

Poroto verde

Phaseolus vulgaris L. var. *vulgaris*

Gabriel Saavedra Del Real, Ing. Agrónomo MSc, PhD



Centro de origen y características botánicas

El poroto verde y el poroto seco son la misma especie, pertenece a la familia *Fabaceae*. La planta es autógama y anual originaria de la región andina y Mesoamericana. También, el poroto se puede encontrar de forma silvestre desde el sur de México hasta Jujuy (Argentina), donde fue domesticada entre el 7000 y 8000 A. C. (Gepts, 1998). La forma silvestre es esencialmente trepadora, con entrenudos largos y vainas espaciadas, dehiscentes y con granos pequeños. Al domesticarse se redujo la altura acortando los entrenudos, alargando las vainas y engrosando los granos; el carácter trepador lo conservan algunas variedades para invernadero o conducción en espaldera. Como cultivo, se encuentra distribuido por todo el mundo en latitudes comprendidas entre los 52°N y 32°S, y desde el nivel del mar hasta más de 3.000 m (Cubero, 2017).

Las variedades se pueden distinguir en crecimiento determinado (tamaño 30-40 cm de altura) e indeterminado, que pueden alcanzar 3 m de altura con más de 25 nudos florales. Dentro de ellas se pueden agrupar por forma, color de vaina y grano, y por ciclo de producción (precoces a tardías). Los tipos más conocidos son de vaina ancha, aplanada y vaina cilíndrica (Figura 1) (Cubero, 2017). La industria de congelados y enlatados prefiere la vaina cilíndrica, pero para se prefiere la vaina plana. La agroindustria prefiere la vaina redonda porque se conservan frescas por mayor cantidad de tiempo, pero además hay una relación estrecha entre el tamaño del agujero seleccionador con calidad y madurez cuando las vainas son seleccionadas antes de ser procesadas (Koutsika-Sotiriou y Traka-Mavrona, 2008).



Figura 1. Tipos de vaina en poroto verde: vaina ancha (a); vaina plana (b) y vaina cilíndrica (c)

Estadísticas productivas regionales

En el mundo se siembran 146.350 hectáreas de poroto verde, de ellas 69 % se cultiva en América y 49 % en Estados Unidos. En Chile, la superficie promedio sembrada en los últimos 10 años ha sido de 2.613 ha, con 2.843 ha en la última. La distribución regional se muestra en el cuadro 1, donde prácticamente el 70 % de la producción se concentra en las regiones Metropolitana, Coquimbo y Maule. La Región de La Araucanía aporta con el 5,8 % de la superficie sembrada, siendo la quinta en importancia detrás de la Región de Valparaíso.

Cuadro 1. Superficie sembrada con poroto verde y su distribución regional. Temporada 2020/2021. ODEPA, 2022

Región	Hectáreas	Porcentaje (%)
Arica y Parinacota	137,1	4,8 %
Atacama	35,4	1,2 %
Coquimbo	747,6	26,3 %
Valparaíso	169,7	6,0 %
Metropolitana	942,5	33,1 %
O'Higgins	156,1	5,5 %
Maule	293,6	10,3 %
Ñuble	91,2	3,2 %
Biobío	58,4	2,1 %
La Araucanía	165,1	5,8 %
Resto del país	46,8	1,6 %
Total	2.843,4	

En La Araucanía, el promedio de los últimos 10 años ha sido de 142 hectáreas sembradas con este cultivo, con una tendencia a incrementar, tal como se observa en la figura 2.

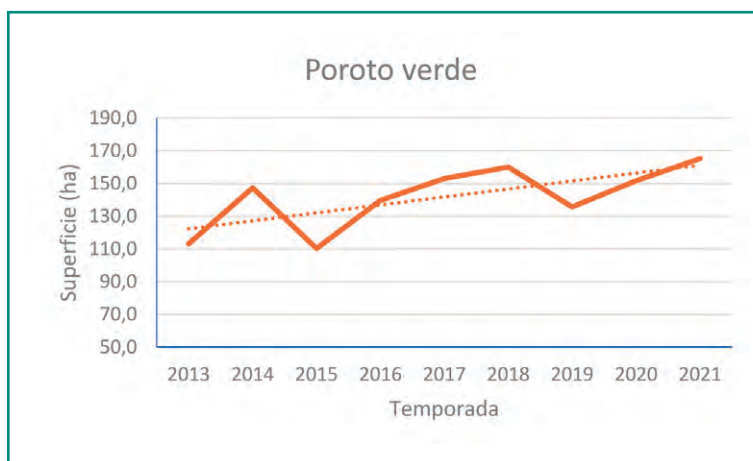


Figura 2. Evolución de la superficie sembrada de poroto verde y tendencia en la Región de La Araucanía

La comercialización se realiza en mercados mayoristas en sacos de 25 kg en vegas y centros de acopio mayorista del país. El poroto verde proveniente de La Araucanía se comercializa entre enero y abril, con el mayor volumen en enero. Entre enero 2020 y abril 2021 se comercializaron en Chile 1.994 sacos de 25 kg proveniente de La Araucanía, o sea 49.850 kilos con un promedio de precio real por kilo de \$1.193. Este volumen no considera lo comercializado en retail y supermercados, ni el mercado informal que caracteriza las hortalizas.

Requerimientos agroclimáticos, época de siembra y ciclo de desarrollo

Por ser una planta de origen de lugares cálidos, es muy sensible a heladas, especialmente entre emergencia y floración, la temperatura crítica de daño es 0 °C. La temperatura óptima de crecimiento está entre 20-26 °C, con un mínimo de 8-10 °C, este valor indica la temperatura base de crecimiento. La máxima está entre 27 y 30 °C, ya que sobre esta temperatura se altera la fisiología de la planta afectando la cuaja de flores (Cubero, 2017). Excesos de humedad pueden ocasionar caída de flores y fluctuaciones de temperatura, por debajo de 15 °C producen vainas curvadas.

La planta no es exigente en profundidad de suelo, ya que arraiga superficialmente, la profundidad óptima son 45 cm. El pH óptimo está entre 5,5 y 7,5, con un mínimo tolerado de 4,6. Esta especie es sensible a la salinidad del suelo, siendo 1,0 mmhos/cm el valor tolerado, con un valor crítico de 3,5 mmhos/cm (Ciren, 2012).

Por ser una planta sensible a heladas, hay que sembrarla cuando pase este período. Por lo tanto, fluctúa mucho la fecha entre zonas. En el cuadro 2 se presentan las fechas recomendadas de siembra de poroto verde en la Región de La Araucanía.

Cuadro 2. Épocas de siembra de poroto verde según zona agroecológica

Zona agroecológica	Inicio	Fin
Secano interior	01 octubre	30 noviembre
Secano costero	01 octubre	30 noviembre
Valle central	01 noviembre	31 diciembre
Precordillera	01 noviembre	31 diciembre

Fuente: (Kehr y Bastías, 2016).

El ciclo de desarrollo del poroto verde es corto, entre 90 y 120 días, según la variedad y condiciones agroclimáticas. En la figura 3, se muestra el ciclo de desarrollo del poroto, pero para cosecha en verde debe estar entre los estados R7 a R8, o sea desde formación de vaina hasta inicio de llenado de grano, donde lo importante es la textura de la vaina y poco desarrollo del grano. Las claves de los estados fenológicos se presentan en el cuadro 3.

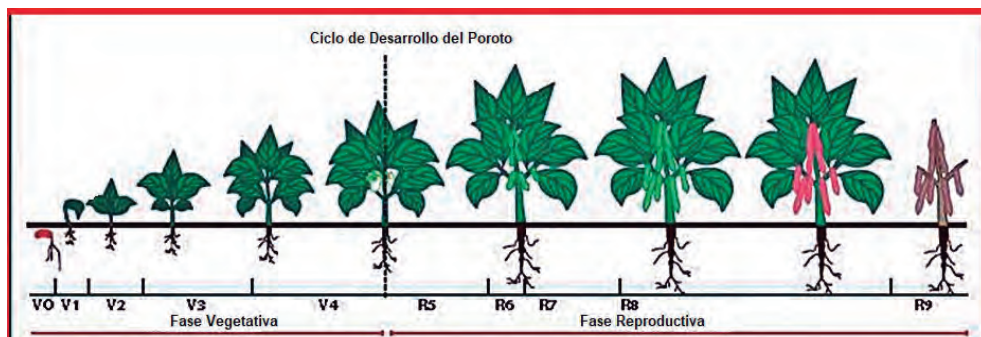


Figura 3. Ciclo de desarrollo de la planta de poroto (Adaptado de: Schwartz et al., 2005)

Cuadro 3. Claves de los estados fenológicos del poroto

Fase	Código	Etapas
Vegetativa	V0	Germinación
	V1	Emergencia
	V2	Hojas primarias
	V3	Primera hoja trifoliada
	V4	Tercera hoja trifoliada
Reproductiva	R5	Prefloración
	R6	Floración
	R7	Formación de vainas
	R8	Llenado de vainas
	R9	Maduración

Agronomía del cultivo

Distribución espacial y población

La planta de poroto es frondosa, por lo tanto, hay que darle el espacio suficiente para que exprese todo su potencial. La siembra es en hileras, ya sea en plano o camellones a 0,7 m y sembrando aproximadamente 15 semillas por metro lineal, para una población de 220.000 plantas/ha, equivale a 120 kg/ha. Considerar la variación del tamaño de semilla ya que cambia según la variedad, estimando un peso entre 35 y 49 g por cada 100 semillas. Esta información puede ser ajustada en kilos de semilla necesaria para sembrar por hectárea.

Necesidades hídricas

El poroto, como la gran mayoría de los cultivos, presenta períodos de su desarrollo que son muy sensibles a la falta de humedad del suelo. Un déficit de agua durante períodos críticos como crecimiento, floración y formación de vaina, provoca pérdidas de hasta 30 %. El primer riego se debe hacer cuando el cultivo presenta la primera hoja trifoliada, con 5 a 6 riegos por temporada, si es por surco. Pero, al ser presurizado por cintas, la frecuencia cambia de acuerdo a la demanda bruta de agua, tal como se muestra en el cuadro 4. La metodología utilizada para el cálculo se indica en el Anexo 1.

Cuadro 4. Demanda bruta de agua en la Región de La Araucanía por el cultivo del poroto verde

Zona agroecológica	Mes siembra	Inicio cosecha	Demanda Bruta (mm/ha)
Secano interior	Octubre	Enero	516
Secano costero	Octubre	Enero	478
	Noviembre	Febrero	443
	Diciembre	Marzo	445
Valle central	Noviembre	Febrero	525
	Diciembre	Marzo	436
Precordillera	Noviembre	Febrero	558
	Diciembre	Marzo	478

Necesidades nutricionales

Como todas las leguminosas, el poroto verde es capaz de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con una bacteria específica, *Rhizobium phaseoli*. La cantidad de nitrógeno fijado varía de acuerdo a las condiciones climáticas y nutrición del suelo, pero se indica desde 50 kg/ha/año (EOS Data Analytic, 2022) y 20 a 25 kg/ha/año (INTAGRI, 2021).

En este cultivo, la mayoría del nitrógeno (N), calcio (Ca), azufre (S) y manganeso (Mn) se absorbe desde siembra hasta 50 a 60 días. Por el contrario, la absorción del potasio (K) y fósforo (P) continúa hasta 70 y 80 días después de siembra. La mayor absorción nutricional corresponde a K y N con niveles de 170 a 200 kg/ha y Ca con 100 kg/ha. Se requieren cantidades inferiores a 50 kg/ha de S, Mg y P (Rodríguez, 2004).

Manejo de enfermedades

El poroto verde es atacado por una serie de enfermedades, destacando las virosis como Mosaico Común del Frejol (BCMV) y Mosaico Amarillo del Frejol (BYMV), transmitidas por vectores como los pulgones, y por semilla como el caso del Mosaico Común, que para

controlarla es necesario usar semilla sana, de origen conocido o certificada. También, la elección de variedades que presenten tolerancia o resistencia a estas enfermedades es muy recomendable, junto con el control de vectores.

Hay enfermedades fúngicas que atacan al poroto verde, las cuales se listan en el cuadro 5, donde se describen síntomas. Este listado corresponde a las enfermedades reconocidas por el SAG en Chile para el poroto y recopiladas por Acuña (2008). La mayoría de estas enfermedades se puede mitigar disminuyendo la cantidad de inóculo presente en los potreros, haciendo una rotación de cultivos de 3 a 4 años, eliminar rastrojos y malezas que puedan ser reservorios de inóculos, todo esto en forma preventiva.

Cuadro 5. Listado de enfermedades reconocidas para el cultivo del poroto verde (Acuña, 2008)

Agente causal	Síntomas
<i>Alternaria alternata</i> (sin. <i>A. tenuis</i>) alternariosis	Manchas foliares necróticas, pequeñas, irregulares, café rojizas, con un borde café oscuro o en anillos concéntricos. Vainas con lesiones semejantes y deprimidas. Pudrición de post cosecha en vainas verdes y granadas.
<i>Alternaria sp.</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Rhizopus sp.</i> , <i>Sclerotinia sp.</i> pudrición de poscosecha	Pudrición de vainas verdes y granadas en poscosecha, con desarrollo de lesiones café oscuro, acuosas y presencia de mohos de diferente color según hongo causal.
<i>Alternaria sp.</i> , <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Botrytis sp.</i> , <i>B. cinerea</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>F. solani f. sp. Phaseoli</i> , <i>Mucor sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Phytophthora sp.</i> , <i>P. megasperma</i> , <i>Pythium aphanidermatum</i> , <i>P. ultimum</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sp.</i> caída, pudrición de semillas	Marchitez de plántulas en pre y post emergencia, asociada a pudrición húmeda debajo de los cotiledones, con destrucción del sistema vascular, en pre y post emergencia. Lesiones alargadas y húmedas en tallos, varios cm sobre y bajo el nivel del suelo, y en raíces, como canchales de tamaño variable y bordes bien definidos color café rojizo. Pudrición de semillas con desarrollo de micelio y esporas de hongos.
<i>Botrytis cinerea</i> pudrición gris, tizón	Manchas foliares oscuras y acuosas, con zonas concéntricas, y presencia de micelio gris, también sobre flores senescentes y vainas. Vainas con manchas acuosas, luego café grisáceas y deprimidas.

Agente causal	Síntomas
<p><i>Colletotrichum lindemuthianum</i></p> <p>antracnosis</p>	<p>Manchas foliares necróticas, redondas u oblongas, de 2-3 cm diámetro, rojizas, con borde más oscuro, también en pecíolos. Venas rojizas y necróticas. Tallos con canchros café, alargados y deprimidos, con borde rojo ladrillo, que se quiebran. Vainas con manchas pequeñas, redondas u oblongas, color café claro, de 1-10 mm, borde negro a café rojizo.</p>
<p><i>Erysiphe polygoni</i></p> <p>oídio</p>	<p>Manchas foliares amarillentas como moteado en la cara superior, de hasta 1 cm diámetro, con desarrollo de micelio blanco y pulverulento, también sobre tallos y vainas. Amarillez y eventual defoliación prematura. Malformación o aborto de vainas.</p>
<p><i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>Phaseoli</i></p> <p>fusariosis amarilla</p>	<p>Amarillez y senescencia prematura del follaje, generalmente sin marchitez. Raíces y tallos con decoloración vascular de color café rojizo.</p>
<p><i>Fusarium solani</i> <i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>Phaseoli</i></p> <p>fusariosis o pudrición seca del frejol</p>	<p>Follaje parcialmente clorótico, hasta amarillez; menor desarrollo de plantas y caída prematura de hojas. Coloración rojiza en zona del cuello y raíz principal. Necrosis y muerte de raíces, con agrietamientos longitudinales.</p>
<p><i>Macrophomina phaseolina</i> (anam. <i>Sclerotium bataticola</i>)</p> <p>tizón ceniciento del tallo</p>	<p>Plantas con marchitez, clorosis y defoliación prematura, asociada a lesiones en la base del tallo como canchros negros, deprimidos, con margen definido. Coloración gris cenicienta de tejidos por presencia de microesclerocios o picnidios negros del hongo, sobre y dentro del tallo.</p>
<p><i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>Syringae</i></p> <p>mancha café bacteriana</p>	<p>Vainas con manchas como puntos, acuosas a necróticas, color café, sin halo. Vainas enroscadas o dobladas.</p> <p>Manchas foliares necróticas sin halo, también en tallos.</p>
<p><i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i> (sin. <i>Pseudomonas phaseolicola</i>, <i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>)</p> <p>tizón del halo</p>	<p>Manchas foliares acuosas, de unos pocos mm diámetro, que se vuelven necróticas y café rojizas, a veces con un halo verde amarillento.</p> <p>Manchas oleosas y acuosas en tallos y vainas, con bordes de color café cuando maduran las vainas. Semillas con pudrición o arrugadas y decoloradas.</p>
<p><i>Rhizoctonia solani</i></p> <p>caída, pudrición del cuello</p>	<p>Canchros más o menos circulares a oblongos, deprimidos, café y bien delimitados por un margen café, en cuello y raíz principal. Vainas en contacto con el suelo presentan lesiones café, deprimidas y delimitadas. Pudrición de post cosecha.</p>

Agente causal	Síntomas
<p><i>Rhizopus</i> sp. <i>Rhizopus stolonifer</i> <i>Fusarium solani</i> pudrición de vainas y semillas</p>	<p>Pudrición de vainas verdes y granadas en post cosecha, con desarrollo de micelio café oscuro a negro y esporas del hongo. Pudrición de semillas.</p>
<p><i>Sclerotinia</i> sp. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Sclerotinia minor</i> esclerotiniosis</p>	<p>Marchitez foliar y desecación de plantas, con pudrición basal de tallos, desarrollo de micelio blanco algodonoso y esclerocios negros, duros e irregulares, de 2-10 x 2-5 mm, esféricos y de 0,5-1 mm diámetro, también en vainas en contacto con el suelo. Pudrición de vainas en poscosecha.</p>
<p><i>Sclerotium rolfsii</i> pudrición radicular blanca</p>	<p>Plantas con clorosis, marchitez, madurez prematura, defoliación y muerte del follaje. Pudrición blanda del cuello y raíces, con necrosis del xilema sobre y bajo la zona del cuello; desarrollo de micelio blanco algodonoso y numerosos esclerocios pequeños, lisos, redondos, de 2-2,5 mm diámetro, blancos a café claro en la zona del cuello y raíces.</p>
<p><i>Uromyces phaseoli</i> (sin. <i>Uromyces appendiculatus</i>) roya</p>	<p>Pústulas irregulares, de color rojizo-anaranjado en envés de hojas (uredosoros), que rompen la epidermis y pueden alcanzar hasta 1-2 mm diámetro. Amarillez y seca del follaje, defoliación.</p>
<p><i>Verticillium albo-atrum</i> verticilosis</p>	<p>Marchitez y amarillez foliar. Coloración café del sistema vascular de tallos y raíces.</p>
<p><i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Phaseoli</i> bacteriosis común, tizón común</p>	<p>Manchas foliares pequeñas, menos de 1 mm diámetro, traslúcidas y acuosas, irregulares, luego necróticas, que pueden unirse y presentar exudación bacteriana en condiciones de humedad. Venas con necrosis café rojiza. Tallos con estrías de color café rojizo; quiebre del primer nudo del tallo principal. Vainas con manchas verde acuosas a café rojizo, con exudación amarillo o crema. Semillas arrugadas o con manchas amarillentas a café en la testa o zona del hilum.</p>
<p>Alfalfa mosaic virus (AfMV) Virus del mosaico de la alfalfa Bean common mosaic virus (BCMV) Mosaico común del frejol Bean yellow mosaic virus (BYMV) Mosaico amarillo del frejol Cucumber Mosaic Virus (CMV) Virus del mosaico del pepino</p>	<p>Moteado clorótico o mosaico, hojas alargadas, arrugadas o acucharadas y deformación de vainas (AfMV, CMV), con presencia de círculos concéntricos (AfMV). Necrosis del ápice de brotes e interna y externa de tallos (AfMV, BCMV raza necrótica).</p> <p>Mosaico amarillo o verde amarillento intenso, curvamiento de folíolos hacia abajo; acortamiento de entrenudos (BYMV, TSV). Aborto de flores; ampollamiento, enanismo foliar y entrenudos cortos. Achaparramiento general de la planta.</p> <p>Vainas escasas y vanas, pequeñas o con granos pequeños.</p>

El control químico se debe realizar en casos necesarios usando ingredientes activos y productos comerciales autorizados por el SAG (2022) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Listado de ingredientes activos y productos comerciales para enfermedades de poroto verde autorizados por el SAG al 11 de octubre 2022

Nombre común	Nombre científico	Ingrediente activo	Producto comercial
Alternariosis	<i>Alternaria alternata</i>	Azoxistrobina	Amistar 50 WG, Amistar Opti
		Difenoconazol	Caldera 250 EC, Difenoconazol 250 EC, Dominio 25 EC, Premiado 250 EC, Score 250 EC
Antracnosis	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Captán	Captan 83 WP, Captan Gold 80 WG
		Folpet	Folpan 50 WP
		Tiofanato-Metilo	Rutyl
Caída de plantas	Varias especies	Fludioxonilo / Metalaxilo-M (Mefenoxam)	Celest XL 035 FS, Celest XL 035 FS Colourless
		Mancozeb	Cadillac, Fuerza
		Tiofanato-Metilo / Piraclostrobina	Acronis
Esclerotiniosis	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Azoxistrobina	Amistar 50 WG
		Ciprodinilo / Fludioxonilo	Switch 62,5 WG
		Iprodiona	Rovral 50% WP, Rukon 50 WP
		Tiofanato-Metilo	Rutyl
Oidio	<i>Erysiphe polygoni</i>	Azoxistrobina	Amistar 50 WG
		Difenoconazol	Caldera 250 EC, Difenoconazol 250 EC, Dominio 25 EC, Premiado 250 EC, Score 250 EC
		Triadimefón	Nabac 25 WP, Swift T-25, Triadimefon 25 WP, Xenor
Pudrición del cuello	<i>Rhizoctonia solani</i>	Iprodiona	Rovral 50% WP, Rukon 50 WP
Pudrición gris	<i>Botrytis cinerea</i>	Ciprodinilo / Fludioxonilo	Switch 62,5 WG

Roya	<i>Uromyces phaseoli</i>	Azoxistrobina	Amistar 50 WG
		Azoxistrobina / Ciproconazol	Planet Xtra
		Ciproconazol	Alto 100 SL
		Triadimefón	Nabac 25 WP, Swift T-25, Xenor

Manejo de plagas

Existen numerosas plagas que afectan al poroto verde, algunas se presentan todos los años, mientras otras en forma ocasional y en intensidad variable. El control químico se justifica solo cuando el daño es superior al costo de las pulverizaciones, considerando, en todo caso, el estado de desarrollo del cultivo. En el cuadro 7 se presentan las principales plagas del poroto verde y el control químico a través de productos comerciales y su ingrediente activo para su uso en este cultivo.

Cuadro 7. Principales plagas del poroto verde y productos comerciales e ingredientes activos para su control químico autorizados por el SAG al 11 de octubre 2022 (SAG, 2022)

Nombre común	Nombre científico	Ingrediente activo	Producto comercial
Gusano barrenador	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Acefato	Orthene 80 ST
		Teflutrina	Force 20 CS Semillero
Gusanos cortadores	<i>Agrotis</i> spp, y otros	Acefato	Orthene 80 ST
		Dazomet	Basamid Granulado
		Metam-Sodio	Raisan 50, Nemasol
		Permetrina	Permetrina 50 CE
Minahojas	<i>Lyriomyza sativae</i> , <i>Lyriomyza huidobrensis</i> , <i>Lyriomyza quadra</i>	Ciromazina	Trigard 75 WP, Ciromas 75 % WP
		Dimetoato	Perfekthion
		Gamma-Cihalotrina	Zoro, Bull
		Lambda-Cihalotrina	Karate Con Tecnología Zeon, Karate Con Tecnología Zeon 050 CS, Ninja, Invicto 50 CS
		Novalurón	Rimon 10 EC, Pedestal
		Permetrina	Permetrina 50 CE
Mosca del frejol	<i>Delia</i> spp	Acefato	Orthene 80 ST
		Teflutrina	Force 20 CS Semillero

Nombre común	Nombre científico	Ingrediente activo	Producto comercial
Polilla del frejol	<i>Epinotia aporema</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> cepa N1/ <i>Bacillus thuringiensis</i> cepa N2/ <i>Bacillus thuringiensis</i> cepa N3	Betk-03
		Bifentrina	Talstar 10 EC, Tripp, Bifentrin 100 EC
		Gamma-Cihalotrina	Zoro, Bull
		Lambda-Cihalotrina	Knockout, Lambda Cihalotrina 50 EC
		Novalurón	Rimon 10 EC, Pedestal
Pulgones	Varias especies	<i>Beauveria bassiana</i> cepa ATCC 74040	Naturalis L
		Dimetoato	Perfekthion
		Gamma-Cihalotrina	Zoro, Bull
		Imidacloprid	Confidor Forte 200 SL, Couraze 200 SL, Absoluto 20 % SL, Imidacloprid 200 SL
		Imidacloprid / Deltametrina	Muralla Delta 190 OD
		Lambda-Cihalotrina	Zero 5 EC, Karate Con Tecnologia Zeon, Karate Con Tecnologia Zeon 050 CS, Knockout, Ninja, Invicto 50 CS, Lambda Cihalotrina 50 EC
Trips	<i>Thrips tabaci</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i>	Acetamiprid / Lambda-Cihalotrina	Quilate Plus 45 % WP
		<i>Beauveria bassiana</i> cepa ATCC 74040	Naturalis L
		Dimetoato	Perfekthion
		Espinosad	Entrust
		Lambda-Cihalotrina	Zero 5 EC, Karate Con Tecnologia Zeon, Karate Con Tecnologia Zeon 050 CS, Knockout, Ninja, Invicto 50 CS, Lambda Cihalotrina 50 EC

Manejo de malezas

La competencia de las malezas, es uno de los mayores inconvenientes para obtener un buen rendimiento económico. Se afirma que el poroto verde es uno de los cultivos que compite fuertemente con las malezas cuando se desarrolla bajo condiciones favorables, lo que consigue en parte, con la eliminación temprana de éstas. Se ha establecido que el poroto verde debe estar libre de malezas, durante los primeros 40 días después de la emergencia, por lo que, cualquier método de control deberá contemplar fundamentalmente este período (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 1977).

El control de malezas comienza al inicio del sistema productivo, donde la rotación es fundamental. Como hay una secuencia de cultivos con diferente hábito de crecimiento, se logra también alterar el hábito de crecimiento de las malezas, disminuyendo la población a través de los años. El siguiente paso es la preparación de suelos, temprano, pero preparar una cama de semilla esencialmente libre de malezas es muy favorable para que el cultivo se establezca libre de competencia.

Una vez establecido el cultivo, se pueden realizar limpiezas manuales o mecanizadas entre hileras. Finalmente, está el control químico con herbicidas que den protección al cultivo. Una lista de los productos e ingredientes activos se presenta en el cuadro 8.

Cuadro 8. Ingredientes activos, productos comerciales y modo de acción de herbicidas para el poroto verde autorizados por el SAG al 11 de octubre 2022 (SAG, 2022)

Ingrediente activo	Producto comercial	PSI	PreEm	PostEm	Acción
Cletodima	Centurion 240 EC, Aquiclan 24 EC, Aquiles 24 EC, Centurion Super, Clethodim 3E, Cletodim 240 EC, Fortaleza 24% EC, Hazard, Vesuvius			X	Gramíneas
Fluazifop-P-Butilo	Hache Uno 2000 175 EC			X	Gramíneas
Fomesafeno	Flex, Legufen 250 SL			X	Hoja ancha
Propaquizafop	Agil 100 EC			X	Gramíneas
Propisocloro	Proponit 720 EC, Portento 720 EC	X	X	X	Gramíneas y hoja ancha
Quizalofop-P-Tefurilo	Pantera 12 EC, Pantera Plus, Sector - T			X	Gramíneas

Linurón	Linurex 50 SC, Afalon 50 SC, Linurón 500 SC Solchem, Tiburón 500 SC		X		Gramíneas y hoja ancha
S-Metolacoloro	Dual Gold 960 EC, Partidor 960 EC	X			Gramíneas y hoja ancha
Trifluralina	Treflan, Triflurex 48 EC	X			Gramíneas y hoja ancha

Índice de cosecha

El índice de cosecha para el poroto verde es cuando la vaina alcanza su largo máximo y los granos están semi-formados, o sea visualmente apenas se distingue la concavidad, por fuera de la vaina, el grano.

Poscosecha

La vaina de poroto verde es un órgano en plena actividad, respira, consume azúcares y elimina agua una vez que es separada de la planta. Estas vainas, una vez cosechadas, deberían ser puestas bajo protección para bajar la temperatura y disminuir las pérdidas por deshidratación. En un ensayo realizado dentro de las unidades demostrativas del programa GORE-INIA Hortalizas, donde se realizaron muestras, se pesó y se puso una parte a pleno sol y otra bajo malla raschel. Posteriormente, a las 2 y 4 horas se pesaron (Cuadro 9).

Cuadro 9. Pérdida de masa (%) de tres variedades de poroto verde (Magnum, Apolo y Chisolm) expuestas al sol y bajo sombra (malla raschel) en cinco localidades de la Región de La Araucanía

		Magnum		Apolo		Chisolm	
		Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra
INIA Carillanca	2 horas	5,7	1,7	3,0	2,0	2,7	2,0
	4 horas	11,3	2,7	8,0	4,3	6,0	3,3
Maquehue	2 horas	5,7	3,7	4,0	1,7	4,0	2,0
	4 horas	15,3	7,0	9,7	4,3	13,0	3,6
Chol Chol	2 horas	3,0	11,0	3,0	16,0	4,0	9,0
	4 horas	6,0	20,0	9,0	30,0	11,0	21,0
Freire	2 horas	4,0	5,0	4,0	11,0	4,1	13,0
	4 horas	21,0	12,0	4,0	23,0	24,5	4,0
Renaico	2 horas	8,0	6,0	1,0	15,0	0,0	10,0
	4 horas	20,0	17,0	22,0	33,0	1,0	33,0

El promedio general a las dos horas de exposición al sol fue de 7,3 % de disminución de peso, mientras que bajo malla fue de 3,7 %. A las cuatro horas, a pleno sol, la disminución de peso fue de 14,6 % y bajo malla 12,1 %.

Productividad

El momento de cosecha del poroto verde es muy importante, ya que al pasar esa etapa la vaina se pone más dura y los granos más grandes, perdiendo calidad el producto. Por eso, tomando la información desde siembra a cosecha en las diferentes unidades demostrativas del programa GORE-INIA Hortalizas, se hizo un análisis de la suma térmica acumulada en base 10, ya que bajo 10 °C la planta no crece. Este resultado fue que, en promedio, la planta de poroto verde necesita 585±117 grados-día para llegar a cosecha. Basándose en esta información, se hizo un cálculo y extrapolación para la estimación de cosecha en diferentes zonas agroecológicas de La Araucanía. Los resultados se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Épocas de cosecha de poroto verde según fecha de siembra basado en grados-días acumulados base 10 para cinco territorios de la Región de La Araucanía

Zona agroecológica	Mes inicio de siembra	Período de cosecha	Mes fin de siembra	Período de cosecha
Secano interior: Chol Chol	Octubre	Mediados de febrero		
Valle central: Temuco	Noviembre	1ª quincena de febrero	Diciembre	1ª semana de marzo
Valle central: Maquehue	Noviembre	2ª quincena de febrero	Diciembre	1ª semana de marzo
Cautín sur: Freire	Noviembre	Fines de febrero	Diciembre	1ª quincena de marzo
Precordillera Vilcún	Noviembre	1ª quincena de marzo	Diciembre	Mediados de marzo
Secano costero: Tranapunte	Octubre	1ª quincena de marzo		
Malleco sur: Renaico	Octubre	1ª quincena de enero	Noviembre	Mediados de enero

Rendimiento

El promedio mundial en la temporada 2020-2021 fue 9,5 t/ha, siendo el continente americano el de mayor superficie sembrada con un promedio de 9,4 t/ha, con el mejor rendimiento mundial en Estados Unidos con 10,4 t/ha (FAOSTAT, 2022). En el país el promedio se encuentra entre 8 y 9 t/ha, pero este cultivo tiene un potencial de 22 t/ha, según resultados obtenidos en evaluaciones del programa GORE-INIA Hortalizas en la temporada 2020-2021.

Se determinó un promedio general de 19 t/ha en las unidades demostrativas del programa GORE-INIA Hortalizas. Además, al comparar la manta térmica respecto a uno sin manta no se observaron diferencias en rendimiento, ambas estuvieron entre 18 y 19 t/ha, pero hubo un adelanto de casi un mes en Maquehue e INIA Carillanca. En Maquehue se observó un mejor rendimiento con 20,5 t/ha, destacando las variedades Chisolm y Magnum con 24 y 25 t/ha, respectivamente. En INIA Carillanca, las variedades Venus y Chisolm fueron las de mayor rendimiento con 21 y 23 t/ha, respectivamente.

Respecto de los componentes de rendimiento, el número de vainas por planta varió mucho de acuerdo a la fecha de siembra. En siembras de diciembre se obtuvieron 13 vainas por planta, comparado con 19 vainas por planta en noviembre. El peso de la vaina varió muy poco, con 9,2 g/vaina en siembras de diciembre, y 10,3 g/vaina en siembras de noviembre. Estos resultados muestran el potencial de este cultivo en la región, además, la producción se puede extender hasta marzo, cuando en la zona central ya está terminada la cosecha.

Rendimiento industrial

La agroindustria usa poroto verde para congelado y enlatado. Así, en ambos el producto debe contener un alto contenido de materia seca y sólidos solubles, de manera que al ser hervidos y envasados conserven el mayor peso posible para disminuir pérdidas industriales. Un promedio de 13,2 % de materia seca (MS) y 6,3°Brix de sólidos solubles (SS) fue obtenido en las evaluaciones realizadas en las unidades demostrativas, aunque estas mediciones dependen del momento de cosecha. Si se deja la vaina más tiempo en la planta, estas acumulan mucha más MS y SS, pero sufren deterioro de la calidad.

Valor nutricional y nutracéutico

El poroto verde es bajo en calorías, está libre de grasas y sodio, es una buena fuente de fibra, de vitamina C y ácido fólico. En el cuadro 11 se muestra la información nutricional de este cultivo (Cinco al día, 2022).

Cuadro 11. Información nutricional de 100 g de poroto verde

Energía (Kcal)	35
Proteínas (g)	1,9
Grasa total (g)	0,3
Hidratos de carbono disponibles (g)	4,7
Fibra dietética total (g)	3,2
Sodio (mg)	1,0
Potasio (mg)	146,0
Calcio (mg)	44,0
Hierro (mg)	0,7
Vitamina A (µg ER)	32,0
Vitamina C (mg)	9,7
Vitamina E (mg ET)	0,5
Ac. Fólico (µg)	33,0

Una porción (1 taza) de poroto verde proporciona el 12 % de la ingesta diaria recomendada de fibra, que contribuye a bajar de peso y a mantener estable el nivel de azúcar en la sangre. Promueve la salud del aparato digestivo; removiendo toxinas del cuerpo, limpiando el intestino y evitando la inflamación. Es una excelente fuente de magnesio, nutriente esencial para el funcionamiento de riñones, corazón y músculos. Contiene vitamina A, fluoruro, y otros minerales y nutrientes (Colsalud, 2022). Ayuda a reducir la presión arterial, el colesterol y a prevenir el cáncer. Estudios recientes consideran el IP6 ([Inositol Hexafosfato](#)), como componente prometedor para tratar el cáncer, que se encuentra en poroto verde entre otras fuentes alimentarias. Otros beneficios incluyen la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer de colon (Colsalud, 2022).

Referencias

Acuña, R. 2008. Compendio de fitopatógenos de cultivos agrícolas en Chile [monografías]. 1ra. Ed. Servicio Agrícola y Ganadero. División Protección Agrícola. Programa Vigilancia Agrícola. 122 p. En: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/62712>

Cinco al día. 2022. Poroto verde. En: <https://5aldia.cl/frutas-y-vegetales/porotos-verdes/> [Acceso: 13 diciembre 2022].

CIREN. 2012. Poroto verde. Información avance proyecto. En: https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/1/ODEPA_2022/Poroto.pdf [Acceso: 13 diciembre 2022].

Colsalud. 2022. Porotos verdes: Propiedades y beneficios para tu salud. En: <https://colsalud.com/porotos-verdes-beneficios-para-la-salud> [Acceso: 15 diciembre 2022].

Cubero, J. I. 2017. Leguminosas hortícolas: guisantes, judías y habas hortícolas. En: Maroto, J. V. y Baixauli, C. (Eds.). 2017. Cultivos hortícolas al aire libre. Cajamar Caja Rural, Almería, España. Serie Agricultura 13. 703-741.

EOS Data Analytic. 2022. Fijación biológica de nitrógeno. Plantas y bacterias. En: <https://eos.com/es/blog/fijacion-biologica-de-nitrogeno/>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2022. FAOSTAT- Producción agrícola [online]. Disponible en: Page 4 <http://faostat.fao.org/site/636/DesktopDefault.aspx?PageID=636#ancor> [Acceso: 13 diciembre 2022].

Gepts, P. 1998. Origin and evolution of common bean: Past events and recent trends. HortScience 33(7):1124-1130. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.33.7.1124>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Quilamapu. 1977. Cultivo de poroto en la zona centro sur [en línea]. Chillán, Chile: Boletín Técnico - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 9. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/38122> (Consultado: 15 diciembre 2022).

INTAGRI. 2021. Nutrición del Cultivo de Frijol. Serie Nutrición Vegetal, Núm. 149. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p. [online] <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/fertilizacion-del-cultivo-de-frijol> [Acceso: 13 diciembre 2022].

Kehr, E. y Bastías, M. 2016. Poroto verde. En: Kehr, E. y Leal, Y. (eds.). 2016. Fichas Técnicas: Rubros agropecuarios de interés para sistemas productivos de La Araucanía [en línea]. Temuco, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 330. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6557> (Consultado: 13 diciembre 2022). 67-70.

Koutsika-Sotiriou, M. y Traka-Mavrona, E. 2008. Snap bean. En: Prohens, J. y Nuez, F. Vegetables II. Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae and Umbelliferae. Handbook of Plant Breeding. Springer, New York. 27-86.

ODEPA, 2022. Superficie cultivada con hortalizas. En: <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>

Rodríguez, N. 2004. Uso adecuado de fertilizantes en porotos. Zona Centro Sur [en línea]. Chillán, Chile: Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N°116:9. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7028> (Consultado: 14 diciembre 2022).

SAG. 2022. Lista de plaguicidas con autorización vigente al 11 de octubre 2022. En. www.sag.cl

Schwartz, H. F., Franc, G. D., Hanson, L. E., and Harveson, R. M. 2005. Disease management. Pages 109-143 in: Dry Bean Production and Pest Management. H. F. Schwartz, M. A. Brick, R. M. Harveson, and G. D. Franc, eds. Bull. No. 562A, Colorado State Univ., Cort Collins, CO.