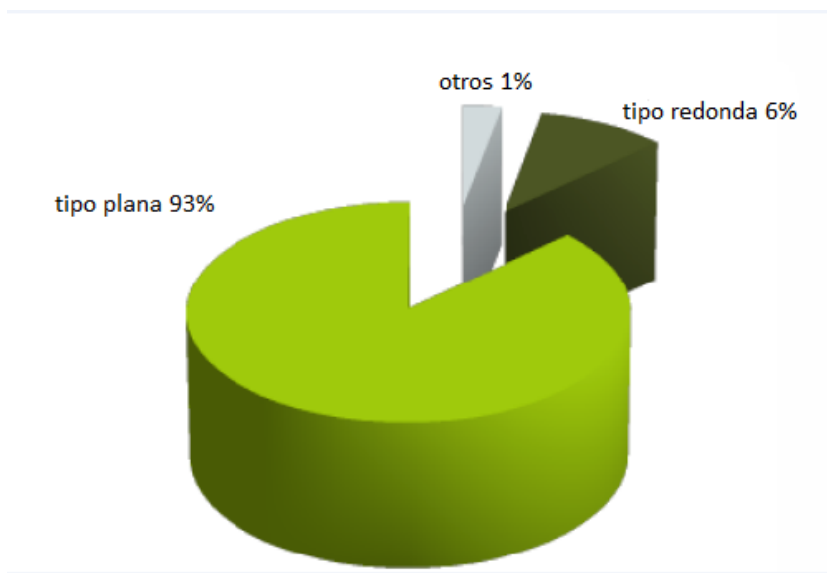


Figura 15. Formas de comercialización de poroto verde  
Fuente: Observatorio de precio y mercados. CAPMA. Campaña 2015/16

### Principales importadores de poroto verde

Dentro de los principales importadores de poroto verde a nivel mundial se encuentra España, quien en los últimos diez años ha importado cerca de 100 mil toneladas en promedio, seguido por Estados Unidos con una importación promedio de 58.355 toneladas en el mismo periodo de tiempo.

Principales importadores de poroto verde  
Promedio: años 2007 al 2016

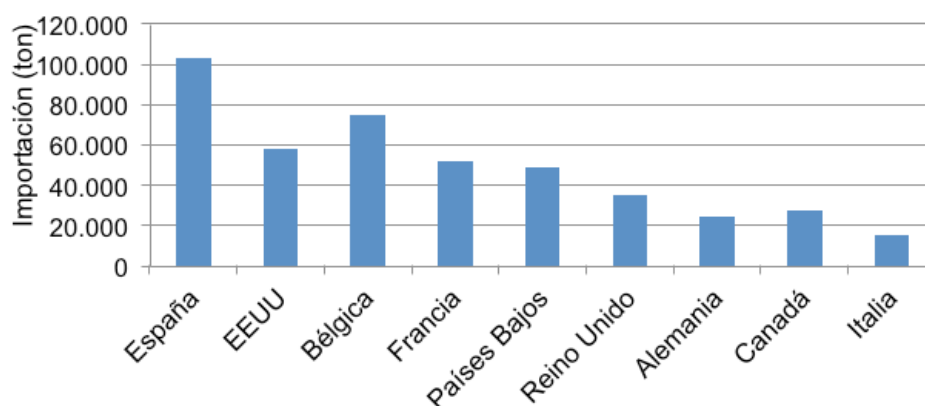


Figura 16. Principales importadores de poroto verde  
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del TradeMap.

### Principales exportadores de poroto verde

Dentro de los principales países exportadores de poroto verde, durante los años 2007 y 2016, se encuentra Marruecos, Francia, con 116.855 y 86.657 toneladas promedio exportadas durante el periodo de tiempo señalado.

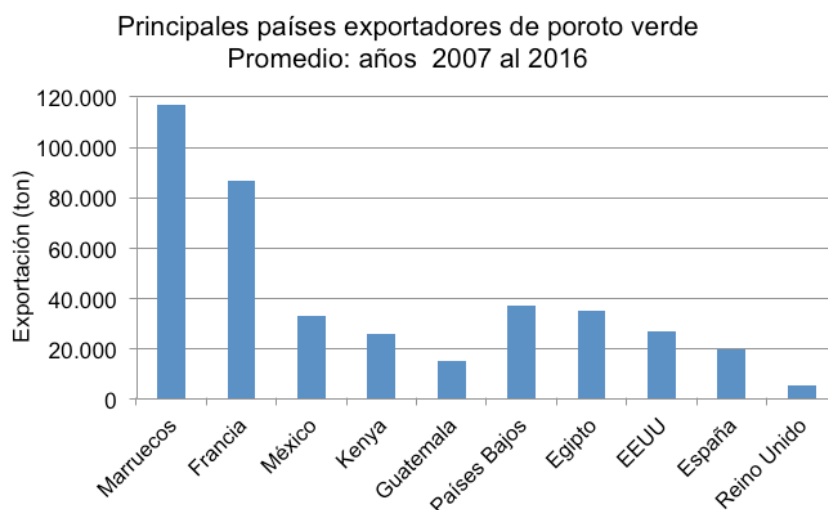


Figura 17. Principales exportadores de poroto verde  
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del TradeMap.

### Importación y exportación nacional de poroto verde

Las importaciones a nivel nacional durante los años 2007 y 2016 se han mantenido en aumento, a excepción de los años 2014 y 2016, donde se presentan disminución de las importaciones.

El comportamiento de las exportaciones en tanto destaca por los escasos volúmenes importados durante los últimos nueve años.

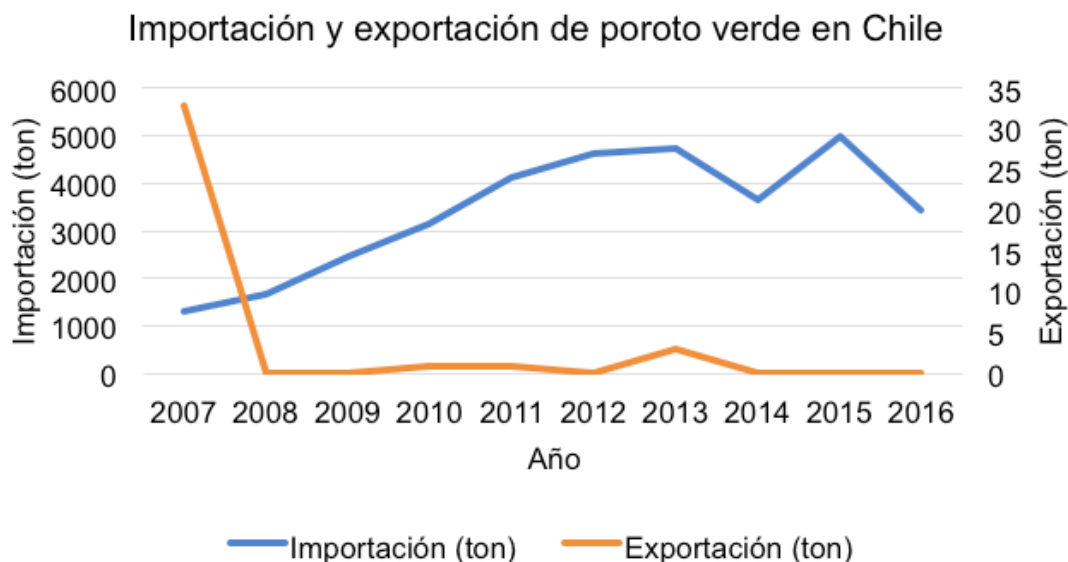


Figura 18. Importación y exportación de poroto verde a nivel nacional  
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de TradeMap.

### 3.3 SUPERFICIE Y PLANTACIÓN EN CHILE

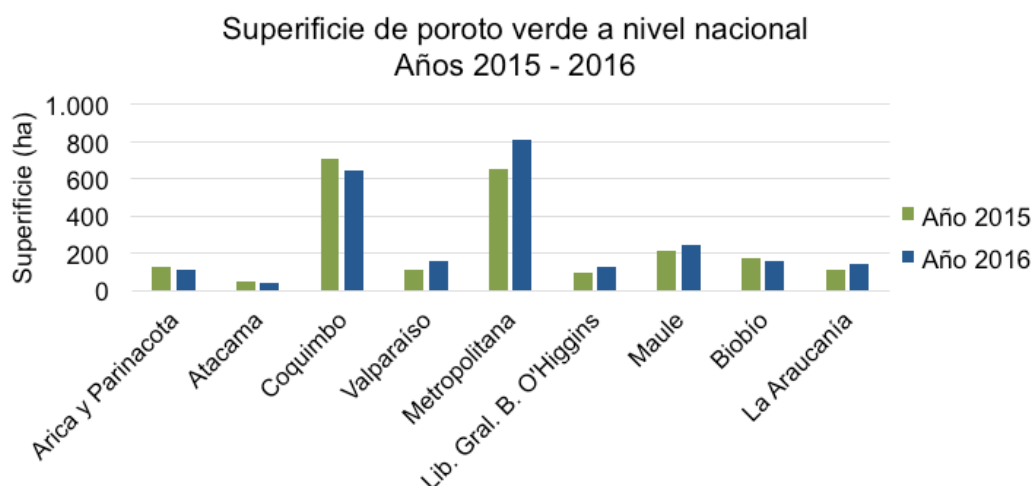
El poroto verde es considerado un cultivo de importancia a nivel nacional, contando con alrededor de 6.000 hectáreas. La zona de cultivo comienza en los valles nortinos, los que suplen de estos productos fuera de temporada; y a medida que aumentan las temperaturas, las siembras se desplazan paulatinamente hasta la Región de Los Lagos, siendo las principales la Región Metropolitana, de Valparaíso y la Región de Coquimbo.

#### Superficie de poroto verde por regiones

La mayor parte de la superficie destinada al cultivo de poroto verde se encuentra en la zona centro del país, específicamente en las regiones Metropolitana y Coquimbo, con cerca de 811 y 642 hectáreas, respectivamente.

La Región del Biobío en tanto, durante el año 2015 la superficie de poroto verde fue de 172 ha, y en el año 2016 de 155 ha, lo que en porcentaje se refleja en cerca de un 10% de disminución de la superficie destinada al cultivo.

Por otro lado, la región que presentó un mayor aumento de superficie fue la Región de O'Higgins, con un 39,7%.



**Figura 19. Superficie cultivada de poroto verde en Chile por regiones**  
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Odepa.

### 3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se ha elaborado una estimación del resultado económico para el cultivo de poroto verde en la Región del Biobío. Para ello se consideraron los costos de establecimiento de 1 hectárea, con un horizonte de evaluación de 1 año, y una producción promedio de 16.000 kg/ha.

La estructura de costos considera las labores (análisis de suelo, arado, rastraje, sembradora, etc.), el costo de la mano de obra relacionado con la aplicación de productos agroquímicos, riego, cosecha, etc. Finalmente, el costo de los insumos como fertilizantes, herbicidas e insecticida.

**Cuadro 6. Costos directos de producción del poroto verde**

| Ítem                  | Costos (\$)/ha<br>(pesos chilenos) |
|-----------------------|------------------------------------|
| Labores               | 485.000                            |
| Mano de obra          | 288.000                            |
| Semilla               | 297.500                            |
| Fertilizantes         | 108.000                            |
| Herbicida             | 33.000                             |
| Insecticidas          | 12.880                             |
| Imprevistos (5%)      | 61.219                             |
| Total costos directos | 1.285.599                          |

Para el cálculo de los ingresos, se decidió trabajar con un precio promedio de mercado de 0,21 US\$ por kilo de poroto verde y un tipo de cambio de \$620/US\$.

Mediante los ingresos y los costos de producción del poroto verde, el resultado de la evaluación económica se refleja en un aumento de riqueza para quien realice la inversión de casi 800.000 mil (\$794.401) por hectárea y un margen neto de un 38,2% en relación con las ventas.

Estos resultados estarían indicando que el cultivo del poroto verde es rentable para la Región del Biobío, ya que los valores indican una rentabilidad alta del cultivo.

**Cuadro 7. Indicadores de evaluación económica para poroto verde (1 ha)**

| Indicadores   |              |
|---------------|--------------|
| Ingresos      | \$ 2.080.000 |
| Costo directo | \$ 1.285.599 |
| Margen neto   | \$ 794.401   |
| Margen neto   | 38,2%        |

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la generación de recursos del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio del kilo del poroto verde las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto. Se consideró un cambio en un 10 y 20% en el precio (al alza o baja) y un 5 y 10% en el tipo de cambio (al alza o baja) para ver el comportamiento del margen neto. Resulta interesante destacar que ante una caída de un 10% en el precio del kilo del poroto verde y una baja en el 10% del tipo de cambio, el cultivo genera un margen positivo.

**Cuadro 8. Análisis de sensibilidad para poroto verde (1 ha)**

| Precio de mercado |          |         |         |           |           |           |          |
|-------------------|----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Tipo de cambio    |          | -20%    | -10%    | Promedio  | 10%       | 20%       |          |
|                   | -10%     | 230.721 | 399.201 | 586.401   | 773.601   | 979.521   | -10%     |
|                   | -5%      | 314.961 | 492.801 | 690.401   | 888.001   | 1.105.361 | -5%      |
|                   | Promedio | 399.201 | 586.401 | 794.401   | 1.002.401 | 1.231.201 | Promedio |
|                   | 5%       | 483.441 | 680.001 | 898.401   | 1.116.801 | 1.357.041 | 5%       |
|                   | 10%      | 567.681 | 773.601 | 1.002.401 | 1.231.201 | 1.482.881 | 10%      |

### 3.5 ANÁLISIS ECONÓMICO CON CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación, se presentan los resultados del análisis de factibilidad económica del poroto verde para la Región del Biobío, incorporando los costos asociados al cambio climático que afectará a la zona centro-sur del país en los próximos años.

Para dicho análisis se tomará como base los costos directos de producción utilizados anteriormente (Cuadro 6), con la incorporación del costo de establecimiento de un sistema de riego por goteo, considerando su mayor eficiencia en el uso del agua, a raíz de poder optimizar el recurso hídrico a futuro. El costo de establecimiento del sistema de riego y el aumento en la inversión inicial del cultivo será de \$2.250.000.

**Cuadro 9. Costo de establecimiento del sistema de riego por goteo**

| Ítem                         | Costos (\$)/ha<br>(pesos chilenos) |
|------------------------------|------------------------------------|
| Instalación riego goteo      | 2.250.000                          |
| Total costos establecimiento | 2.250.000                          |

Para la valoración económica se consideró un rendimiento de 16.000 kg/ha, siendo éste el rendimiento promedio declarado por los agricultores entrevistados, el cual será utilizado en cada uno de los años a evaluar.

Para la proyección del flujo de caja a 5 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 16.000 kg/ha; un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$0,210. El aumento de riqueza que genera la plantación de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$263.910, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN), con una tasa de descuento de 12%. El proyecto de poroto verde presenta una rentabilidad máxima de 16,9%, representado por la Tasa Interna de Retorno (TIR).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado del poroto verde cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%.

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la generación de recursos del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio del producto las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto.

El Cuadro 10 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio.

**Cuadro 10. Análisis de sensibilidad del cultivo, con aumento en la inversión inicial**

| Precio de mercado |          |            |            |           |           |           |          |
|-------------------|----------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Tipo de cambio    |          | -20%       | -10%       | Promedio  | 10%       | 20%       |          |
|                   | -10%     | -1.836.337 | -1.160.698 | -485.884  | 188.931   | 863.745   | -10%     |
|                   | -5%      | -1.535.594 | -823.291   | -110.987  | 601.317   | 1.313.621 | -5%      |
|                   | Promedio | -1.235.677 | -485.884   | 263.910   | 1.013.703 | 1.763.497 | Promedio |
|                   | 5%       | -935.760   | -148.477   | 638.807   | 1.426.090 | 2.213.373 | 5%       |
|                   | 10%      | -635.842   | 188.931    | 1.013.703 | 1.838.476 | 2.663.249 | 10%      |

### Análisis con rendimiento mínimo

A continuación, se analizará el rendimiento mínimo que debe tener un huerto de poroto verde para que el VAN del proyecto sea 0 y el Índice de Rentabilidad (IR) sea igual a 1, o sea cuando no existe pérdida ni ganancia al realizar el proyecto.

Para este caso los costos directos de producción en los que deberá incurrir el agricultor son los señalados en el Cuadro 6, con la incorporación del costo de establecimiento del sistema de riego por goteo (Cuadro 9).

Para la valoración económica se consideró un rendimiento de 15.437 kg/ha, siendo esta cantidad la mínima que debe rendir el cultivo del poroto verde para no obtener ni pérdidas ni ganancias en el proyecto.

Para la proyección del flujo de caja a 5 años se tomaron como parámetros: un rendimiento promedio de 15.437 kg/ha; un tipo de cambio de \$620 y un precio de venta de US\$0,210/kg. El aumento de riqueza que genera el establecimiento de una hectárea para quien realiza la inversión equivale a \$0, calculado a partir del Valor Actual Neto (VAN).

De forma complementaria a la evaluación económica, se realizó un análisis de sensibilidad para ver el comportamiento del VAN cuando el tipo de cambio tiene una caída o un alza de un 5 y 10% y, con el precio de mercado del poroto verde cuando éste presenta un alza o una caída de un 10 y 20%.

El análisis de sensibilidad se basa en indicar cuánto es el impacto de variables críticas (o cambiantes) en la generación de recursos del proyecto, siendo el tipo de cambio y el precio del kilo del poroto verde las que tienen mayor cantidad de riesgo e impacto en el proyecto.

El Cuadro 11 representa el VAN para diferentes combinaciones de precios y tipos de cambio, se aprecia que, ante cualquier baja, ya sea en el tipo de cambio o en el precio, trae consigo una pérdida al realizar el proyecto. Por otra parte, un alza en el tipo de cambio o en el precio del poroto verde, traería consigo ganancias para quien ejecuta el proyecto.



**Cuadro 11. Análisis de sensibilidad de una hectárea de poroto verde, con aumento de inversión inicial y rendimiento mínimo**

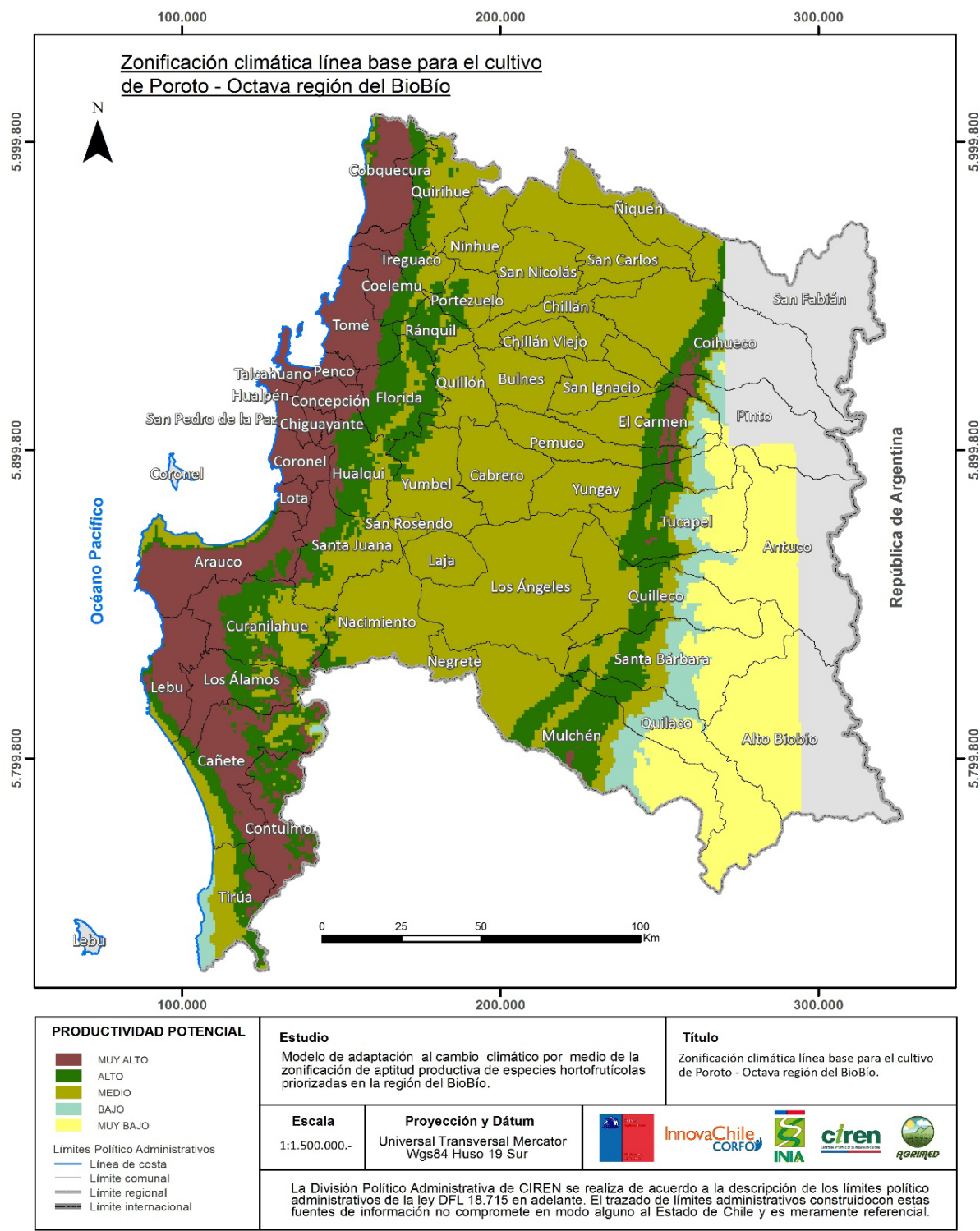
| Precio de mercado |          |            |            |          |           |           |          |
|-------------------|----------|------------|------------|----------|-----------|-----------|----------|
| Tipo de cambio    |          | -20%       | -10%       | Promedio | 10%       | 20%       |          |
|                   | -10%     | -2.030.676 | -1.374.465 | -723.402 | -72.340   | 578.722   | -10%     |
|                   | -5%      | -1.736.166 | -1.048.934 | -361.701 | 325.531   | 1.012.763 | -5%      |
|                   | Promedio | -1.446.805 | -723.402   | 0        | 723.402   | 1.446.805 | Promedio |
|                   | 5%       | -1.157.444 | -397.871   | 361.701  | 1.121.274 | 1.880.846 | 5%       |
|                   | 10%      | -868.083   | -72.340    | 723.402  | 1.519.145 | 2.314.888 | 10%      |



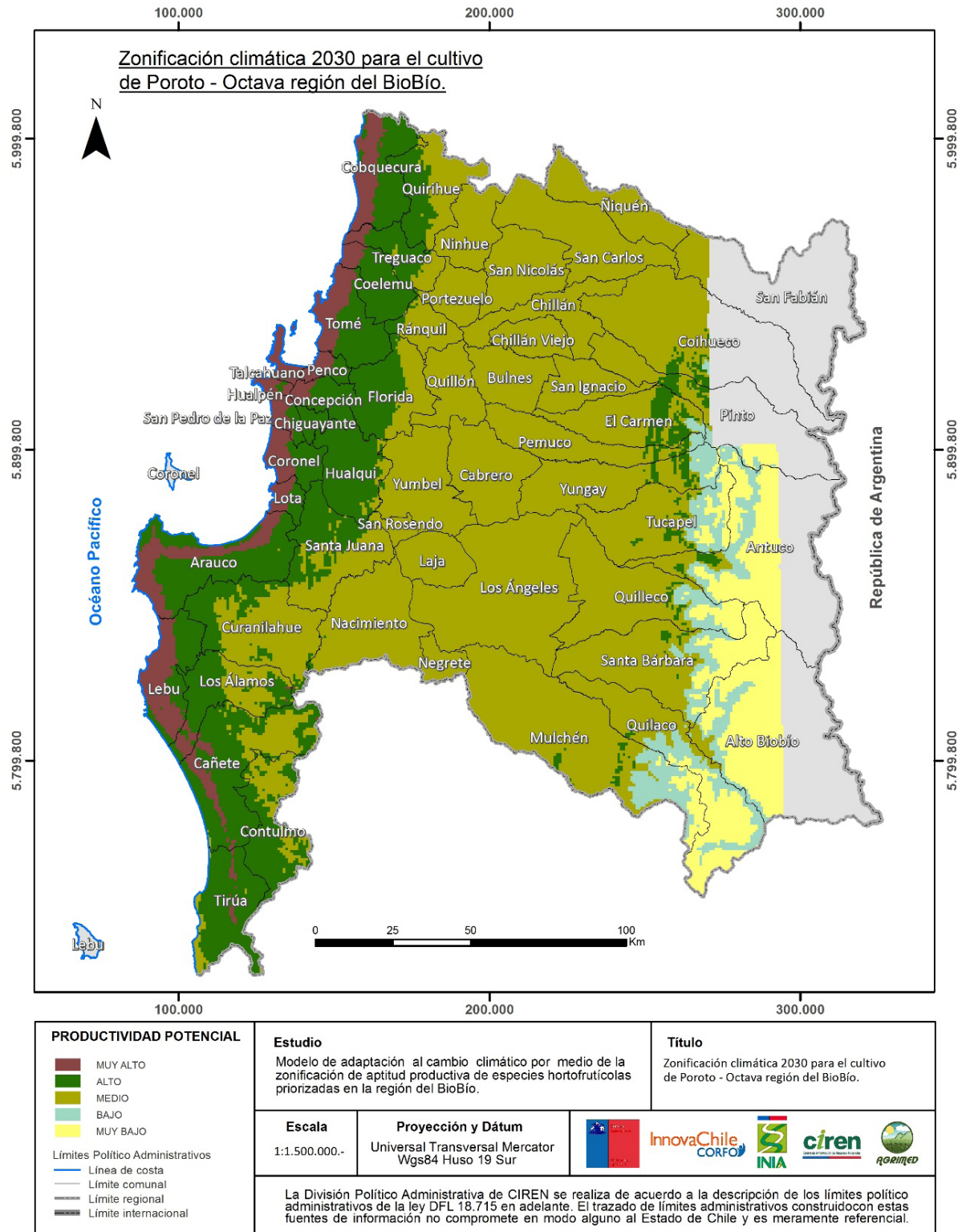
## 4. Mapas de aptitud productiva

A continuación, se presentan los mapas de aptitud productiva por clima (condición actual y futura), por suelo, por clima (condición actual y futura) y suelo conjuntamente, para poroto verde.

1. Mapa de aptitud productiva por clima, condición actual

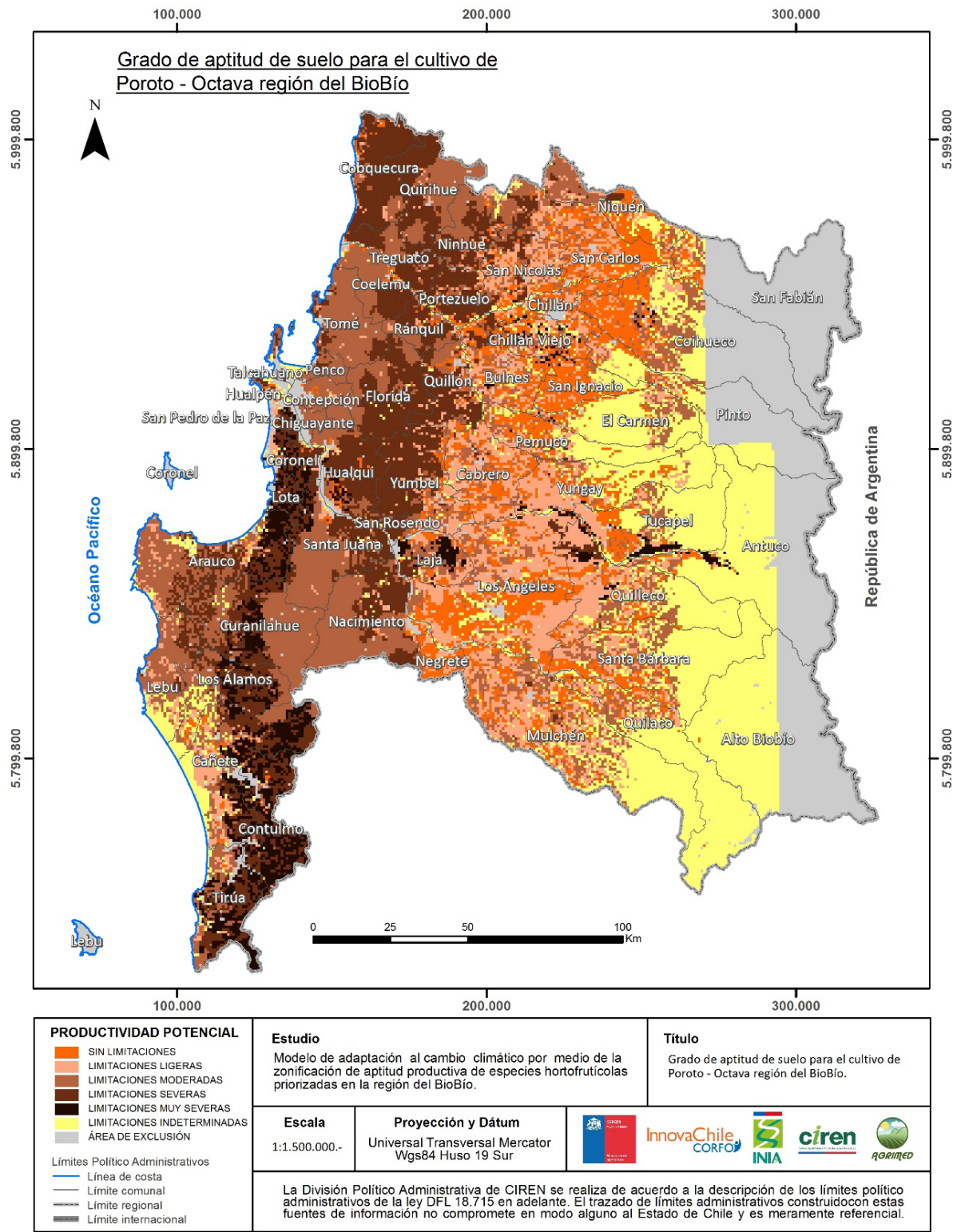


## 2. Mapa de aptitud productiva por clima, condición futura (2030)

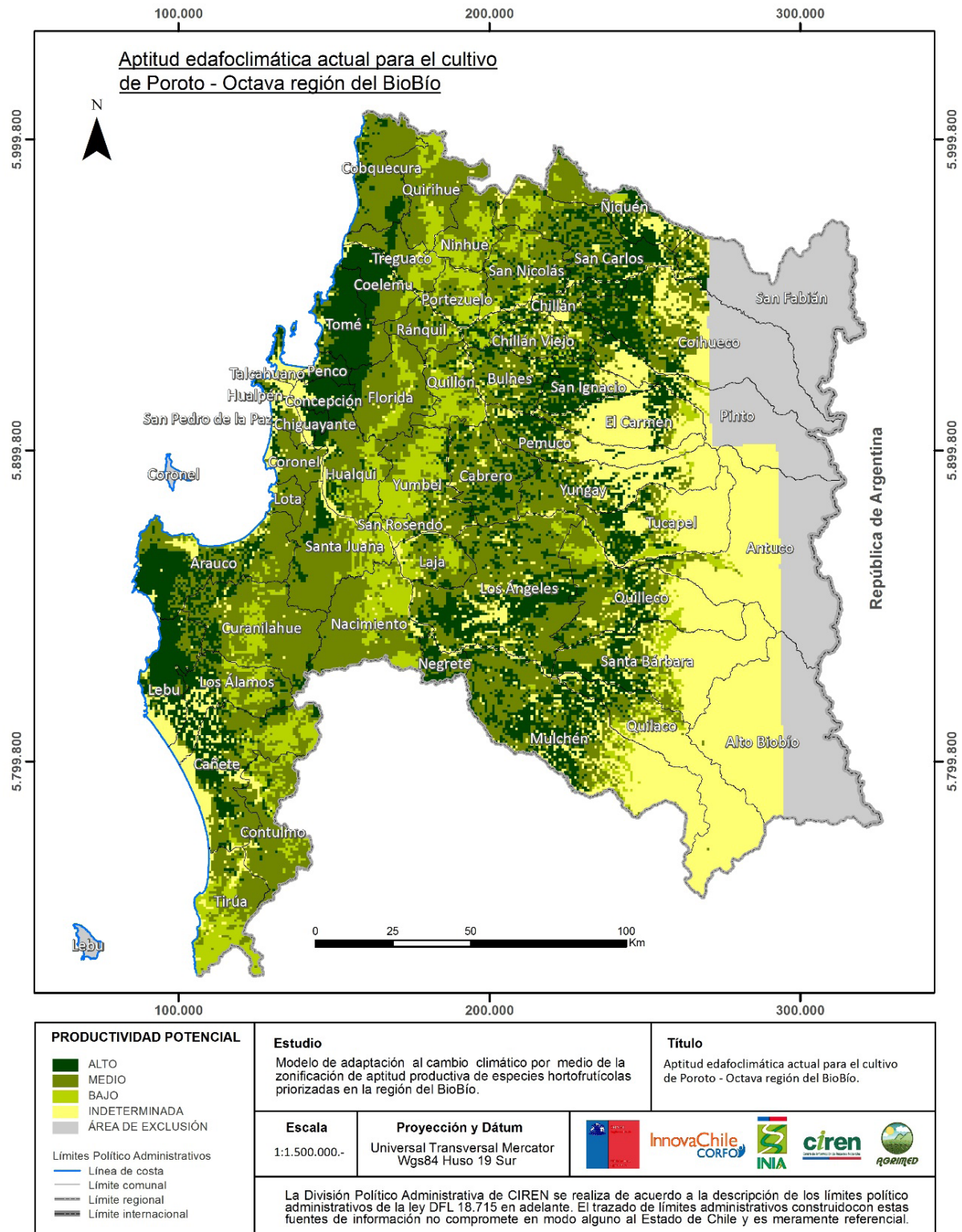




3. Mapa de aptitud productiva por suelo

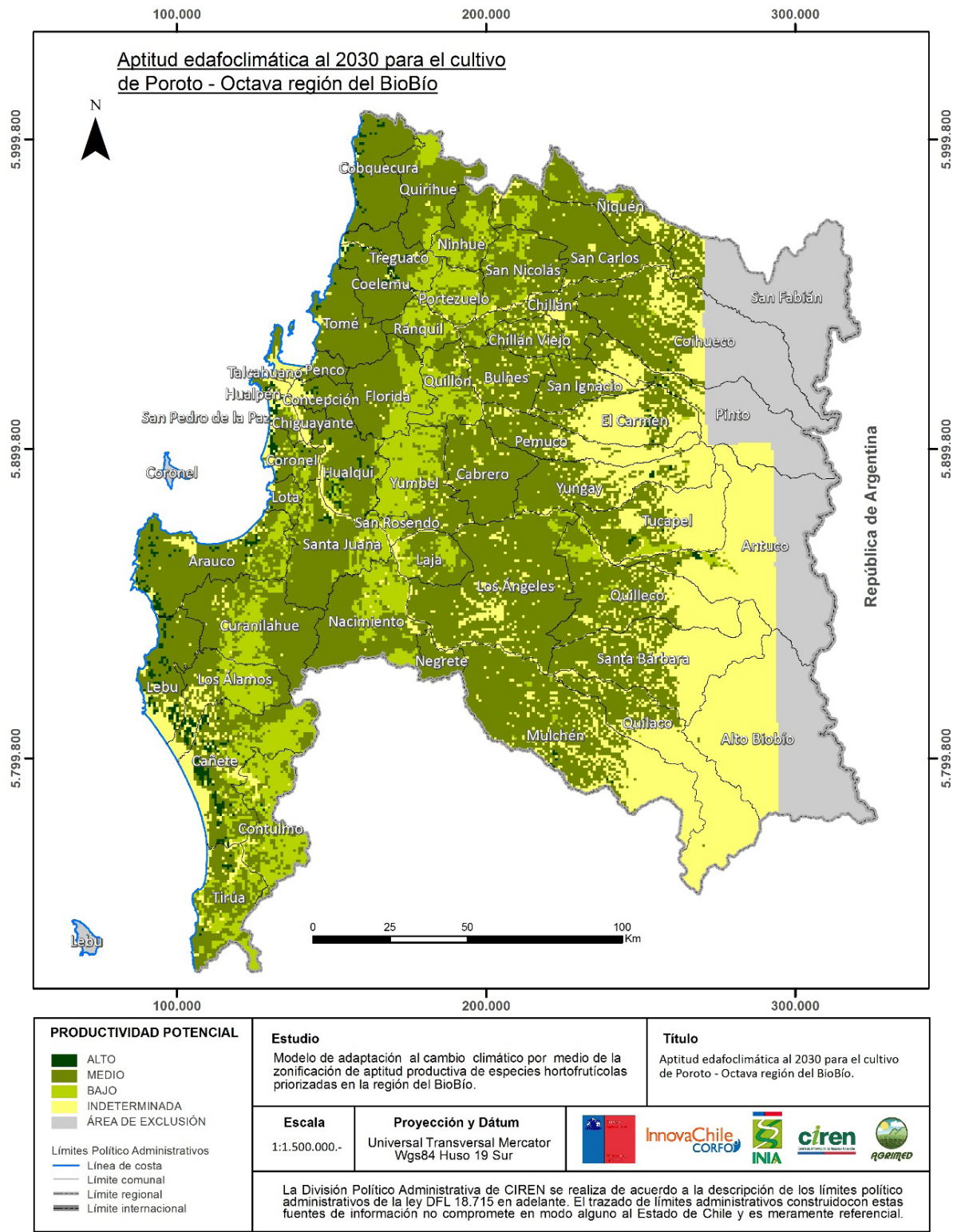


## 4. Mapa de aptitud por suelo-clima, condición actual





5. Mapa de aptitud por suelo-clima, condición futura (2030)







## 5. Recomendaciones productivas

El cambio climático se está convirtiendo en un desafío de importancia para los productores agrícolas, debido a que en el mediano plazo tendrán que acostumbrarse a un nuevo panorama, que en muchos casos será diametralmente opuesto al que acostumbran, algo más adverso e inestable.

Al respecto, diversos estudios señalan que con su llegada aumentará el promedio de las temperaturas y de acumulación de grados días durante el verano; disminuirán las horas frío en invierno; y se incrementará la ocurrencia de otros eventos inusuales como los periodos cálidos en invierno y la ocurrencia de lluvias tardías en primavera.

El efecto de un aumento térmico tiene muchos aspectos a considerar. Por una parte, este no necesariamente se producirá durante todo el ciclo del cultivo. De hecho, se espera que los mayores aumentos ocurran en los meses de primavera-verano. Por lo tanto, la ocurrencia de olas de calor en esos meses podría ser crítica para los cultivos, dependiendo de su estado de desarrollo. Además de los efectos sobre la producción, un aumento térmico puede influir sobre la calidad del producto final, por ejemplo, aumentaría la incidencia de algunas enfermedades y plagas, los insectos al crecer en un ambiente más cálido tendrán ciclos de vida más corto.

Si bien es imposible predecir si en una temporada determinada se manifestarán aumentos térmicos, y más aún precisar el estado desarrollo en el cual se encuentre el cultivo, existen medidas de adaptación y/o mitigación que se deben considerar en el futuro, como son la modificación en las fechas de siembra, o la utilización de variedades menos susceptibles al aumento de temperaturas. Una modificación en el cambio de fecha de establecimiento del cultivo implica poder optimizar su productividad, permitiendo que el cultivo explore las mejores condiciones ambientales y, cuando las condiciones desfavorables son inevitables, minimizar la coincidencia de estas con los estadios de desarrollo más vulnerables del cultivo.

Además del aumento de las temperaturas, el cambio climático trae consigo una variación en el régimen de las precipitaciones, lo que, en conjunto, causarán un incremento de los requerimientos hídricos de los cultivos. Por ello es importante desarrollar un adecuado manejo agronómico de las hortalizas para hacer frente a la escasez hídrica y lograr un uso más eficiente del recurso. De forma paulatina ocurrirá un desplazamiento del sistema de riego por surco, y utilizar alternativas como por ejemplo el riego por cintas o goteo. Por otro lado, el uso de acolchados o mulch, ya sean plásticos u orgánicos, ayudan a disminuir la evaporación del agua del suelo, mejoran la temperatura del mismo y favorecen el crecimiento de las raíces.

Sin duda, la agricultura deberá adaptarse a los nuevos escenarios climáticos mediante cambios que permitan atenuar los impactos desfavorables de un clima algo más adverso e inestable. Dentro de un plan de adaptación deberán incluirse mejoramientos en la gestión del riego, sistemas para la prevención y regulación de temperaturas altas, control integrado de plagas, mejores sistemas de monitoreo y alerta climática, desarrollo de nuevas variedades mejor adaptadas a las nuevas condiciones climáticas, control de eventuales eventos como el viento y granizos, mecanismos de reducción del estrés, posibles relocalizaciones de especies y variedades, cambio de sistema de manejo de suelo, entre otros. De cualquier forma, las estrategias de adaptación dependerán de la localidad y la especie principalmente.

En la zonificación climática al año 2030 para el cultivo del poroto verde, se observan algunos cambios en las variables climáticas que podrían afectar los potenciales productivos en distintas zonas de la Región del Biobío. Dichas zonas son el secano interior, valle central, litoral, precordillera y cordillera, en algunas comunas de la región, lo que se describe a continuación.

Para la zona del valle central se muestran distintos factores limitantes para la producción de poroto verde, donde se encuentran los días grado y un elevado número de días con temperatura sobre 30°C, para las comunas de Laja, Los Ángeles, Nacimiento, Negrete, Pemuco, Cabrero, San Rosendo, Santa Juana, Quirihue, San Fabián, Florida y Yumbel. Días grado para el valle central de la comuna de Hualqui. Días grado, déficit hídrico y número total de heladas para las comunas de Chillán, Ñiquén, Pinto y San Ignacio. Días grado, número total de heladas y elevado número de días con temperaturas sobre 30°C, para las comunas de Alto Biobío, Antuco, El Carmen, Mulchén, Quilaco, Quilleco, Santa Bárbara, Tucapel y Yungay. Y, por último, días grado y déficit hídrico para las comunas de Bulnes, Chillán Viejo, Coihueco, Ninhue, Portezuelo, Quillón, Ránquil, San Carlos y San Nicolás.

Para la zona de secano interior y la zona de litoral, el factor limitante a la productividad son los días grado, principalmente para la zona del secano interior en las comunas de Arauco, Cañete, Cobquecura, Coelemu, Contulmo, Santa Juana, Nacimiento, Trehuaco, Chiguayante, Curanilahue, Concepción, Coronel, Lebu, Los Álamos, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Talcahuano, Tirúa y Tomé.

Y, para la zona de litoral en las comunas de Trehuaco, Cañete, Coelemu, Lebu, Arauco, Talcahuano, San Pedro de la Paz, Cobquecura, Coronel, Hualpén, Los Álamos, Lota, Penco, Tirúa y Tomé.

Para la zona de precordillera, se presentan como limitantes altas temperaturas para las comunas de El Carmen, Pinto y San Ignacio; y sumado a esta limitante el número total de heladas para las comunas de Pemuco, Tucapel, Yungay, Alto Biobío, Quilaco y Mulchén.

Y, por último, en la zona de cordillera, se presentan como limitante a la producción, el número total de heladas y la suma térmica para las comunas de Santa Bárbara, Alto Biobío, Antuco, Coihueco, Mulchén, Pemuco, Pinto, Quilaco, Quilleco, San Fabián, Tucapel y Yungay.





## 6. Bibliografía

- Bascur, G. 2003. Cultivo al aire libre y cultivo protegido. Revista Tierra Adentro. N°53. pp:39-41.
- Bascur, G. 2003b. Producción temprana de poroto verde. Variedades nuevas: Venus Inia y Trepador Inia. Revista Tierra Adentro N° 53. pp:42-43.
- Bascur, G., Tay, J. 2005. Colecta, Caracterización y Utilización de la Variabilidad Genética en Germoplasma Chileno de Poroto (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Téc. V.65 N°2. Chillán, Chile.
- Díaz, P., Kehr, E., Medina, L., Leal, Y. 2013. Compendio Fichas Técnico Económicas Hortícolas. Inia Carillanca – Corfo.
- Faiguenbaum, H. 1992. Curso Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales, Santiago, Chile.
- Faiguenbaum., H. 2003. Capítulo XI: Poroto verde. pp: 537-561. En: Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Santiago, Chile.
- Faiguenbaum., H y Mouat., P. 2003. Biología de Cultivos Anuales. Disponible en [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/) .Leído el 15 de mayo de 2017.
- Inia, 2017. Venus Inia. Disponible en: <http://www.semillasinia.cl/producto/semillas-de-leguminosas/venus-inia/> Leído el 20 de mayo de 2017.
- Odepa. 2017. Estadísticas Productivas. Disponible en: <http://www.odepa.cl/estadisticas/productivas/> Leído el 20 de junio de 2017.
- Rodríguez, N. 2004. Uso adecuado de fertilizantes en porotos. Boletín Inia N° 116. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Inia Quilamapu. Chillán, Chile.
- Sepúlveda, P., Meneses, L. 1995. Aumentan los virus de poroto en Chile. Tierra Adentro N°1. pp: 30-33.
- Sepúlveda, P. 2000. Transmisión de virus por semilla. Tierra Adentro N°33. pp: 18 – 21.
- Tay, J., France, A., Gerding, M., Kramm, V., Velasco, R. 2000. Manual de producción de leguminosas de grano y hortícolas para el secano costero de la Región del Maule. Boletín Inia N° 40. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Inia Quilamapu. Chillán, Chile.
- Tay, J. 2008. Leguminosas de grano seco. En: Emergencias climáticas en la Agricultura Recomendaciones para la Región del Biobío. Boletín Inia N° 184. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Inia Quilamapu. Chillán, Chile.
- Tay, J., González, J., Sánchez, C., Valenzuela, A. 2012. Producción moderna y competitiva del poroto. Informativo N° 118. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Inia Quilamapu. Chillán, Chile.





**CIREN**

Av. Manuel Montt #1164,  
Providencia, Santiago

Teléfono (56) 2 2200 8900

**WWW.CIREN.CL**



Proyecto apoyado por

