



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

LUPINO dulce y amargo producción en Chile



Editor: Mario Mera K.

Temuco, Chile 2016

ISSN: 0717-4829

Boletín INIA Nº 326

Editor:

Mario Mera K., Ingeniero Agrónomo Ph.D

Autores:

Mario Mera Krieger, Ingeniero Agrónomo Ph.D, INIA Carillanca

Nelson Espinoza Neira, Ingeniero Agrónomo M.Sc, INIA Carillanca (hasta dic. 2015)

Rafael Galdames Gutiérrez, Ingeniero Agrónomo Dr, INIA Carillanca

Alfonso Aguilera Puente, Ingeniero Agrónomo, Consultor Entomología Agrícola

Juan Carlos García Diez, Ingeniero Agrónomo, Universidad de La Frontera

Adolfo Montenegro Barriga, Ingeniero Agrónomo M.Sc, INIA Carillanca (hasta dic. 2013)

José Miguel Alcalde Ramírez, Ingeniero Agrónomo, INIA Carillanca

Comité Editor:

Gabriela Chahín A., Ingeniero Agrónomo

Lilian Avendaño F., Periodista, Magister en Comunicación Estratégica y Marketing

Jaime Mejías B., Ingeniero Agrónomo Ph.D

Boletín INIA N° 326

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional Carillanca,
Camino Cajón-Vilcún km 10, Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía. Casilla 58-D,
Temuco, Chile. Fono 56 452297100.

INIA es una corporación de derecho privado, sin fines de lucro,
dependiente del Ministerio de Agricultura de Chile.

ISSN: 0717-4829

Nota: La mención de nombres comerciales de productos en esta publicación pretende dar mayor claridad al lector. No implica una recomendación específica y sólo debe considerarse como referencia. Puede haberse omitido involuntariamente productos que tienen una acción similar a los mencionados.

Tiraje: 300

Diseño Gráfico: Ramón Navarrete D.

ÍNDICE

Introducción	5
Capítulo 1. Especies de lupino y su utilización	7
<i>Mario Mera K.</i>	
Capítulo 2. Variedades de lupino	27
<i>Mario Mera K., Juan Carlos García D.</i>	
Capítulo 3. Establecimiento de lupino	37
<i>Mario Mera K., Juan Carlos García D., José Miguel Alcalde R.</i>	
Capítulo 4. Fertilización y enmiendas recomendadas para cultivos de lupino	49
<i>Adolfo Montenegro B., Mario Mera K.</i>	
Capítulo 5. Control de malezas en cultivos de lupino	57
<i>Nelson Espinoza N., Mario Mera K.</i>	
Capítulo 6. Enfermedades parasitarias del lupino en Chile	75
<i>Rafael Galdames G.</i>	
Capítulo 7. Plagas del lupino en Chile	92
<i>Alfonso Aguilera P., Mario Mera K.</i>	
Capítulo 8. Cosecha y almacenaje de lupino	113
<i>Mario Mera K.</i>	
Bibliografía general	118

INTRODUCCIÓN

El lupino dulce producido en Chile tiene su principal demanda en la industria salmonera, que requiere ingredientes ricos en proteína. Se ha estimado que solo la industria de alimentos para salmones podría utilizar la producción de 100 mil hectáreas. Una demanda adicional proviene de los sectores avícola y porcino, tradicionales importadores de concentrados proteicos. También, parte de la ganadería bovina del sur requiere suplementos proteicos y el grano de lupino es una opción, de manera particular, cuando es producido en el mismo predio.

Suplir la demanda del país por proteína de origen vegetal, con granos cuya proteína resulte más conveniente que la contenida en el afrecho de soya importado, es un gran desafío para la agricultura del sur. El precio futuro del afrecho de soya puede ser incierto, pero lo real es que la demanda mundial por proteína aumenta a razón de 4% anual. Ya que más del 65% del consumo mundial de proteína es satisfecho con soya, el precio de este producto podría aumentar si los países exportadores (Estados Unidos, Brasil, Argentina, entre otros) no logran satisfacer los requerimientos globales.

Durante años la proteína del lupino se ha mantenido más barata que la proteína contenida en el afrecho de soya puesto en Chile, pero la oferta de este último, a diferencia del lupino, es estable y en los volúmenes requeridos. Ya que las fluctuaciones de precio del afrecho de soya repercuten en la rentabilidad del cultivo de lupino, hay que escudarse con buenos rendimientos. Un cultivo de lupino dulce sostenidamente competitivo frente al afrecho de soya debería rendir mil quinientos kilogramos de proteína por hectárea.

Por otro lado, Chile produce también lupino amargo, cuyo grano es exportado a países del sur de Europa y del mundo árabe. El lupino amargo no tiene demanda en el país y debe cumplir con las exigencias del mercado exportador. Se trata de un cultivo casi enteramente en manos de la agricultura familiar de La Araucanía, donde constituye una alternativa muy importante por sus bajos costos de producción y beneficios al suelo.

Esta publicación tiene por objeto proporcionar a agricultores y técnicos información actualizada sobre el lupino y su producción, que permita aumentar la productividad y la calidad requeridas para surgir en el competitivo escenario actual.



Capítulo 1

Especies de Lupino y su Utilización

Capítulo 1

Especies de Lupino y su Utilización

Mario Mera K.

Especies

Los lupinos pertenecen a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, tribu Genisteae. Hay cientos de especies en el género *Lupinus* pero solo cuatro son cultivadas globalmente. En Chile se cultivan tres de ellas: el lupino blanco, *Lupinus albus* L.; el lupino de hoja angosta, *Lupinus angustifolius* L., también llamado “australiano”; y más recientemente el lupino amarillo, *Lupinus luteus* L. De lupino andino o tarwi, *Lupinus mutabilis* Sweet., hay solo siembras experimentales.

L. albus, *L. angustifolius* y *L. luteus* tienen su origen en sectores alrededor del Mediterráneo, en tanto que *L. mutabilis* es una especie originaria de América.



Foto 1.1. *L. albus* con dos hojas verdaderas expandidas



Foto 1.2. *L. angustifolius* con dos hojas verdaderas expandidas



Foto 1.3. *L. luteus* con cuatro hojas verdaderas expandidas



Foto 1.4. *L. albus* con inflorescencia del tallo principal



Foto 1.5. *L. angustifolius* con inflorescencia del tallo principal



Foto 1.6. *L. luteus* con inflorescencia del tallo principal



Foto 1.7. *L. mutabilis* en floración

Lupino dulce y lupino amargo

En su forma original todas estas especies contienen alcaloides, principios tóxicos que otorgan amargor a las partes verdes y al grano. Los alcaloides se concentran en los granos, alcanzando entre 1,7 y 2,4% de la materia seca, aunque la variación puede ser mayor. Los alcaloides impiden emplear el lupino en alimentación animal o humana sin un previo tratamiento, y por ello su uso en la antigüedad fue limitado. La búsqueda de formas de lupino naturalmente sin alcaloides fue abordada por Reinhold von Sengbusch en Alemania, luego de desarrollar un método químico para su determinación. Entre 1927 y 1931, von Sengbusch y su equipo analizaron varios millones de individuos de las especies *L. luteus*, *L. angustifolius* y *L. albus*, logrando identificar algunas plantas con muy bajo contenido de alcaloides. Dichas plantas poseían genes capaces de bloquear la síntesis de alcaloides. Estos genes han permitido generar variedades con niveles inocuos de alcaloides, inferiores al 0,05% de la materia seca en el grano, dando lugar a los lupinos “dulces”.

En el mejoramiento genético actual el gen *pauper* es el más utilizado en *L. albus*, en tanto que en *L. angustifolius* es el gen *iucundus*. Ambos se heredan de forma monogénica recesiva. Las variedades dulces han permitido incorporar el grano de lupino en la alimentación animal, donde se valora principalmente por su aporte proteico. También puede utilizarse con seguridad para consumo humano.

La totalidad de las variedades de *L. angustifolius* y *L. luteus* cultivadas en Chile son dulces. Sin embargo, en el caso de *L. albus*, paralelamente al uso de variedades dulces, se utilizan tipos amargos.



Foto 1.8. Semillas de *L. albus*, de izquierda a derecha: variedad dulce (Alboroto-INIA), amargo calibre intermedio (Boroa-INIA) y amargo alto-calibre



Foto 1.9. Semillas de *L. angustifolius*, variedades australianas de grano moteado y tipo Australiano corriente cultivado en Chile, de grano blanco



Foto 1.10. Semillas de *L. luteus*, variedad australianas de grano blanco y variedad polaca de grano moteado



Foto 1.11. Comparación del tamaño de grano de *L. albus* (variedad dulce), *L. angustifolius* y *L. luteus*

Producción de proteína

Los lupinos dulces se cultivan fundamentalmente para producir proteína. Dentro de las plantas leguminosas el lupino destaca por sobre los granos de arveja, lenteja, garbanzo y poroto, cuyos contenidos de proteína fluctúan entre 21 y 25%. Dependiendo de la especie, el lupino se acerca al contenido proteico del grano de soya, que está alrededor de 39%, e incluso puede superarlo.

La producción de proteína vegetal es muy relevante en el mundo actual ya que la demanda global crece a una tasa de alrededor de 4%. Como la producción mundial de harina de pescado se ha estancado hace varios años, la única posibilidad de aumentar la oferta es a través de la proteína vegetal. Por esta razón la superficie mundial con soya ha crecido sostenidamente, superando ya 100 millones de hectáreas. Las condiciones de la zona central de Chile permiten cultivar soya, pero los cultivos frutícolas y hortícolas son una mejor opción productiva. No se adapta a las condiciones agroclimáticas de la zona sur, de manera que la opción chilena de producción de proteína vegetal recae en leguminosas de clima templado frío, entre las que destaca el lupino.

El lupino blanco concentra mayor porcentaje de proteína que el lupino australiano. En el grano entero de lupino blanco la proteína fluctúa entre 35-40% (base materia seca), mientras que en el grano entero de lupino australiano fluctúa entre 29-32%. El grano de lupino amarillo destaca sobre ambos, ya que puede contener 40-47% de proteína (base materia seca). Naturalmente, dentro de cada especie hay variación varietal. También, el contenido de proteína es muy influenciado por el ambiente, de manera que puede variar en forma considerable de una localidad a otra y de una temporada a otra.

La industria de alimento para peces exige grano de lupino descascarado ya que la fibra que contiene la cubierta seminal es indeseable en las dietas para salmones, de manera que los proveedores entregan *grits*, fracción que corresponde al lupino granulado sin cáscara. La cubierta seminal (cáscara) de los lupinos tiene un bajo contenido de proteína (2 a 4%) y son los cotiledones y el embrión los que concentran la mayor proporción de la proteína. Por ello, una vez extraída la cáscara, las variedades de lupino blanco cultivadas en Chile por lo general superan el 42% y pueden llegar a 48%, las variedades de lupino australiano alcanzan a 38-39% y las variedades polacas de lupino amarillo entre 52-60% de proteína; todos estos valores en base a materia seca.

Asumiendo que el grano contiene 12% de humedad, para producir mil kilogramos de proteína por hectárea (ha), con una variedad de lupino blanco de 38% de proteína en su grano entero se necesita un rendimiento de 30 qqm/ha de grano. Con una variedad de lupino australiano de 30% de proteína en su grano entero, se requiere un rendimiento de 38 qqm/ha. Con una variedad de lupino amarillo que alcance 45% de proteína en su grano entero, se necesita un rendimiento de 26 qqm/ha.

No obstante lo anterior, la obtención efectiva de mil kilogramos de proteína por hectárea depende de la eficacia del proceso industrial de descascarado. La semilla de lupino está compuesta por el embrión, los cotiledones (hojas primordiales formadas por la extensión del embrión), y la cubierta seminal. Las especies de lupino difieren en su proporción de cáscara; 17-18% es usual para lupino blanco dulce, 23-24% para lupino australiano y 24-26% para lupino amarillo.

El proceso de descascarado da lugar a dos o tres fracciones cuyas proporciones dependen de la maquinaria procesadora. A partir del grano de lupino blanco limpio, los bancos de molino que aplastan y trituran el grano generan aproximadamente 75% de *grits*, compuestos mayoritariamente por cotiledones, y 25% de cáscara con fragmentos de embriones. Esta segunda fracción se extrae por aspiración.

Con máquinas raspadoras (peladoras de arroz), a partir del grano limpio de lupino blanco se obtiene aproximadamente 82% de grano pelado, consistente en cotiledones y embrión; 10% de harina amarilla compuesta de cotiledones y cáscara, y 8% de afrecho compuesto mayoritariamente de cáscara.

En el caso del lupino australiano, los bancos de molino generan aproximadamente 55% de *grits*; se estima que esta proporción sería similar en el caso del lupino amarillo. Probablemente las máquinas peladoras entregarían una extracción superior de la fracción útil, posiblemente del orden de 70-75% de cotiledones y embrión.

Desde una perspectiva nutricional se ha reportado que el lupino blanco tiene mejor composición de aminoácidos que los lupinos australiano y amarillo. Los granos de las tres especies son deficientes en metionina. El grano entero de lupino blanco provee 10-12% de aceite, en tanto que los granos de lupino australiano y amarillo poseen 5,5 a 7%. Los lupinos prácticamente no contienen almidón, pero poseen 12-14% de carbohidratos solubles, principalmente sacarosa y oligosacáridos como ajugosa, rafinosa, estaquiosa y verbascosa. En los cotiledones el contenido de azúcares solubles alcanza a 19%.

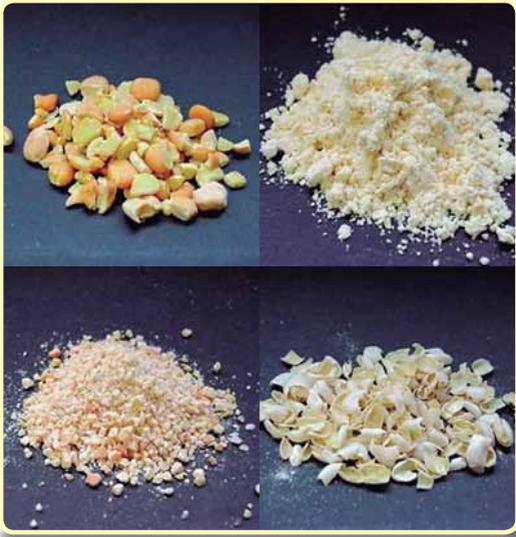


Foto 1.12. Grits, harina, grano triturado y cáscara de lupino albus (imagen de empresa Avelup Ltda.)

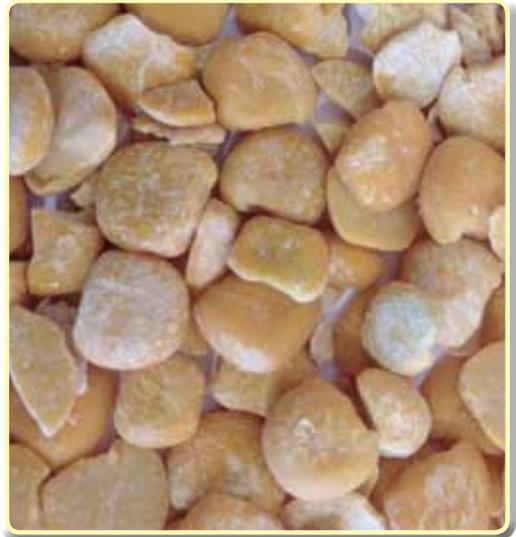


Foto 1.13. Grano pelado de lupino albus (imagen de empresa Nutraseed S.A.)



Foto 1.14. Harina de lupino albus (imagen de empresa Nutraseed S.A.)



Foto 1.15. Cáscara de lupino albus (imagen de empresa Nutraseed S.A.)

Cuadro 1.1. Composición aproximada de tres productos derivados de lupino blanco generados por la empresa Nutrased S.A., expresados como porcentaje de materia seca. Como referencia se indican rangos usuales de los componentes del grano entero de lupino dulce de la especie *Lupinus albus*.

Componente	Grano descascarado ¹	Harina ²	Afrecho ³	Grano entero referencia
Proteína cruda	41-42	28-30	9-10	35-40
Extracto etéreo	9-10	8-9	3-4	8-12
Fibra cruda	2-3	9-10	34-36	10-13
Cenizas	2-3	3-4	3-4	3-5

¹ Compuesto de cotiledones y partes de embrión

² Compuesta de cáscara, cotiledones y escasa proporción de embrión

³ Compuesto fundamentalmente de cáscara, con escasa proporción de cotiledones y embrión.

El lupino amargo

El lupino amargo cultivado en Chile pertenece a la especie *L. albus*. El grano producido en Chile se exporta a Europa o Medio Oriente. Los principales países europeos consumidores son Portugal, España e Italia, donde se conoce como tremozo, altramuz y lupini, respectivamente. Para ser aceptado en Europa es esencial un grano grande, superior al de las variedades dulces. Preferentemente debe superar los 13 mm de diámetro, equivalente a un peso medio de grano de alrededor de 600 mg. Medio Oriente es un mercado alternativo menos exigente que acepta granos de calibre 10-11 mm. El principal importador del mundo árabe es Egipto, que redistribuye a otros países.

El grano de lupino amargo es desamargado previo a su consumo, lo cual es relativamente simple gracias a que los alcaloides son solubles en agua. La costumbre de consumir *L. albus* desamargado viene de las culturas antiguas alrededor del Mediterráneo y del valle del Nilo. Esta tradición continúa hasta hoy en países del sur de Europa y del mundo árabe, donde su procesamiento contempla una breve cocción, remojo con varios cambios de agua y finalmente salado.

De manera similar *L. mutabilis* ha sido utilizado desamargado por los pueblos andinos desde tiempos prehispánicos. Aunque también se identificaron plantas de esta especie con muy bajo nivel de alcaloides, por ahora se cultivan solo formas amargas en Bolivia, Ecuador y Perú y utiliza desamargado en alimentación humana y animal. En Bolivia y Perú el lupino andino se conoce como *tarwi* y en Ecuador como *chocho*.

La presencia de alcaloides no protege al lupino amargo del ataque de hongos patógenos. Tampoco lo protegen del ataque de virus ni de cuncunillas.



Foto 1.16. Variación de calibres de grano de lupino amargo (*L. albus*)



a



b



c



d

Foto 1.17. a, b, c, d. Grano de lupino amargo (*L. albus*) procesado y listo para consumo

Crecimiento determinado versus indeterminado

Los lupinos se clasifican según su hábito de crecimiento en determinados o indeterminados. El crecimiento determinado se define como aquel en que en un momento dado del ciclo de la planta, todas las yemas (puntos de brote) dan origen a estructuras reproductivas (flores). En contraste, el crecimiento indeterminado se define como aquel donde luego de la formación de estructuras reproductivas, algunas yemas siguen produciendo brotes vegetativos, que continúan el crecimiento de la planta.

El crecimiento determinado puede ser estricto, deteniéndose el crecimiento luego de la primera floración. En este caso solo se producen vainas a partir del eje principal. En tipos de crecimiento determinado no estricto, el crecimiento se detiene luego de la segunda floración. Así, un lupino determinado que detiene su crecimiento luego de producir inflorescencias en las ramas primarias, porta vainas sobre el eje principal y sobre las ramas primarias, que generalmente son tres. Este segundo tipo puede ser clasificado como semideterminado. Por el contrario, el hábito de crecimiento indeterminado produce sucesivos niveles de ramificación mientras las condiciones ambientales lo permitan, llegando a portar vainas en tres o cuatro niveles.

Los lupinos siguen un crecimiento jerárquico. El eje principal, una vez que ha producido un cierto número de hojas, produce una inflorescencia. Al iniciarse esta primera floración se termina la dominancia apical del eje principal permitiendo el crecimiento de ramas a partir de este eje, en posición inmediatamente inferior a la inflorescencia. Estas son denominadas ramas primarias y por lo general son tres. Luego de producir un cierto número de hojas cada una de las ramas primarias origina una inflorescencia terminal. Al iniciarse la floración de las ramas primarias, la dominancia apical de estos ejes termina y comienzan a crecer ramas secundarias, con frecuencia tres, en posición inmediatamente inferior a la inflorescencia de cada rama primaria. Cada rama secundaria produce una inflorescencia terminal. Algunas variedades logran producir ramas terciarias, que nacen inmediatamente bajo la inflorescencia de las ramas secundarias, pero su incidencia en el rendimiento es menor ya que para el momento en que las vainas de las ramas terciarias están en etapa de llenado de grano, la humedad del suelo es escasa.

En lupinos predomina el hábito de crecimiento indeterminado, pero se han encontrado tipos determinados en las cuatro especies antes mencionadas. El mejoramiento genético ha utilizado el hábito determinado principalmente en *L. albus* y secundariamente en *L. luteus*, sin emplearse en *L. angustifolius* ni en *L. mutabilis*. La tendencia del mejoramiento genético de *L. albus* es la obtención de variedades de entrenudos cortos y con floración concentrada en eje principal y ramas primarias.



Foto 1.18. *L. albus* de crecimiento indeterminado, con y sin ramificación basal



Foto 1.19. *L. albus* de crecimiento determinado

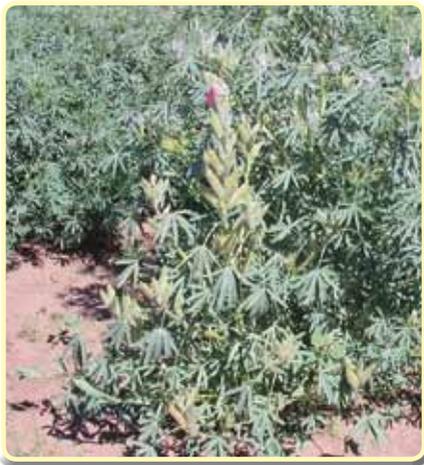


Foto 1.20. *L. angustifolius* de crecimiento determinado



Foto 1.21. *L. luteus* de crecimiento determinado

Lupino blanco (*Lupinus albus*)

De lupino blanco o albus se cultivan tanto formas dulces como amargas. En términos generales, las plantas de lupino blanco se caracterizan por ser vigorosas y de mayor altura que las otras especies cultivadas. Las variedades modernas de lupino dulce alcanzan por lo general entre 0,8 y 1,2 m de altura. En Europa, especialmente en Francia, se han liberado variedades enanas de 0,6 m. Las plantas de lupino amargo son más robustas que las de lupino dulce y alcanzan alrededor de 1,5 m de altura, aunque pueden sobrepasar 1,8 m en temporadas con primavera lluviosa.

Las flores son generalmente blancas con tintes rosados o azulosos, aunque en algunas variedades la flor es azul. En la especie *albus* se ha reportado un porcentaje de polinización cruzada de aproximadamente 8%, mediada principalmente por abejas y abejorros. El grano se caracteriza por ser aplastado y cuadrangular. La mayoría de las variedades tiene grano color blanco crema.

Las variedades dulces tienen un peso medio de grano entre 280 y 450 mg, en tanto que los lupinos amargos exportables tienen peso de grano sobre 500 mg. Las vainas contienen 3 a 5 granos. Las paredes de las vainas representan alrededor de 31% del peso de la vaina entera seca, aunque hay diferencias importantes entre variedades.

El lupino blanco se caracteriza por un ciclo de vida relativamente largo y para que las plantas lo cumplan bajo condiciones ambientales propicias debe sembrarse en otoño (abril-mayo). Los lupinos de siembra otoñal se caracterizan por mantener un estado de roseta después de la emergencia, condición en que las hojas protegen de las heladas a los meristemas apicales o yemas de crecimiento superior. Existen lupinos de tipo primaveral en los cuales el estado de roseta es breve y el tallo central se alarga tempranamente.

Las heladas intensas rara vez matan la planta pero destruyen la yema apical, induciendo la aparición de brotes a partir de nudos inferiores.

El período de siembra a cosecha se extiende por 9 a 11 meses dependiendo de la zona de cultivo. Las variedades indeterminadas de lupino blanco se ajustan a las condiciones ambientales del secano interior y del valle central, pero a causa de este largo ciclo tienen problemas para madurar y secarse en precordillera. En sectores precordilleranos las variedades determinadas de lupino blanco tienen mayor probabilidad de completar su ciclo, pero están expuestas al daño de heladas.



Foto 1.22. *L. albus* en floración es visitado por abejas



Foto 1.23. Cultivo de lupino blanco dulce



Foto 1.24. Cultivo de lupino amargo



Foto 1.25. Lupino blanco dulce (izq.) y lupino amargo (der.) en crecimiento



Foto 1.26. Lupino blanco dulce defoliado



Foto 1.27. Lupino blanco amargo en etapa de defoliación



Foto 1.28. Plantas defoliadas de lupino amargo (izq.) y lupino dulce de crecimiento compacto (der.)

Lupino de hoja angosta o “australiano” (*Lupinus angustifolius*)

En Chile el lupino de hoja angosta es llamado comúnmente “lupino australiano” ya que las primeras variedades dulces de esta especie fueron introducidas de Australia. El nombre puede inducir a error porque *L. angustifolius* no es originaria de Australia sino de la península ibérica y sectores aledaños al mar Mediterráneo. El nombre común para esta especie era “lupino azul”, aludiendo al color más generalizado de su flor. Sin embargo, el mejorador australiano John Gladstones introdujo en sus variedades el gen de flor blanca para diferenciarlas del *L. angustifolius* amargo. Este último fue introducido a Australia para uso como abono verde y luego se naturalizó. Las flores de las variedades modernas son blancas con leve pigmentación azulina o rosácea. Hay excepciones, en Chile se liberó alrededor de 2010 una variedad dulce de *L. angustifolius* con flor azul.

Las plantas de lupino australiano usualmente alcanzan alturas de 60 a 80 cm y pueden producir abundante ramificación basal. Los tallos son más delgados que los de lupino blanco. La mayoría de las variedades tiene peso medio de grano entre 150 y 180 mg. El grano es relativamente oval; la mayoría de las variedades tiene grano moteado que varía de leve a intenso, aunque también hay de color blanco crema sin ornamentación. Las vainas contienen normalmente 4 a 6 granos. En lupino australiano las paredes de las vainas representan alrededor de 34% del peso de la vaina entera seca. Todas las variedades que se han cultivado en Chile son de hábito de crecimiento indeterminado.

Esta especie tiene un ciclo de vida más corto que el lupino blanco, de manera que puede sembrarse en otoño (mayo-junio) o invierno (julio-agosto). Sembrado en julio-agosto completa su ciclo de siembra a cosecha en 6 a 7 meses. Puede sembrarse en el secano interior, en el valle central y sectores precordilleranos de La Araucanía.



Foto 1.29. Cultivo de lupino australiano (*L. angustifolius*) en floración



Foto 1.30. Cultivo de lupino australiano en etapa de defoliación

Lupino amarillo (*Lupinus luteus*)

Las plantas de lupino amarillo usualmente alcanzan alturas de 50 a 60 cm, aunque en suelos fértiles con suficiente humedad pueden superar esta altura. Las plantas de algunas variedades pueden presentar ramificación basal profusa, dependiendo de la densidad

de población. Las variedades de crecimiento determinado son poco competitivas con las malezas. Los tallos son de grosor similar a los de *L. angustifolius*. Las flores son amarillas, distinguiéndose tipos de amarillo intenso y amarillo pálido. El grano es ovalado y ligeramente aplastado; comúnmente presenta ornamentación con puntos pigmentados de intensidad leve a intensa, pero puede ser blanco crema. Algunas variedades presentan grano con un sector pigmentado en forma de punta de flecha. La pared de la vaina de lupino amarillo es gruesa, representando alrededor de 47% del peso de la vaina entera seca. Las vainas contienen normalmente 3 a 5 granos, con peso medio entre 120 y 160 mg.

El ciclo de vida es similar al de *L. angustifolius*, de manera que las siembras invernales son posibles. Sembrado en julio-agosto, puede cosecharse dentro de enero. Esta especie es interesante por su elevado contenido de proteína. En Australia reportan un contenido usual de 38% en el grano entero y 52% en grano descascarado, ambas respecto de la materia seca. Las variedades modernas en Polonia tienen en promedio 46,5% de proteína en el grano entero, respecto de la materia seca. Sin embargo, el rango es amplio, entre 36 y 48% para el grano entero y entre 50 y 69% para el grano descascarado. En ensayos del INIA en Santa Bárbara (Región del Bio-Bío) la variedad polaca de lupino amarillo Motiv tuvo 43,5% de proteína en grano entero y 56,7% en grano descascarado, ambas base peso seco. Estos antecedentes indican que el lupino amarillo descascarado puede dar lugar a un concentrado de muy alto nivel proteico. Otros aspectos positivos de esta especie son su mayor tolerancia a condiciones de exceso de acidez y exceso de humedad en el suelo. Las variedades polacas y otras de Europa oriental portan resistencia a *Fusarium*. No obstante lo anterior, el lupino amarillo presenta inconvenientes agronómicos que deben ser tomados en cuenta, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

- Potencial de rendimiento de grano menor que lupino albus y angustifolius
- Propensión a sufrir mayores pérdidas de plantas por heladas intensas
- Tasa de crecimiento más lenta, que facilita la invasión de malezas al cultivo
- Susceptibilidad a antracnosis, enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum lupini*; se ha identificado una fuente de resistencia sólo recientemente
- Susceptibilidad a mancha café, enfermedad causada por el hongo *Pleiochaeta setosa*
- Propensión al ataque de áfidos; es especie hospedera del pulgón de la arveja, *Acyrtosiphon pisum*, no así los lupinos blanco y australiano
- Propensión al ataque de pilmes
- Propensión a desgrane; si la cosecha se atrasa las vainas se tornan relativamente dehiscentes y se abren de manera espontánea
- Relativamente baja producción de biomasa total, que fija un límite para el aporte de la fijación simbiótica de nitrógeno menor al de lupino blanco y australiano

Los aspectos favorables del lupino amarillo justifican que reciba atención por parte de investigadores y fitomejoradores, pero es necesario solucionar los problemas que presenta antes de recomendarlo como opción productiva.



Foto 1.31. Cultivo de lupino amarillo



Foto 1.32. Cultivo de lupino amarillo finalizada la floración



Foto 1.33. *L. luteus* en floración es muy visitado por abejas

Lupino andino o tarwi (*Lupinus mutabilis*)

Esta especie no se cultiva en Chile pero tiene características interesantes, por lo que debería ser sujeto de mayor investigación. El grano entero contiene generalmente sobre 45% de proteína (base materia seca) y se ha reportado que las variedades ecuatorianas tienen 48%. El grano pesa 180-200 mg, sin embargo hay gran variación. La domesticación por los pueblos originarios de América logró granos de tarwi con solo 11-13% de cubierta seminal. Esta baja proporción de cáscara permite consumirlo entero por humanos una vez desamargado. El tarwi se distingue por sus coloridas flores; el tipo más común es azul, con estandarte amarillo y blanco en su parte central. También hay tonos rosados y flor blanca. El grano puede ser blanco, café, negro, con manchas o moteado, o sin ornamentación.



Foto 1.34. Cultivo de tarwi

Dentro de cada especie de lupino existen importantes variaciones en tamaño y composición del grano. No obstante, las diferencias entre especies son aún mayores, como puede apreciarse en el Cuadro 1.2.

Cuadro 1.2. Parámetros usuales del grano de variedades dulces de tres especies de lupino. Porcentajes expresados en base a materia seca. Elaborado a partir de resultados propios y diversas referencias chilenas.

Característica	<i>L. albus</i>	<i>L. angustifolius</i>	<i>L. luteus</i>
Peso semilla (mg)	320-440	140-180	130-150
Cubierta seminal (%)	17-18	23-24	25-26
Proteína grano (%)	36-40	29-31	40-47
Proteína cotiledones (%)	42-46	39-41	52-58
Materia grasa (%)	10-12	6-7	6-7
Polisacáridos (%)	16-18	21-23	7-9
Fibra cruda (%)	10-13	14-15	15-16

Preferencias de suelo

Los lupinos pueden cultivarse en un amplio rango de suelos. Están adaptados a suelos arenosos, donde su raíz puede llegar a más de 2 m de profundidad. No se comportan bien en suelos de textura fina con mal drenaje, ya que no toleran el anegamiento. Esto es particularmente válido para lupino blanco y australiano. El lupino amarillo tolera mejor el exceso de humedad en el suelo.

En suelos compactados, con alta proporción de microporos, el agua es retenida y el aire es desplazado. Esta es una condición que las raíces del lupino no toleran bien. A mayor compactación de suelo menor es el crecimiento del cultivo, manifestándose síntomas atribuibles a la deficiencia de nutrientes. Con frecuencia el mal desarrollo de cultivos de lupino se debe a la compactación del suelo.

Todas las especies de lupino están adaptadas a suelos ácidos. Por el contrario, toleran

mal los suelos neutros a alcalinos. Esta característica es compartida por los rizobios que nodulan lupino, los cuales sobreviven bien con pH 5 a 6 y persisten en suelos ácidos por largo tiempo.

En suelos arcillosos y trumaos poco profundos el lupino se desarrolla bien durante invierno e inicios de primavera, pero cuando la temperatura aumenta y el suelo pierde humedad (noviembre a diciembre, según la zona), el crecimiento se detiene. Esta situación puede acelerarse en forma dramática en suelos compactados o con un estrato endurecido (pie de arado), donde se frena la infiltración de agua en profundidad.

Beneficios de integrar el lupino en la rotación de cultivos

Cada cultivo tiene que ganar su espacio en una rotación basado en su rentabilidad individual. El cultivo de lupino requiere una baja inversión pero no se caracteriza por una alta rentabilidad, por ello es bueno que el agricultor tome consciencia de los beneficios que reporta este cultivo, cuando pasa a integrar la rotación.

Aporte de nitrógeno

Este es el beneficio más conocido del lupino y proviene de la fijación simbiótica de nitrógeno que ocurre en sus raíces. En las raíces se forman nódulos que albergan bacterias llamadas rizobios, capaces de captar el nitrógeno atmosférico y transferirlo a la planta. Hay abundante literatura internacional indicando que el lupino deja importantes cantidades de nitrógeno en el suelo. Las cantidades reportadas varían ampliamente, pero las estimaciones de aporte neto usualmente son superiores a 50 kilogramos de N por hectárea.

A mayor rendimiento de grano, mayor será el nitrógeno residual en el suelo luego de un cultivo de lupino. Una vez que el lupino se cosecha, el grano sale del sistema pero en el suelo permanecen raíces, tallos, hojas y paredes de vainas. En términos generales, alrededor de la mitad de la biomasa aérea de un cultivo de lupino en plena madurez corresponde a las estructuras reproductivas, las vainas, de las cuales aproximadamente dos tercios corresponden a grano. La figura 1.1 indica las proporciones de estos componentes en un cultivo de lupino blanco dulce en La Araucanía.

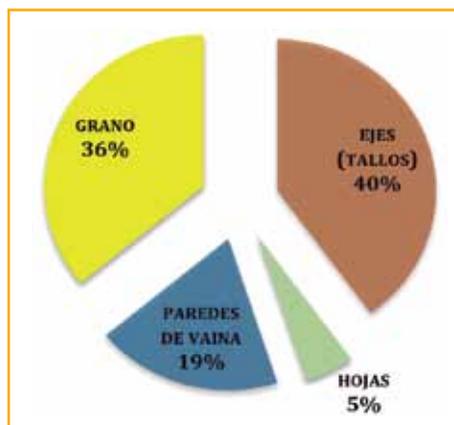


Figura 1.1. Componentes de la fracción aérea de un cultivo de lupino blanco (variedad Rumbo-Baer) en un suelo rojo arcilloso de Nva. Imperial, expresados como porcentaje de materia seca.

La relación entre el grano y la biomasa total que produce la planta, ambos en términos de materia seca, se conoce como índice de cosecha. Por la dificultad para determinar la biomasa de raíces, es usual que el índice de cosecha exprese la relación entre el grano y la biomasa aérea.

Las variedades modernas de lupino blanco (*L. albus*) dulce tienen un índice de cosecha que generalmente fluctúa entre 0,30 y 0,40. Para lupino australiano (*L. angustifolius*) es entre 0,33 y 0,40. Sin embargo, el lupino amargo (*L. albus*), caracterizado por plantas altas de gran desarrollo, alcanza índices de cosecha entre 0,20 y 0,25.

El siguiente razonamiento permite estimar cuánto nitrógeno puede dejar un cultivo de lupino en el sur de Chile. Si un cultivo de lupino rinde 30 qqm/ha, esto es, 3 mil kilogramos por hectárea de grano, produce en total 9 a 12 mil kilogramos por hectárea de biomasa. De éstos, 6 a 9 mil kilogramos por hectárea quedan en el suelo después de la cosecha. El contenido de nitrógeno varía según el índice de cosecha (Cuadro 1.1), pero es normal que los residuos de cosecha de un lupino blanco dulce contengan alrededor de 1,8% de nitrógeno en términos de materia seca. En consecuencia, 6 a 9 mil kilogramos de residuos de lupino en el potrero aportan al suelo 108 a 162 kilogramos de N por hectárea. En rigor, el aporte neto es menor a esta cantidad ya que el lupino extrae parte de su nitrógeno del suelo. Sin embargo, la mayoría lo adquiere a través de la fijación de nitrógeno atmosférico.

Ya que el aporte de N está en estrecha relación con la biomasa generada por el cultivo, el lupino australiano aportará menores cantidades de N que el lupino blanco dulce. Por otro lado, el lupino amargo, cuyo índice de cosecha es menor al de lupino blanco dulce, porque las plantas alcanzan gran desarrollo vegetativo, puede aportar las mayores cantidades de N si el cultivo ha tenido una buena densidad de plantas.

Cuadro 1.3. Residuos aéreos de cosecha (biomasa menos grano extraído, en kg/ha) y nitrógeno orgánico neto (kg/ha) dejado por cultivos de lupino después de cosechado el grano, según rendimiento de grano, índice de cosecha (IC), y contenido promedio de nitrógeno en los residuos aéreos de cosecha. Elaborado a partir de datos de Shea (2006).

IC	N en residuos (%)	Rendimiento de grano (kg/ha)					
		2000		3000		4000	
		Residuos	N	Residuos	N	Residuos	N
0,20	2,19	8000	175	12000	263	16000	350
0,33	1,64	4061	67	6091	100	8121	133
0,40	1,25	3000	38	4500	56	6000	75

Aporte de fósforo y otros nutrientes

El lupino blanco es reconocido por crecer bien en suelos con escaso fósforo disponible. En suelos deficientes de fósforo esta especie forma raíces proteoideas, raíces especializadas que exudan ácidos orgánicos. Dichos ácidos solubilizan fosfatos del suelo inaccesibles para las plantas. Ya que los suelos de origen volcánico del sur del país contienen fosfatos fijados

en gran concentración, cada vez que se cultiva lupino parte del fósforo es movilizado y queda disponible para los cultivos de la rotación. El lupino amarillo (*L. luteus*) también produce raíces proteoideas, no así el lupino australiano (*L. angustifolius*), cuya capacidad para movilizar fósforo fijado es menor.

Una característica de los residuos del cultivo de leguminosas como el lupino, es su baja relación carbono/nitrógeno. Sus valores usuales de 30 a 40, son inferiores a la de rastrojos de cereales, de 80 a 90. Una baja relación C/N es importante porque favorece la actividad de la microflora del suelo. Cuando el carbono es abundante y el nitrógeno escaso los microorganismos tienen dificultades para desarrollarse. Una mayor proporción de nitrógeno fomenta la actividad microbiana acelerando la descomposición de la materia orgánica y la mineralización, lo cual aumenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Disponiendo de un implemento picador de rastrojo, la opción de incorporar los residuos al suelo en vez de quemarlos, es la más aconsejable para mejorar la fertilidad del suelo.



Foto 1.35. Raíces proteoideas de *Lupinus albus*

Control de malezas gramíneas

Un principio básico en una rotación es que las malezas de hoja ancha pueden controlarse mejor durante el cultivo de un cereal y las malezas gramíneas controlarse mejor durante un cultivo de hoja ancha. Como cultivo de hoja ancha, el lupino ofrece la oportunidad de utilizar graminicidas más eficaces que los utilizados en cereales. Este principio no funciona de manera eficaz cuando hay presencia de malezas resistentes, como es el caso de la ballica en el caso de nuestro país. No obstante, el cultivo de lupino permite el uso de simazina y metribuzina, herbicidas que aplicados de preemergencia controlan biotipos de ballica resistentes a graminicidas de la familia de inhibidores de la enzima ACCasa. Estos herbicidas se describen en el capítulo Control de Malezas.



Foto 1.36. El cultivo de lupino ofrece una buena oportunidad de controlar malezas gramíneas

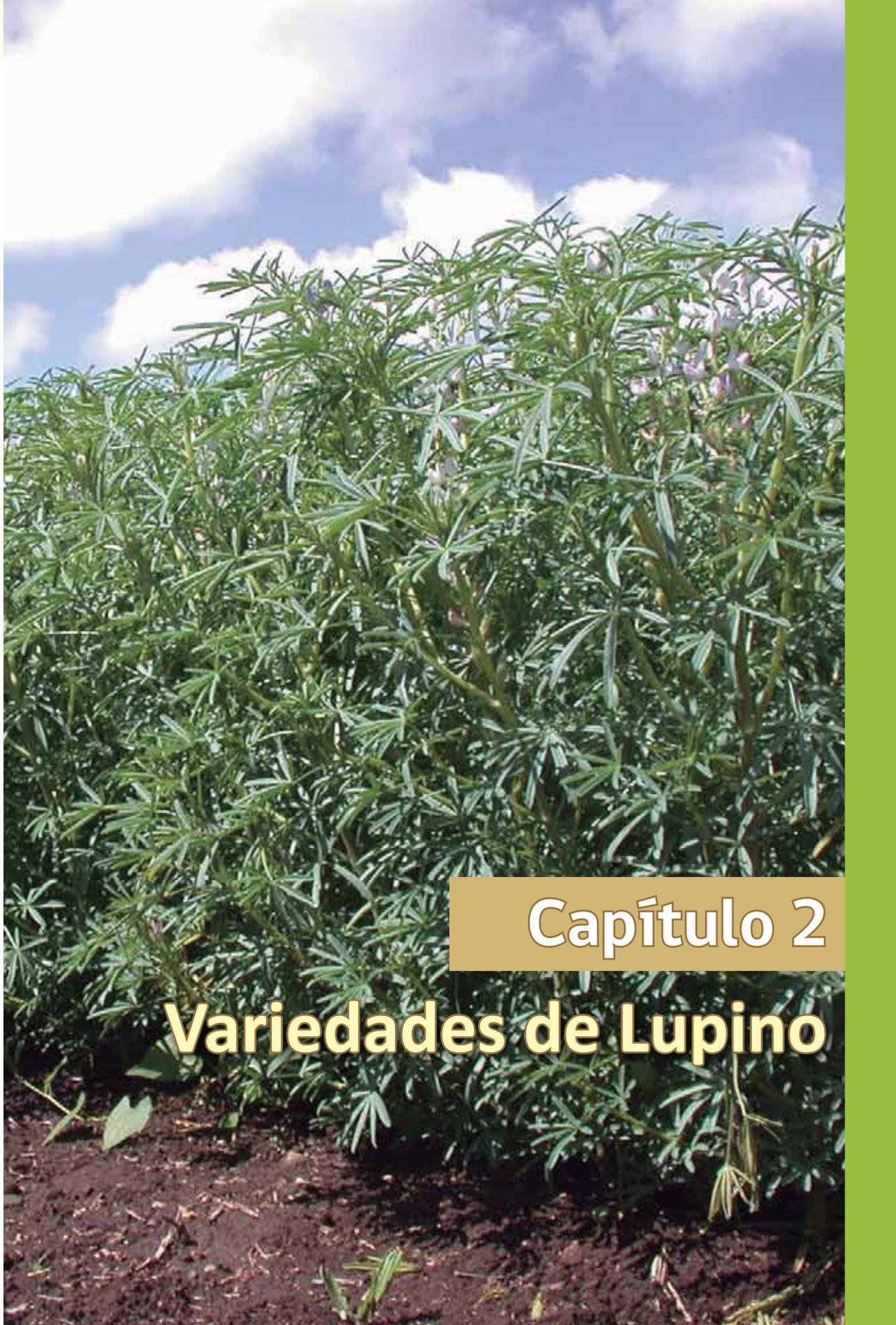
Interrupción del ciclo de enfermedades como mal del pié en trigo

En países donde la ocurrencia de mal del pié es importante, el rendimiento de trigo siguiendo a lupino ha superado considerablemente al rendimiento de trigo siguiendo a trigo. Se ha reportado que solo un año de cultivo con una leguminosa como cultivo de quiebre es suficiente para reducir el inóculo del hongo causante del “mal del pié” a niveles seguros para un nuevo cultivo de trigo.

Condiciones físicas del suelo

La baja relación C/N de los residuos del cultivo de lupino incrementa temporalmente la biomasa microbiana y se ha encontrado que las hifas de los hongos del suelo aumentan de tal forma que aglutinan materia orgánica, mejorando la estructura del suelo.

Cuando la planta de lupino se desarrolla bien su raíz primaria es gruesa y al descomponerse crea espacios en el suelo que facilitan la infiltración de agua y la posterior penetración de las raíces de otros cultivos. En suma, el cultivo de lupino acarrea una serie de beneficios al sistema productivo, mejorando el comportamiento, la sanidad y finalmente la rentabilidad de los cultivos integrantes de la rotación.



Capítulo 2

Variedades de Lupino

Capítulo 2

Variedades de Lupino

Mario Mera K.

Juan Carlos García D.

Para los lupinos dulces es fundamental que el grano contenga cantidades mínimas de los principios amargos llamados alcaloides. Para ser considerado dulce, una muestra de granos debe tener menos de 0,05% de alcaloides totales. Sin embargo, en el caso de semillas, debe estar en el nivel más bajo posible, deseablemente menos de dos semillas amargas por mil.

En la especie *L. albus*, los granos amargos son fáciles de detectar por un ojo entrenado debido a su fluorescencia bajo una lámpara de luz ultravioleta. En Australia, el estándar para recepción de grano del agricultor es de 0,3% de granos fluorescentes como máximo y el umbral recomendado para siembras es 0,2% de semillas fluorescentes. Desafortunadamente este test rápido no es aplicable a lupino australiano (*L. angustifolius*) ni amarillo (*L. luteus*). En dichas especies puede utilizarse el test de Dragendorff, basado en un reactivo que tiñe los granos con alcaloides. Se aplica a una muestra de algunos cientos de granos ya que es destructivo. Esta prueba también puede emplearse complementariamente para detectar alcaloides en *L. albus*.

Las variedades modernas de lupino australiano (*L. angustifolius*) tienen alrededor de 0,02% de alcaloides. Ya que no se cruza con el lupino blanco amargo, los granos amargos en esta especie son menos frecuentes. El lupino amarillo tampoco se cruza con el lupino blanco, ni con el lupino australiano.

El lupino blanco dulce sí puede cruzarse con el lupino blanco amargo ya que ambos pertenecen a la especie *L. albus*. Las flores de lupino dulce que reciben polen de lupino amargo acarreado por insectos no originan grano amargo inmediatamente, pero si el grano producto del cruzamiento se usa como semilla originará plantas (heterocigotas) que producirán alrededor de una cuarta parte de grano amargo. Por lo anterior, de la producción de siembras de lupino dulce cercanas a siembras de lupino amargo, nada debe quedar para semilla. La única posibilidad de producir lupino blanco dulce en sectores donde también se produce lupino amargo es renovar la semilla todos los años con una variedad de origen conocido y confiable.

Variedades de lupino blanco dulce

Semillas Baer ha generado la mayoría de las variedades de lupino blanco dulce utilizadas en Chile. Entre las antiguas figuran Multolupa, introducida de Europa, y Victoria-Baer. Entre las variedades modernas liberadas por esta empresa se cuentan Rumbo-Baer, Typtop-Baer, Pecosa-Baer y Rex-Baer. Por muchos años Rumbo se ha mantenido como la variedad de lupino más sembrada del país.

Rumbo-Baer es una variedad que requiere vernalización y por tanto debe ser sembrada en otoño. Es de hábito de crecimiento indeterminado y produce floraciones en el eje principal, ramas basales, primarias, y secundarias. La floración de ramas terciarias es escasa o nula. Presenta resistencia al ataque de antracnosis, particularmente si se compara con el lupino amargo.

La empresa Nutraseed ha introducido variedades francesas enanas indeterminadas como Lumen y Clovis. Las variedades enanas tienen entrenudos cortos, con poca distancia entre la inserción de una hoja y la siguiente, y la planta generalmente no supera los 70 cm de altura. La menor altura puede dificultar la cosecha, ya que las vainas del eje principal quedan a corta distancia del suelo. Para ser competitivas y rendir bien, estas variedades deben sembrarse muy temprano, idealmente en abril.

Las variedades dulces de lupino blanco tienen un peso medio de grano entre 300 y 450 mg. Pesos mayores no son convenientes, porque granos grandes son más propensos al daño durante la trilla, además de aumentar el costo de semilla por hectárea. Por otro lado, semillas pequeñas se han asociado a una menor tolerancia de la planta al frío.

En variedades de siembra otoñal, la floración del eje principal se inicia entre la segunda quincena de septiembre y primera semana de octubre. Por lo mismo, esta inflorescencia está más expuesta al daño por heladas que las inflorescencias de las ramas primarias y secundarias, que ocurren mayoritariamente en noviembre. El inicio de floración de las variedades sembradas en invierno (julio-agosto) ocurre más tarde, coincidiendo con la tercera floración de las variedades de siembra otoñal.

La empresa privada ha introducido también variedades dulces de lupino blanco para siembra primaveral, entre ellas Dieta, Volos (Graneles de Chile) y Energy (Nutraseed); esta última la única que continúa comercializándose.

En la especie *L. albus* predomina la autopolinización, pero la polinización cruzada, mediada por abejorros y abejas, fluctúa generalmente entre 5 y 10%. Esto significa que es difícil que el mejoramiento genético produzca variedades exentas de plantas fuera de tipo. Aunque los semilleros se establezcan aislados, siempre es necesario un *roguing* para eliminar plantas que se alejen del tipo descrito para la variedad.

Alboroto-INIA

En 2014, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias obtuvo **Alboroto-INIA**, una variedad de lupino blanco dulce de arquitectura compacta y tallo principal sin ramificación basal. En temporadas con primavera relativamente seca esta variedad produce dos a tres niveles o “pisos” de vainas, esto es, vainas en el eje principal, ramas primarias y ramas secundarias. En temporadas con periodo primavera-verano más húmedo puede producir tres a cuatro “pisos”. Posee arquitectura compacta, con ramas cortas, la distancia entre un nivel de vainas y otro es estrecha y por ello las plantas alcanzan alrededor de 80 cm de altura. Las vainas inferiores, nacidas del eje principal, quedan a altura suficiente para facilitar la cosecha mecanizada. La madurez de **Alboroto-INIA** es concentrada y está en condiciones de cosecharse alrededor de una semana antes que Rumbo-Baer. En el valle central de Cautín se cosecha durante la primera quincena de febrero.

En compensación a la ausencia de ramificación basal, las plantas de **Alboroto-INIA** producen cuatro e incluso cinco ramas primarias en vez de tres, que es lo típico en variedades con ramificación basal. Hay evidencia experimental que indica que las ramas basales son fotosintéticamente menos eficientes, por quedar en un ambiente sombreado por las ramas apicales y compiten por los asimilados que estas últimas producen de manera más eficiente. Al mismo tiempo, las ramas basales toman nutrientes provenientes de las raíces que serían mejor aprovechados por las ramas apicales. La competencia que ejercen limitaría el rendimiento potencial. El carácter tallo basal único tiene cierta dependencia del ambiente y puede no expresarse plenamente bajo ciertas condiciones.

El contenido de proteína varía de una temporada a otra, pero **Alboroto-INIA** consistentemente ha superado el 40% base materia seca del grano entero, presentando en promedio 1,5 puntos porcentuales más que Rumbo-Baer y 6 puntos más que Clovis.

Alboroto-INIA ha mostrado un alto grado de resistencia a antracnosis sometida a inoculaciones con esporas del hongo causante de la enfermedad (*Colletotrichum lupini*) en ambientes con humedad y temperatura favorables para la infección.

Los lupinos blancos dulces tienen alrededor de 18% de cubierta seminal con cerca de 3% de proteína. Si un grano entero registra 40% de proteína, una vez descascarado debería subir a 47%. Con un rendimiento comercial de 4000 kg/ha y un contenido de 40% de proteína en el grano entero, la producción de proteína de **Alboroto-INIA** sería de 1600 kg/ha. A partir de 4000 kg/ha de grano entero se podría obtener hasta 3280 kg/ha de grano descascarado con 47% de proteína, pero ello dependerá de la eficiencia del proceso industrial de eliminación de la cáscara.



Foto 2.1. Planta de Alboroto INIA crecida aislada (sin competencia)



Foto 2.2. Parcela de Alboroto INIA durante floración de ramas primarias (20 noviembre)



Foto 2.3. Parcela de Alboroto INIA durante floración de ramas secundarias (15 diciembre)



Foto 2.4. Cultivo de Alboroto INIA durante floración de ramas primarias (25 noviembre)



Foto 2.5. Planta de Alboroto INIA mostrando tres "pisos" de producción de vainas: de abajo hacia arriba, vainas del eje principal, de ramas primarias y de ramas secundarias

Cuadro 2.1. Rendimiento de grano y promedio de proteína en grano entero (porcentaje base materia seca) de Alboroto-INIA en diferentes sitios y épocas de siembra, durante tres temporadas.

Temporada	Sitio	Rendimiento (qqm/ha)	Proteína en grano entero (%)
2011-12	Carillanca	51,6	40,3
2012-13	Carillanca	38,8	42,0
	Maquehue	53,8	
	Queupue (sector Boroa)	61,9	
2013-14	Carillanca	59,9	40,2
	Maquehue	51,7	
	Lumahue (sector Boroa)	51,8	
2014-15	Carillanca	45,7	35,8
	Maquehue	46,9	
	Boroa	69,5	

Variedades de lupino australiano

La mayoría de las variedades de lupino australiano cultivadas en el país ha provenido de Australia, por ello se popularizó como lupino “australiano” entre los agricultores chilenos. Australia, principalmente a través del DAFWA (Department of Agriculture and Food of Western Australia), ha producido un gran número de variedades, algunas de las cuales han sido cultivadas en el país sin respetar el derecho de los obtentores.

En la especie *L. angustifolius* la polinización cruzada es muy baja (alrededor de 1%), de manera que la pureza varietal se mantiene por más tiempo que en el caso del lupino blanco (*L. albus*).

Las variedades Gungurru y en menor proporción Merrit fueron populares en los años 90 y hasta 2005, aproximadamente. Alrededor de 2000 se incorporó Wonga, variedad de grano moteado intenso de Australia del Sur, cuya planta se caracteriza por ramificar profusamente. De forma paralela se ha sembrado un tipo no identificado de grano claro sin moteado, conocido como “Australiano corriente”.

Las siembras de lupino australiano no han sido atacadas por antracnosis en Chile, aunque la enfermedad se ha manifestado en plantas aisladas. En cambio, la enfermedad se convirtió en un problema para la producción de *L. angustifolius* en Australia a partir de 1997. Luego del ataque, los investigadores australianos calificaron a la variedad Wonga como uno de los materiales resistentes.

Una introducción más reciente (2009) es la variedad Coromup, de grano moteado grande, proveniente de Australia Occidental. Es la variedad de *L. angustifolius* que presenta mayor contenido de proteína en el grano, con un rango de 32 a 37% en Australia. Además, es tolerante al herbicida metribuzina aplicado en pos emergencia.

Alrededor de 2010 Semillas Baer lanzó Lila-Baer, variedad de grano moteado gris, con follaje de un particular tono violáceo-morado y flor azul. La planta de Lila-Baer tiene un crecimiento erecto con menor ramificación lateral que las variedades arriba mencionadas, y ha mostrado mayor susceptibilidad a la tendadura.

El rendimiento del lupino australiano en Chile puede ser similar al del lupino blanco. Siembras de variedades australianas bien manejadas pueden rendir entre 30 y 40 qqm/ha. Las diferencias en tenor proteico entre variedades no han sido significativas. La proporción de cubierta seminal representa alrededor de 24% del peso seco del grano, de manera que si un grano entero registra 30% de proteína, una vez descascarado sube a 38-39% de proteína.

Las variedades de lupino australiano alcanzan en Chile un peso medio de grano entre 140 y 180 mg. Este carácter es influenciado por el ambiente, particularmente por la humedad disponible durante el período de llenado del grano. Semillas de mayor tamaño originan plantas de mayor vigor y más rápido crecimiento, por tanto la semilla grande es un carácter deseable en nuevas variedades. Las semillas pequeñas dan lugar a plantas de menor vigor y por ello debería evitarse una siembra comercial con semilla de lupino australiano cuyo peso medio sea inferior a 140 mg por unidad.



Foto 2.6a. Lupino "Australiano corriente"



Foto 2.6b. Lupino australiano variedad Wonga



Foto 2.6c. Lupino australiano variedad Coromup



Foto 2.6d. Lupino australiano variedad Lila-Baer



Foto 2.7 Cultivo de lupino australiano variedad Gungurru en etapa de defoliación

Variedades de lupino amarillo

La mayoría de las variedades de lupino amarillo han sido generadas en Europa, particularmente en Polonia. Varias de ellas (Juno, Legat, Lidar, Mister) fueron introducidas al país y evaluadas por Fundación Chile entre los años 2005 y 2006, y en años siguientes por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). En Australia, el DAFWA creó la variedad Pootallong, que a diferencia de las variedades polacas, que tienen grano moteado, es de grano claro sin ornamentación. En 2013, el Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola generó la variedad Aluprot-CGNA.

Las evaluaciones realizadas por el INIA han confirmado que las variedades de lupino amarillo tienen un potencial de rendimiento inferior al de variedades de lupino blanco y australiano. Algunos resultados sugieren que su comportamiento en algunos sectores de las regiones de Los Ríos y Los Lagos es mejor que en La Araucanía.



Foto 2.8. Variedades polacas de lupino amarillo en INIA Carillanca



Foto 2.9. Cultivo de lupino amarillo variedad Mister en etapa de llenado de grano (Osorno)



Foto 2.10. Lupino amarillo Mister en etapa de defoliación (Gral. López)



Foto 2.11. Cultivo de lupino amarillo variedad Aluprot-CGNA

Variedades de lupino amargo

El lupino amargo es un cultivo que reviste gran importancia social ya que prácticamente en su totalidad está en manos de la agricultura familiar de la Región de La Araucanía, conformada en alta proporción por productores de etnia mapuche.

Como se ha mencionado previamente, el lupino amargo cultivado en Chile pertenece a la especie *L. albus*. Dentro del lupino amargo se reconocen dos tipos: el “local”, proveniente de variedades dulces antiguas, que alcanza un peso medio de grano de 430 a 480 mg, y el llamado “alto-calibre” o “gigante”, proveniente de introducciones desde Italia en los años noventa, que alcanza pesos medios de grano de 750 a 950 mg.

Aunque de tamaño de grano notablemente superior, el lupino alto-calibre no ha desplazado al local, ya que el primero presenta alta susceptibilidad a la enfermedad fungosa antracnosis, desganche basal, mayor tendadura de plantas y menor rendimiento. En la actualidad ambos tipos se encuentran mezclados, con predominio de uno u otro dependiendo del agricultor.

Boroa-INIA

La primera y única variedad de lupino amargo obtenida en el país es **Boroa-INIA**, liberada en 2006. En temporadas sin déficit hídrico severo en primavera-verano, esta variedad alcanza pesos medios de grano entre 580 y 630 mg, produciendo sobre 80% de grano calibre 13 mm o superior, que es la fracción exportable a Europa. Bajo condiciones similares el lupino local común produce no más de 30% de calibre 13 mm. Las proporciones de distintos calibres son muy dependientes de las condiciones climáticas de la temporada, pero **Boroa-INIA** constantemente mantiene superioridad respecto del tipo local común.

Los tallos de esta variedad muestran bastante resiliencia, ya que si sufren tendadura parcial mientras mantienen follaje verde, recuperan su posición erguida cuando las plantas se defolian, facilitando así la cosecha con automotriz. Otro aspecto favorable, refrendado por los importadores, es que **Boroa-INIA** presenta menor incidencia de granos con cutícula dañada, condición esencial para la aceptación del producto elaborado.

Boroa-INIA es una variedad registrada, sin embargo, ya que se liberó específicamente para la agricultura familiar, la semilla fundacional es producida por INIA pero los semilleros y la comercialización son realizadas por las cooperativas de pequeños agricultores.

INIA ha continuado el mejoramiento del lupino amargo utilizando como progenitores que aportan mayor tamaño de grano materiales provenientes de Italia y de Marruecos. Estos se han cruzado con variedades dulces de menor altura y más precoces, y con accesiones etíopes resistentes a antracnosis, a fin de obtener nuevas variedades de lupino amargo que combinen dichas características.



Foto 2.12. Cultivo de lupino amargo variedad **Boroa-INIA**



Foto 2.13. Planta de **Boroa-INIA**



Foto 2.14. Planta de **Boroa-INIA** comparada con planta de **Alboroto-INIA**



Foto 2.15. Granos de lupino amargo corriente, **Boroa-INIA** y alto-calibre



Capítulo 3

Establecimiento de Lupino

Capítulo 3

Establecimiento de Lupino

*Mario Mera K.
Juan Carlos García D.
José Miguel Alcalde R.*

Elección de suelo

A fin de contribuir a la sanidad del cultivo, es recomendable no repetir lupino en años seguidos. Por lo mismo, tampoco es aconsejable sembrar lupino en suelos que han tenido una leguminosa (arveja, lenteja, haba, chícharo, poroto, trébol rosado) en los últimos dos años. En siembras de lupino que siguen a trébol rosado es frecuente la aparición de gusanos cortadores. Es preferible seguir a un cereal. Una de las mejores opciones de rotación corta es iniciar con avena, seguir con lupino y terminar con trigo.

Debe evitarse la siembra de lupino en potreros donde el año previo se ha aplicado metsulfuron-metil (Ajax, Aliado, Ally), herbicida del grupo sulfonilureas. El efecto residual de estos productos puede disminuir el crecimiento del lupino. Si ha habido dos aplicaciones en la temporada previa, en el barbecho químico y en la macolla del cereal, el crecimiento del lupino puede frenarse. Otros herbicidas tienen efecto residual importante, como flucarbazone-sodio (Vulcano). Si este herbicida ha sido usado en el cultivo previo de trigo, deben pasar al menos nueve meses entre su aplicación y la siembra de lupino. La posibilidad de daño al cultivo por residuos de herbicidas disminuye al preparar el suelo con una labor profunda de arado o equipo incorporador de rastrojos.

Los lupinos se adaptan a una amplia gama de suelos, siempre que drenen pronto el exceso de agua. Tanto para blanco como para australiano un suelo franco (con proporciones similares de arena, limo y arcilla) o franco arenoso es ideal, pero también se comportan bien en suelos limosos y arcillosos con buen drenaje. En suelos trumaos o en rojo arcillosos, el lupino se torna muy sensible al exceso de agua.

La acidez del suelo es una limitante para los lupinos si es excesiva. Sin embargo, toleran bien pH 5,0 e incluso inferiores. En parte esto se debe a que los rizobios que se asocian al lupino soportan la acidez mejor que los asociados a otras leguminosas. Según la literatura, el lupino blanco (*L. albus*) y el australiano (*L. angustifolius*) toleran el aluminio fitotóxico asociado a condiciones de acidez, incluso hasta 40% de saturación de Al, en suelos con adecuado nivel de fósforo. El lupino amarillo (*L. luteus*) es la especie que mejor soporta condiciones de elevada acidez del suelo.



Foto 3.1. Detención de crecimiento en lupino blanco atribuible a residuos de sulfonilureas



Foto 3.2. Los lupinos no soportan el exceso de agua en el suelo

Preparación de suelo

La preparación iniciada con una aplicación de glifosato logra el llamado “barbecho químico”, que reemplaza varias labores de movimiento de suelo y permite un control eficaz de malezas perennes como chéptica y pasto cebolla. El glifosato es un herbicida no selectivo, comercializado con varios nombres (Roundup, Atila, Glifosato, Panzer, Rango, Seter, Touchdown). Es importante considerar que estos productos tienen concentraciones de ingrediente activo que varían entre 36% y 66%. La dosis usual de glifosato es alrededor de 1,5 L/ha de ingrediente activo, de manera que si el producto comercial tiene 48% de concentración se debe aplicar 3 L/ha. Si la concentración del producto comercial es mayor se requerirá menor dosis. El glifosato controla mejor malezas gramíneas que de hoja ancha. Si las malezas de hoja ancha abundan el glifosato puede complementarse, en mezcla de estanque, con dicamba (Caiman 70WG), 2,4-D amina o éster (varios nombres comerciales) o fluroxipir (Starane).

Luego de aplicar el glifosato en otoño debe esperarse al menos dos semanas para el primer rastraje (si la aplicación es en primavera unos 10 días). La aradura no es necesaria ni conveniente por su mayor costo. Si el cultivo previo ha sido un cereal, un segundo rastraje cruzado o una labor de vibrocultivador pueden dejar el suelo relativamente mullido. Luego conviene esperar que las semillas de malezas que quedaron en la superficie germinen para eliminarlas con una última labor de vibrocultivador, que también afinará la cama de semilla. Aunque el lupino no es exigente en cama de semilla, la labor de vibrocultivador favorecerá la emergencia del cultivo y la acción del herbicida de preemergencia.

Compactación de suelo

Las raíces de lupino pueden tener problemas para atravesar estratos de suelo compactado. Cuando hay compactación el agua de lluvia no se infiltra en profundidad y permanece superficialmente. Tanto la planta como las bacterias fijadoras de nitrógeno alojadas en los nódulos de las raíces sufren con el exceso de agua. Romper los estratos compactados para mejorar el drenaje es fundamental en la producción de lupino.

Sectores bajos que acumulan agua escurrida de sectores más altos deben contar con drenajes. En sectores saturados, aunque sea por poco tiempo, el lupino no logra un buen

desarrollo. En sectores húmedos, donde el trigo palidece en invierno, es probable que el lupino se pierda. Esta situación puede solucionarse con una labor de cincel profundo con suelo relativamente seco a fin de resquebrajarlo, produciendo agrietamientos que permiten la infiltración del agua. Más adelante en la temporada esta agua sube nuevamente a los estratos superficiales, favoreciendo al cultivo.



Foto 3.3. Suelo compactado



Foto 3.4. Lupino en suelo compactado



Foto 3.5. Cultivo de lupino blanco en floración en suelo compactado



Foto 3.6. Raíz de lupino blanco doblada al crecer en suelo compacto

Selección de semilla

La calidad de la semilla es un factor de suma importancia en cualquier cultivo y especialmente en una leguminosa como el lupino, donde se requiere un alto porcentaje de germinación para alcanzar la densidad de plantas deseada.

En el caso del lupino amargo, muchos productores utilizan como semilla el grano de producción propia o de otros agricultores. Cuando esto ocurre es recomendable seleccionar el grano de mayor calibre, eliminando aquellos manchados o dañados, así como cualquier material extraño.

Desinfección de semilla

El tratamiento de semilla se justifica especialmente cuando se han presentado ataques previos de enfermedades o algunas plagas específicas en el predio. Las formulaciones líquidas son preferibles porque aseguran mejor cubrimiento de la semilla.

Para la pudrición radical y mancha café causadas por el hongo *Pleiochaeta*, puede recurrirse a la combinación tiofanato-metilo/piraclostrobina (Acronis) o iprodione (Rovral, Rukon). En otros países se recomienda procimidone (Sumisclex), pero su uso no está registrado en Chile.

Para disminuir la infección de antracnosis, enfermedad transmitida por semilla, no hay fungicidas registrados. Sin embargo, la combinación tiofanato-metilo/piraclostrobina (Acronis), registrada para control de mancha café, ha ejercido buen control de antracnosis en experimentos con semilla infectada.

Insecticidas para tratamiento de semillas como fipronil (Regent) o imidacloprid (Confidor, Gaucho, Punto) protegen contra la mosca de la semilla (*Delia* spp.) y gusanos blancos. Son productos de alto costo de manera que puede ser conveniente evaluar con un especialista si el tratamiento realmente se justifica.

Inoculación de la semilla

Como leguminosas, los lupinos se asocian con bacterias del suelo llamadas rizobios. Los rizobios infectan las raíces y forman nódulos donde captan el nitrógeno atmosférico y lo traspasan a la planta. Las especies de lupino utilizan el mismo tipo de rizobio, *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*), de manera que cualquier lupino sembrado previamente contribuirá a acrecentar la población de estas bacterias en el suelo.

Por lo anterior, la inoculación es un tratamiento requerido solo cuando el suelo no ha sido sembrado antes con lupino. No obstante, con frecuencia las plantas de lupino nodulan bien en suelos que no han tenido lupino previamente, porque la maquinaria agrícola traslada estas bacterias.

Los rizobios del lupino se caracterizan por tolerar condiciones de alta acidez y alto aluminio disponible en el suelo, en contraste a aquellos asociados a otras leguminosas de grano. Si no se cultiva lupino se mantienen en el suelo por varios años pero su población decrece.

Para inocular se ocupa una caja de inoculante por cada 100 kilogramos de semilla. Las bacterias van deshidratadas en un sustrato orgánico oscuro llamado turba. La caja contiene también un adherente que se agrega a la semilla junto con el inoculante y un poco de agua. Una vez que la semilla está embadurnada oscura, se deja secar a la sombra y se siembra a la brevedad posible.

Aunque la semilla se inocule, es posible que durante la primera siembra de lupino en un suelo las raíces presenten insuficiente nodulación. Sin embargo, en una segunda siembra con semilla inoculada la nodulación generalmente es buena. Una buena nodulación en lupino se reconoce por una masa profusa de nódulos grandes aglomerados alrededor de la raíz principal y abundantes nódulos en las raíces de los primeros 20 cm de suelo. El interior de los nódulos funcionales es rojizo debido al pigmento llamado leghemoglobina, que mantiene un ambiente de bajo oxígeno propicio para el trabajo de la enzima nitrogenasa, con la cual los rizobios fijan nitrógeno atmosférico. Una vez que las raíces

alcanzan una buena nodulación, puede prescindirse de la inoculación de semilla para una siguiente siembra de lupino en el mismo suelo.



Foto 3.7. Nodulación en lupino (albus)



Foto 3.8. Leghemoglobina al interior de nódulos de lupino (amarillo)

Época de siembra

Lupino blanco o albus

En suelos que pierden humedad temprano en primavera, como el sector Traiguén, el lupino blanco invernal debe sembrarse en abril. En suelos que retienen humedad hasta más adelantada la temporada, como Victoria, Perquenco, Lautaro, en el valle central de La Araucanía, puede sembrarse en abril y mayo. Siembras de junio sufrirán más por estrés hídrico en temporadas con escasez de lluvias.

La siembra en abril permite al lupino enfrentar mejor las heladas, ya que el sistema radical de la planta logra crecer mientras las temperaturas son benignas. La tolerancia a las heladas depende del tamaño de las raíces, ya que el daño más común es por desarraigo (descalce). Además, en siembras tempranas de otoño la corteza de las raíces alcanza a engrosar y brinda mayor protección.

En siembras de junio muchas plantas se pierden. Algunas que logran resistir el desarraigo muestran los cotiledones elevados respecto de la superficie del suelo y el hipocótilo (tallo bajo los cotiledones) ennegrecido por efecto de la baja temperatura. Cuando heladas severas dañan el ápice vegetativo se producen dos tallos en reemplazo, pero la planta retrasa su desarrollo y es más débil.

El follaje soporta el frío y la yema apical de las plantas lo tolera mientras tiene crecimiento vegetativo. Cuando las heladas son intensas y/o repetidas, las hojas se curvan, acucharan y necrosan parcial o totalmente. Por lo general, la mayoría de las plantas sobrevive a este daño. La susceptibilidad es mayor luego del alargamiento del tallo que marca el inicio de la etapa reproductiva, ya que las flores sometidas a bajas temperaturas abortan.



Foto 3.9. Planta de lupino blanco con dos tallos luego de daño por helada

La siembra de otoño temprana permite un mejor aprovechamiento del agua del suelo y la cosecha puede adelantarse algunos días. En los sectores Maquehue y Boroa el lupino amargo debe sembrarse de preferencia en mayo-junio y hasta julio en sectores que retienen más humedad. Por el contrario, en sectores que pierden humedad tempranamente, como Nueva Imperial, Cholchol, es recomendable establecerlo en abril o mayo.

La variedades de lupino blanco dulce aptas para siembra primaveral, que tienen bajos requisitos de vernalización, pueden establecerse en julio-agosto en el valle central y sectores precordilleranos. Están expuestas a sufrir estrés hídrico en temporadas con sequía primaveral.

Cuadro 3.1. Rendimiento de grano de lupino blanco Alboroto-INIA en dos épocas de siembra en diferentes temporadas y localidades.

Temporada	Localidad	Época de siembra	Rendimiento (kg/ha)
2012-13	Carillanca	Junio	3883
		Julio	2945
2013-14	Carillanca	Mayo	5993
		Junio	5187
2015-16	Inspector Fernández	Mayo	3549
		Junio	2561
2015-16	Perquenco	Mayo	5600
		Junio	3456
2015-16	Boroa	Mayo	3673
		Junio	4326
2015-16	Máfil	Junio	6593
		Agosto	4219

Lupino australiano

Por su ciclo de vida más corto, el lupino australiano puede sembrarse de mayo a julio en el secano interior de La Araucanía, eligiendo el mes según la capacidad de retención de humedad del suelo. En el valle central o precordillerano, puede sembrarse entre mayo y agosto, también eligiendo según la capacidad de retención de humedad del suelo. El déficit de humedad a partir de noviembre que se ha hecho frecuente en los últimos años, aconseja preferir las siembras tempranas.

Las variedades modernas de *L. angustifolius* provenientes de Australia poseen el gen dominante *Ku*, que elimina el requerimiento de vernalización. Esto significa que la floración se induce sin requerir período de frío y su ocurrencia depende solo de la temperatura y el fotoperíodo.

Cuadro 3.2. Marco general de épocas de siembra para lupino. Las épocas más convenientes dentro de cada sector dependerán de la capacidad de retención de humedad del suelo y de la variedad.

Sector	Blanco invernal dulce y amargo	Australiano y blanco primaveral
Mulchén	abril - 15 mayo	mayo-junio
Traiguén	abril - 15 mayo	mayo-junio
Cholchol- Nva. Imperial	abril-mayo	mayo-junio
Victoria-Lautaro	abril-mayo	mayo- 15 agosto
Temuco-Boroa	abril-junio	mayo- 15 agosto
Valle precordillerano	No recomendado	julio-agosto
Osorno	No recomendado	julio-agosto

Sistema de siembra

Los lupinos dulces se siembran con sembradora cerealera. En suelos arcillosos la profundidad de siembra debe ser superficial, 2 a 3 cm, ya que el lupino tiene germinación epigea, es decir, saca los cotiledones a la superficie. En suelos trumaos la semilla puede quedar entre 2 y 5 cm. En un suelo con terrones, producto de una mala preparación de suelo, mucha semilla no logrará establecerse.

Las siembras con cero labranza son factibles cuando se ha quemado el rastrojo del cereal previo o cuando se ha cosechado con una automotriz equipada con picador/esparcidor de paja. La presencia de rastrojo de cereal sobre el suelo ayuda a controlar la mancha café, enfermedad fungosa que se disemina por salpicadura de agua de lluvia, pero con exceso pueden presentarse babosas. Para su control puede recurrirse a productos peletizados de alta densidad (resistentes a degradación por lluvia) en base a metaldehído, como Clartex+R.

Si está contemplada la incorporación con picador de rastrojo debería realizarse pronto después de la cosecha del cereal, ya que el crecimiento del lupino puede ser afectado por el “hambre de nitrógeno”, que se produce cuando este elemento se encuentra momentáneamente retenido por los microorganismos del suelo.

La siembra de lupino amargo de alto calibre puede realizarse sólo con algunas sembradoras cerealeras. Si no se dispone de una sembradora adecuada puede recurrirse a una desparramadora de fertilizante, poniendo especial cuidado en la labor para tapar, a fin de no dejar la semilla ni profunda ni descubierta.

En trumaos con preparación de suelo convencional, una pasada de rodón después de sembrar mejora la adherencia de la semilla al suelo y con ello la germinación, propiciando un rápido arraigamiento de las plantas, aumentando su capacidad de resistir al descalce por heladas.



Foto 3.10. Por su germinación epigea, los lupinos deben sembrarse superficialmente

Densidad de siembra y espaciamiento

Una buena densidad de siembra es esencial para alcanzar altos rendimientos, por un lado porque las plantas tienen una limitada capacidad de ramificar, y porque es crítico lograr lo antes posible un cubrimiento de suelo por el cultivo que permita ahogar el crecimiento de las malezas.

El espaciamiento entre hileras es menos relevante que la densidad de plantas. El lupino blanco y el lupino australiano pueden sembrarse con sembradora cerrando tubo por medio (34 cm entre surcos) o con todos los tubos abiertos (17 cm).

Lupino blanco dulce

El lupino blanco requiere alrededor de 25 a 30 plantas/m² adultas. En temporadas favorables las plantas alcanzan mayor tamaño y 20 plantas/m² pueden ser suficientes. Con una buena preparación de suelo el número de semillas debe ser 20 a 25% mayor que el número de plantas deseadas, para compensar las pérdidas por mala germinación, heladas, plagas y enfermedades. Para obtener 30 plantas/m² hay que sembrar a razón de 36 semillas/m². La dosis de semilla por hectárea depende de la variedad debido a que éstas pueden diferir mucho en tamaño de semilla. Por ejemplo, las semillas de **Alborotonia** usualmente pesan 300-340 mg; si el peso medio es 320 mg, esta variedad debe sembrarse a razón de 115 kg/ha.

Variedades enanas de lupino blanco, como Clovis, requieren una densidad mayor, de 30 a 35 plantas/m², por tanto necesitará 36 a 42 semillas/m². La semilla de Clovis es pequeña, particularmente la producida en temporadas secas. Si se desea una población de 35 plantas/m² y la semilla pesa 280 mg, la dosis correspondiente es 118 kg/ha.



Foto 3.11. Cultivo de lupino blanco dulce con adecuada densidad de siembra



Foto 3.12. Cultivo de lupino blanco dulce con distribución irregular



Foto 3.13. Cultivo de lupino blanco dulce con baja densidad de siembra



Foto 3.14. Cultivo de lupino blanco dulce enmalezado por muy baja densidad de siembra

Cuadro 3.3. Densidad de plantas para diferentes tipos de lupino.

Tipo	Variedad	Peso medio grano (mg)	Densidad deseable (plantas/m ²)	Dosis semilla (kg/ha)
Blanco dulce	Alboroto INIA	300-340	30	110-120
	Clovis	260-300	35	110-125
	Rumbo-B	400-450	30	130-140
	Energy	280-320	40	130-140
Australiano	Coromup	160-175	45	85-95
	Wonga	150-165	40	80-85
Amargo	Boroa INIA	550-630	20	165-190
	Alto-calibre	700-800	20	210-240

Lupino australiano

Una densidad de 45 plantas/m² es adecuada para lupino australiano, para lo cual requerirá unas 55 semillas/m². El peso medio de semilla de las variedades de lupino australiano fluctúa usualmente entre 160 y 175 mg. No es conveniente utilizar como semilla lupinos con peso medio de grano menor a 140 mg, que pueden producirse en temporadas con estrés hídrico. Con semilla de tamaño normal la dosis de siembra recomendable está en el rango de 80-95 kg/ha. Dosis mayores no inciden en el rendimiento y pueden causar crecimiento excesivo y tendadura del cultivo en suelos fértiles y temporadas con lluvias primaverales. No obstante, una densidad mayor que el óptimo económico es preferible a una densidad menor que el óptimo. La razón de ello es el lento crecimiento inicial del lupino que permite la invasión de malezas. Además de ayudar al cultivo a competir con las malezas, una densidad alta permite cubrir pronto el suelo, reduciendo la salpicadura de agua de lluvia que disemina las esporas del hongo *Pleiochaeta* causante de la mancha café.

Lupino amargo

La dosis de semilla adecuada para siembras de lupino amargo varía mucho por las grandes diferencias en tamaño de la semilla. Una semilla de lupino amargo local de buena calidad debe pesar en promedio al menos 500 mg y una semilla de lupino de alto calibre puede pesar 750 mg o más. La densidad deseable es 20 plantas/m², de manera que debe sembrarse a razón de 25 semillas/m². Sin embargo, ya que la preparación de suelo y la calidad de la semilla de los productores de lupino amargo con frecuencia es deficiente, para lograr una población de 20 plantas/m² puede ser necesario sembrar a razón de 30 semillas/m². En este último caso un lupino amargo local común requerirá al menos 150 kg/ha de semilla, la variedad **Boroa-INIA** (cuyo peso normal es 600 mg por semilla) requerirá 180 kg/ha de semilla y un lupino de alto calibre podría requerir 225 kg/ha de semilla.



Foto 3.15. Cultivo de lupino amargo con adecuada densidad, en primera floración



Foto 3.16. Cultivo de lupino amargo con baja densidad de siembra



Foto 3.17. Altura de un cultivo de lupino amargo (**Boroa-INIA**) durante segunda floración



Capítulo 4

Fertilización y Enmiendas Recomendadas para Lupino

Capítulo 4

Fertilización y Enmiendas Recomendadas para Lupino

*Adolfo Montenegro B.
Mario Mera K.*

La influencia de la compactación del suelo

Cuando el suelo no está compactado, las raíces del lupino pueden desarrollarse bien y al mismo tiempo nodular de manera abundante. Las raíces exploran un gran volumen de suelo y encuentran los nutrientes que la planta requiere, lo que no ocurre en un suelo compactado. Por ello es fundamental eliminar la compactación, particularmente en suelos arcillosos, mediante el uso de subsolador o en su defecto, cincel profundo.

Un cultivo de lupino en suelo compactado puede reconocerse porque las plantas crecen lento, florecen pequeñas y alcanzan menor desarrollo final. Si el lupino responde a algún elemento fertilizante, es probable que sea porque no ha logrado desarrollar su sistema radical y las raíces no han explorado el suelo suficientemente.

Fertilización

El lupino está adaptado a terrenos poco fértiles y rara vez requiere fertilización en suelos donde los otros cultivos de la rotación son fertilizados. Puede necesitar fertilización solo en casos donde hay marcada deficiencia de algún elemento. Suplir estas deficiencias con fertilizantes se justifica solo luego de cubrir bien las demandas principales de manejo del cultivo, como adecuada época y densidad de siembra, y control de malezas. En otras palabras, si estos factores no son bien manejados, la fertilización probablemente no tendrá influencia.

Independiente de la especie de lupino, las aplicaciones de nitrógeno en la mayoría de los casos no son recomendables, por tratarse de leguminosas con gran capacidad para captar nitrógeno atmosférico cuando la fijación simbiótica de nitrógeno está funcionando. Este proceso funciona cuando el suelo contiene los rizobios que se asocian al lupino. Si el suelo ha sido sembrado previamente con lupino y el cultivo se ha dado bien, significa que los rizobios están presentes y no se requiere inocular la semilla. Este aspecto se trata en el Capítulo 3, sobre establecimiento del cultivo. Al establecer lupino en un suelo sin historial de este cultivo, debe tratarse la semilla con un inoculante específico.

Cuando las raíces son infectadas por los rizobios, los altos requerimientos de nitrógeno del cultivo de lupino son satisfechos por el proceso de fijación simbiótica que se realiza al interior de los nódulos de las raíces. Esta es la única forma viable y económica de alcanzar un buen rendimiento. Mediante la fijación simbiótica el lupino consigue el nitrógeno requerido para sus propios requerimientos y libera un remanente para cultivos posteriores, como por ejemplo trigo, con la consiguiente ventaja económica para el agricultor.

El lupino responde poco o nada a la aplicación de nitrógeno, aun en suelos deficitarios de este elemento. Ni siquiera hay evidencia que avale la aplicación de dosis bajas *starter* (de partida). Sí existe evidencia de que dosis altas de fertilizante nitrogenado inducen a la planta de lupino a anular el proceso de fijación simbiótica de nitrógeno.

En suelos extremadamente pobres en materia orgánica con escasa disponibilidad de nitrógeno, un cultivo de lupino para grano puede no resultar rentable. Dada la alta fluctuación durante el año del nivel de nitrógeno en el suelo, la cifra de nitrógeno inorgánico que indica el análisis de suelo es poco informativa y es preferible estimar la disponibilidad de este elemento a través del porcentaje de materia orgánica. Si el contenido de materia orgánica es menor a 5%, es preferible sembrar lupino para incorporarlo como abono verde y no para cosechar grano. Esta labor puede ser cofinanciada por programas de recuperación de suelos y aprovecha el grano de lupino amargo en años de bajo precio.

Además de autoabastecerse de nitrógeno, el lupino blanco (*L. albus*) tiene la capacidad de extraer del suelo fósforo no disponible para otras plantas. En particular bajo condiciones de deficiencia de fósforo esta especie forma raíces especializadas, llamadas proteoideas, que exudan ácidos orgánicos capaces de solubilizar fosfatos del suelo inaccesibles para otras plantas. La exudación de ácidos orgánicos por raíces proteoideas también es eficiente en el lupino amarillo (*L. luteus*).



Foto 4.1. La escasez de fósforo (derecha) promueve el desarrollo de raíces proteoideas en *L. albus* (Foto: Müller et al., Front. Plant Sci. 24 Nov. 2015).

El lupino australiano (*L. angustifolius*) no produce raíces proteoideas y tiene menor capacidad de solubilizar fósforo fijado. Por ello puede responder a la fertilización fosfatada en ambientes productivos, cuando las principales necesidades de manejo del cultivo son bien cubiertas.

Como los suelos del sur de Chile por lo general tienen alto nivel de fósforo no disponible, este mecanismo le permite al lupino blanco, tanto dulce como amargo, autoabastecerse de la gran mayoría o todo el fósforo requerido.

Sin embargo, también hay suelos con deficiencia de este elemento. El análisis de suelo permite conocer los niveles de fósforo disponible, así como de otros nutrientes. Los suelos cuyo análisis indica menos de 8 mg/kg de P Olsen tienen deficiencia aguda de fósforo disponible. En estos casos puede recurrirse a un fertilizante fosfatado soluble, como superfosfato triple (SFT), aplicándolo todo al establecimiento en el surco de siembra.

En lupino blanco puede emplearse 45-50 kg/ha de P_2O_5 (anhídrido fosfórico) que equivalen a 100-110 kg/ha de SFT.

En lupino australiano, dada su menor capacidad de movilizar fósforo, con menos de 8 mg/kg de P Olsen es recomendable aplicar 74-92 kg/ha de P_2O_5 , esto es, 160 a 200 kg/ha de SFT. Con niveles de fósforo disponible entre 8 y 16 mg/kg de P Olsen puede aplicarse 50 a 74 kg/ha de P_2O_5 (110 a 160 kg/ha de SFT) en lupino australiano.



Foto 4.2. Reducción de crecimiento en lupino australiano por deficiencia de fósforo (foto Department of Agriculture and Food Western Australia)

En cuanto a niveles muy bajos de potasio (K) en el suelo, como los inferiores a 0,3 cmol/kg de suelo, no se ha encontrado respuesta productiva del lupino a la aplicación de fertilizantes con este elemento. Por otro lado, la utilidad de aplicar una dosis de fertilizante para reponer lo extraído del suelo es dudosa, ya que gran parte del potasio extraído por el lupino vuelve al suelo con los residuos del cultivo. En suelos con deficiencia es preferible corregir el nivel de este elemento fertilizando adecuadamente con potasio cultivos que sí responden, como cereales, raps o papa.



Foto 4.3. Síntomas en lupino blanco debidos posiblemente a deficiencia de potasio



Foto 4.4. Síntomas de deficiencia de potasio en lupino australiano (foto Department of Agriculture and Food Western Australia)

Asimismo, no hay información experimental que avale la aplicación de fertilizantes que portan azufre (S) o magnesio (Mg). Las deficiencias de estos elementos en suelos donde se cultiva lupino son raras, por tanto la aplicación de fertilizantes que los contengan no tiene clara justificación. No obstante, la planta de lupino requiere de ambos nutrientes y va a extraerlos del suelo. Por ello, para reponer lo extraído, en suelos deficientes con menos de 8 mg/kg de S o menos de 0,8 cmol/kg de Mg, se sugiere aplicar al lupino a otros cultivos de la rotación, fertilizantes que contengan estos elementos.

Durante el llenado del grano la humedad del suelo puede ser escasa y bajo estas condiciones, la absorción de nutrientes se dificulta. Por ello se han evaluado las aplicaciones foliares de nutrientes para aumentar el rendimiento. Sin embargo, ensayos en Australia han mostrado que las aplicaciones foliares de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre o boro, durante y después de la floración, ya sea individualmente o en combinaciones de estos nutrientes, no han logrado aumentar los rendimientos de grano en lupino.

Síntomas de deficiencia

El Cuadro 4.1 presenta una clave para identificar deficiencias de los nutrientes principales en lupino blanco. Los síntomas pueden diferir según la especie de lupino.

Cuadro 4.1. Clave para identificar deficiencias de macronutrientes en lupino blanco (*L. albus*), según la parte del follaje donde se presenta el síntoma y su peculiaridad. Adaptado de Snowball & Robson (1999). (N = nitrógeno, P = fósforo, K = potasio, Mg = magnesio, S = azufre, Ca = calcio).

Síntoma	Peculiaridad	Hojas viejas		Hojas medias a nuevas			Brote terminal
		N	P	K		S	
Clorosis (palidez)	Completa	N	P	K		S	
	Moteada		P				
	Intervenial			K	Mg		
	Intravenal	N					
	En márgenes			K			
Necrosis	Completa		P				
	Áreas diversas			K		S	
	Márgenes				Mg		
	Puntas				Mg		Ca
Pigmentación dentro de áreas cloróticas o necróticas	Verde		P				
	Café		P	K		S	
	Bronce				Mg		
Malformación de folíolos	Miniaturas			K			
	Tipo espiga			K			
Malformación de hojas	Tipo paraguas			K	Mg		
	Tipo estrella				Mg		
Caída de hojas			P				
Colapso del pecíolo							Ca
Distorsión de raíces							Ca

Enmiendas

Las especies de lupino toleran las condiciones de acidez que se encuentran en suelos de la zona sur de Chile y valores de pH de 5 a 6 no representan un inconveniente. Por el contrario, con pH superiores a 6 se han reportado efectos adversos en el crecimiento de las raíces. El lupino blanco tolera la acidez del suelo mejor que el lupino australiano. El lupino blanco soporta valores de pH 4 a 5, pero el lupino australiano puede mostrar disminución del crecimiento de la raíz con pH inferior a 5.

Con bajo pH aumenta la concentración de aluminio en la solución del suelo. El aluminio es tóxico para las plantas y reduce el crecimiento de las raíces y su capacidad para explorar suelo. Disminuye así la capacidad del cultivo para captar nutrientes y agua.

Es posible corregir paulatinamente la acidez del suelo con aplicaciones sucesivas de cal. Esta enmienda debe realizarse al menos un mes antes de la siembra y beneficia no solo al lupino, sino a todos los cultivos de la rotación. Sin embargo, si se detecta la necesidad de corregir la acidez del suelo, es preferible no encalar previo a un cultivo de lupino para grano, dado que se han reportado efectos adversos de la presencia de alto nivel de calcio

sobre el crecimiento de las raíces o el crecimiento de las plantas. Se ha encontrado que la cal reduce la capacidad del lupino para extraer potasio, cobre, zinc y manganeso.

Otros cultivos son más sensitivos a condiciones de acidez y por lo mismo, son frecuentes las aplicaciones de cal previo a la siembra de raps, cebada o trigo. En consecuencia, las correcciones de acidez de suelo que se practican para otros cultivos de la rotación son suficientes para dar al lupino una condición favorable.

Encalado para lupino como abono verde

Cuando el lupino se siembra para abono verde con el fin de aumentar la materia orgánica del suelo, el encalado es una medida conveniente que se realiza al momento de incorporar las plantas de lupino al suelo. Dicha práctica tiene por fin aumentar las propiedades físicas, químicas y biológicas de suelos de baja fertilidad.

Por lo general, se emplea como semilla el lupino amargo de bajo calibre que no ha logrado ser exportado. Debe establecerse con alta densidad y lo más temprano posible, tan pronto ocurran lluvias de verano. Así las plantas aprovechan las temperaturas favorables de marzo y abril y tienen un crecimiento inicial rápido. Las plantas de 25 a 30 cm de altura se siegan y dejan secar. Una vez secas se incorporan con rastra alrededor de agosto.

Es necesario esperar un mes antes de establecer otro cultivo para evitar el “hambre de nitrógeno”, fenómeno que ocurre por la intensa actividad microbiana durante la descomposición de la materia orgánica. La incorporación de cal calcítica junto con las plantas de lupino promueve la actividad de microorganismos y lombrices, acelerando la descomposición de la materia orgánica y contrarrestando el aumento de acidez del suelo que ésta provoca. La incorporación debe hacerse cuando el suelo tiene humedad, condición necesaria para que la cal actúe.

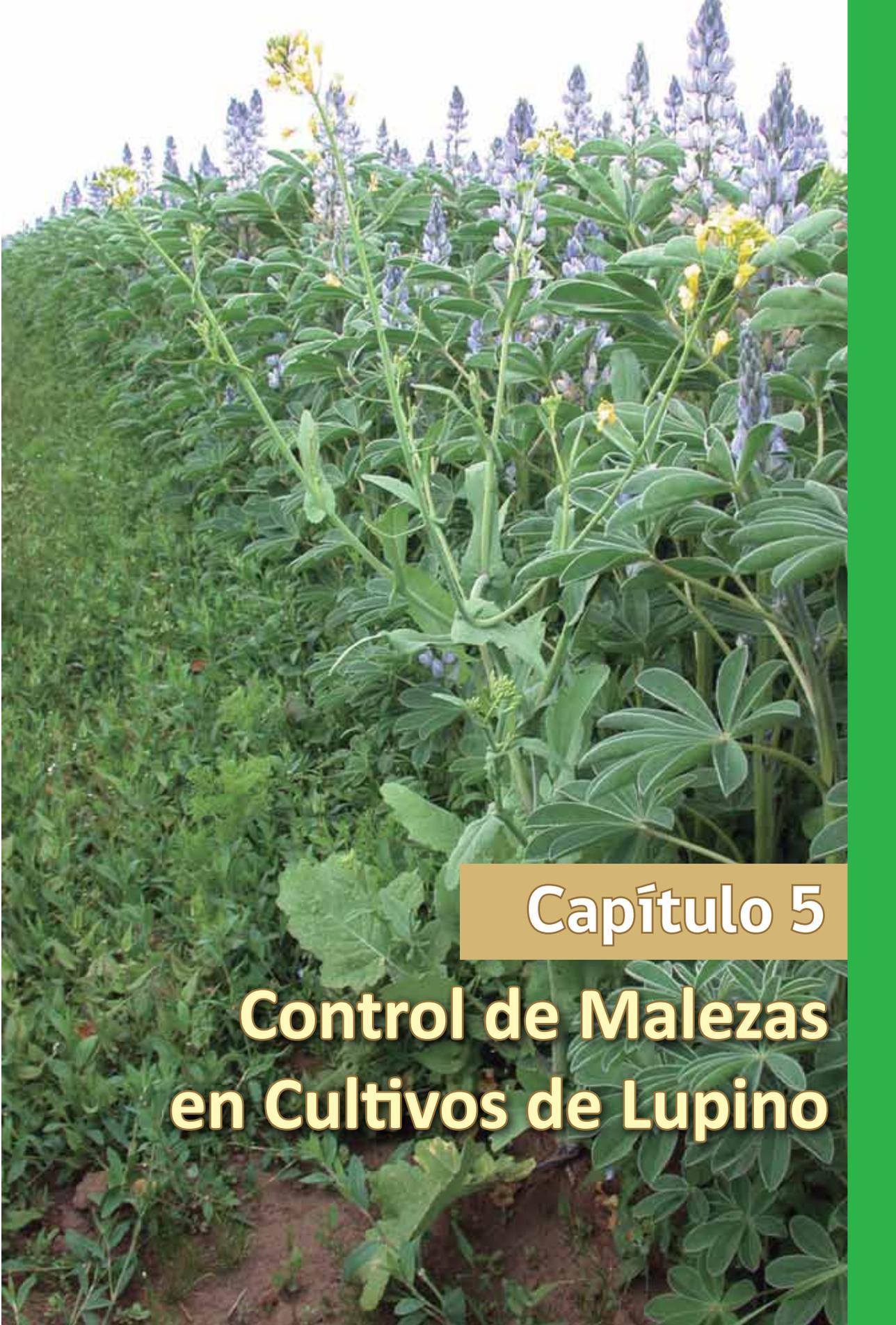
Al enterrar plantas se incorpora al suelo nitrógeno, potasio, calcio, fósforo y magnesio. Entre los macronutrientes, las plantas de lupino entregan proporcionalmente menos potasio que las de avena, pero más nitrógeno y calcio. Entre los micronutrientes, la contribución del lupino es casi enteramente manganeso (99%) y un poco de zinc (1%).

La cantidad de nutrientes que llega al suelo depende de la cantidad de biomasa que se incorpora. Se estima que la incorporación de 10 toneladas por hectárea de plantas de lupino genera un aporte neto al suelo de al menos 40 kg/ha de N. La mayor parte del nitrógeno que contienen las plantas de lupino proviene del aire, como resultado de la fijación simbiótica. En cambio, al incorporar cereales o crucíferas se devuelve nitrógeno que estas plantas han extraído del suelo. Parte del fósforo que el lupino reintegra al suelo proviene de la solubilización de fosfatos fijados no disponibles para la mayoría de las plantas, en tanto que cultivos como cereales o crucíferas devuelven fosfatos que extrajeron de la fracción disponible de este nutriente en el suelo.

Cuadro 4.2. Nutrientes presentes (porcentaje de materia seca) en plantas de lupino y avena incorporadas como abono verde (Rouanet JL y Sleman A. 1998. Tierra Adentro 19:32-35).

	N (%)	K (%)	Ca (%)	P (%)	Mg (%)
Lupino	56	20	11	8	5
Avena	47	37	6	7	3

En suma, los cultivos de lupino demandan poco o nada de fertilizantes y, ya sean para producir grano o para incorporar abono verde, contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo y a recuperar propiedades físicas, químicas y microbiológicas del mismo.



Capítulo 5

Control de Malezas en Cultivos de Lupino

Capítulo 5

Control de Malezas en Cultivos de Lupino

Nelson Espinoza N.

Mario Mera K.

Las especies de lupino tienen diferentes capacidades de competir con las malezas. El lupino blanco (*L. albus*), en particular el amargo, es una planta vigorosa que compite bien con las malezas luego de la floración del eje principal. Sin embargo, su crecimiento es lento en la etapa previa a la floración. La mayoría de las variedades de lupino blanco disponibles en Chile son de siembra otoñal, con un período entre siembra y floración de unos cinco meses (mayo-septiembre, aproximadamente). Durante este período el cultivo queda expuesto a la invasión de malezas, por lo que es necesario protegerlo con herbicidas.

El lupino australiano (*L. angustifolius*) se siembra por lo general en invierno (julio-agosto) y florece la primera quincena de noviembre, de manera que la etapa de lento crecimiento es más corta al ser favorecida por mejores temperaturas. Sin embargo, igual debe ser protegido con herbicidas ya que las plantas son menos vigorosas y compiten menos con las malezas, si se comparan con las plantas de lupino blanco. Por su crecimiento lento y menor desarrollo de la planta, el lupino amarillo (*L. luteus*) es la especie que presenta mayores desafíos para el control de malezas.

Para el caso de la agricultura familiar, que cultiva principalmente lupino amargo, en terreno de los mismos agricultores se ha demostrado que, si se une la aplicación de un herbicida de preemergencia a una adecuada preparación de suelo y densidad de siembra, es posible elevar el rendimiento a 40 e incluso 50 qqm/ha. El costo asociado al uso de un herbicida de preemergencia, que incluye una buena preparación de suelo, equivale a unos cuatro quintales de lupino amargo, cuando éste alcanza un precio normal. Dicho costo se paga holgadamente con un mayor rendimiento.



Foto 5.1. Cultivo de lupino amargo en primera floración, cuyo rendimiento está comprometido por la competencia de malezas



Foto 5.2. Presencia de malezas que disminuirá el rendimiento

El control de malezas durante la preparación del suelo

En terrenos muy infestados con malezas, es importante iniciar la preparación de suelo al menos dos meses antes de la siembra. Esto tiene como objetivo controlar dos generaciones de malezas y disminuir la cantidad de semillas del suelo.

Cuando hay abundante maleza emergida antes de la siembra es recomendable la aplicación de glifosato (Roundup y varios otros nombres comerciales) previo a las labores de preparación mecánica del suelo. La dosis puede variar entre 2,5 y 4,0 L/ha dependiendo del producto (ya que hay diferentes concentraciones) y del tipo y desarrollo de las malezas. Malezas más grandes requieren dosis mayores que las pequeñas. La mayoría de las malezas de hoja ancha, principalmente las adultas, son menos sensibles que las gramíneas.

Otra estrategia es aplicar el glifosato en dosis media (3 L/ha en caso de productos con 48% de concentración) junto con un herbicida específico para hoja ancha con corto efecto residual, como fluroxipir (Starane Xtra en dosis de 0,4 L/ha). También puede complementarse el glifosato con 2,4-D amina (Arco en dosis de 1,5 L/ha; Navajo o DMA 6 en dosis de 1,0 L/ha), o con 2,4-D éster (Esteron Ten Ten en dosis de 1,0 L/ha).

Tres semanas después de la aplicación de glifosato se puede mover el suelo con cincel y/o rastra. Luego se espera cuatro a seis semanas para que emerja una nueva generación de malezas, destruyéndola con las últimas pasadas de rastra y/o vibrocultivador antes de sembrar.



Foto 5.3 (a,b). Condición de la vegetación 2 y 4 semanas después de la aplicación de glifosato

Malezas más perjudiciales y difíciles de controlar en cultivos de lupino

Las malezas más perjudiciales y difíciles de controlar en cultivos de lupino son las de hoja ancha, principalmente las anuales de invierno como: rábano, yuyo, mostacilla, sanguinaria, porotillo, viola y manzanillón. Mención especial corresponde al rábano, el yuyo y la mostacilla que son en extremo agresivas (Cuadro 5.1), debido a su rápido crecimiento y aidez por el fósforo del suelo. El control de rábano y yuyo se dificulta porque escapan al efecto de la mayoría de los herbicidas aplicados de preemergencia, que son los más recomendables en cultivos de lupino, y porque prácticamente no existen herbicidas disponibles para emplear después de la emergencia del lupino y las malezas.



Rábano



Yuyo



Mostacilla



Sanguinaria



Porotillo



Viola



Manzanillón



Vinagrillo

Foto 5.4. Malezas de difícil control en lupino



Foto 5.5. El rábano es una maleza muy dañina en un cultivo de lupino

Estrategias de control de malezas

El control de malezas en un cultivo de lupino necesariamente debe contemplar un herbicida de preemergencia. Esto significa que se aplica después de la siembra y antes de la emergencia del lupino. Es importante tener esto presente, pues no hay herbicidas registrados para control de malezas de hoja ancha después de la emergencia del lupino.

La mayoría de los pre-emergentes para uso en lupino en Chile controlan malezas de hoja ancha y malezas gramíneas originadas de semillas. Hay excepciones, por ejemplo diuron es un pre-emergente específico para malezas de hoja ancha y metolacloro un pre-emergente específico para malezas gramíneas (Cuadro 5.2).

Después de la emergencia del lupino, la aparición de malezas gramíneas no debería representar un problema ya que pueden controlarse eficazmente con herbicidas gramínicidas de la familia ACCasa. Ello, a excepción de campos infestados con malezas gramíneas resistentes a estos herbicidas. Si este fuera el caso, hay que recordar que algunos productos de preemergencia pueden controlar con eficacia las gramíneas, incluyendo las resistentes a los ACCasa, en particular aquellas originadas de semillas de pequeño tamaño como ballica, cola de zorro, piojillo, vulpia y tembladerilla, entre otras.

Opciones de control de malezas antes de la emergencia del cultivo

Los herbicidas de preemergencia registrados para usar en cultivos de lupino se entregan en el cuadro 5.2. A continuación se describen las opciones de uso de estos productos individualmente o en mezcla.

- **Simazina** (Simazina, Gesatop, Simanex, Sipcazin)

Ha sido el producto de preemergencia clásico empleado en lupino, tanto en siembras de otoño (abril-mayo) como invierno (julio-agosto). Muy selectivo para el cultivo, aunque puede provocar algún daño si la semilla queda descubierta. Puede aplicarse en pre y pos emergencia del cultivo y las malezas, para controlar hoja ancha y gramíneas. Tiene un buen efecto residual, por lo general superior a dos meses. Aplicado en

preemergencia de las malezas es muy eficaz, mientras que aplicado en postemergencia de las malezas es muy deficiente. Controla bien mostacilla y de manera aceptable, rábano y yuyo, pero sólo en dosis altas.

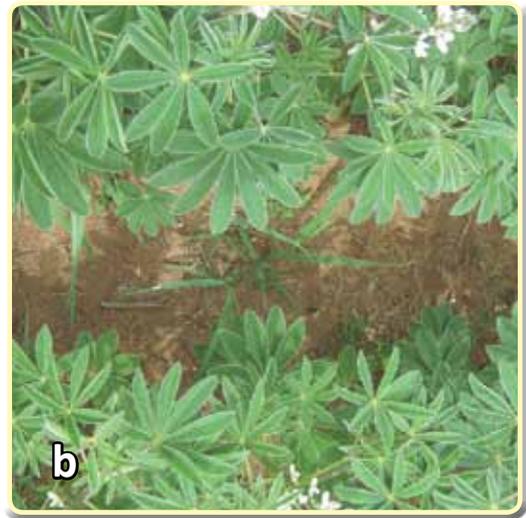
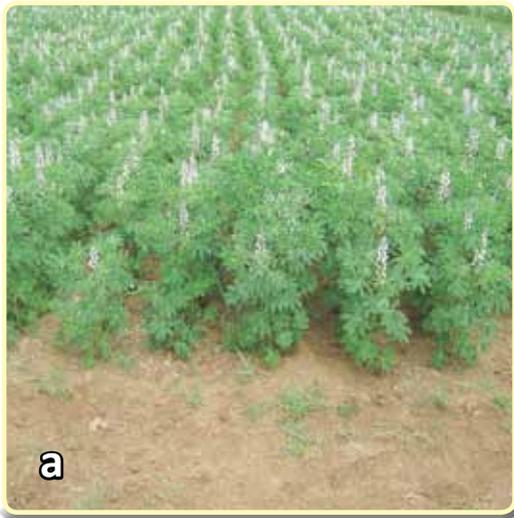


Foto 5.6 (a,b). Cultivo de lupino amargo en primera floración donde se aplicó herbicida simazina de preemergencia



Foto 5.7. Daño provocado por sobredosis de herbicida de preemergencia (simazina) en lupino blanco (*L. albus*)

- **Diuron** (Dazzler, Dogma, Diurex, Karmex, Ustinex)

Es muy eficaz en diversas malezas de hoja ancha, pero débil en gramíneas. En la mayoría de las malezas su eficacia es inferior a simazina. Controla bien mostacilla y de manera aceptable rábano y yuyo.

- **Simazina + Diuron**

La justificación técnica de usar simazina con diuron en mezcla de estanque es aumentar el control de rábano y yuyo. Como los dos productos ejercen algún control de ambas malezas, deben aplicarse en dosis que permitan que el efecto resultante sea mayor que el logrado con su uso por separado y con adecuada selectividad en el cultivo.

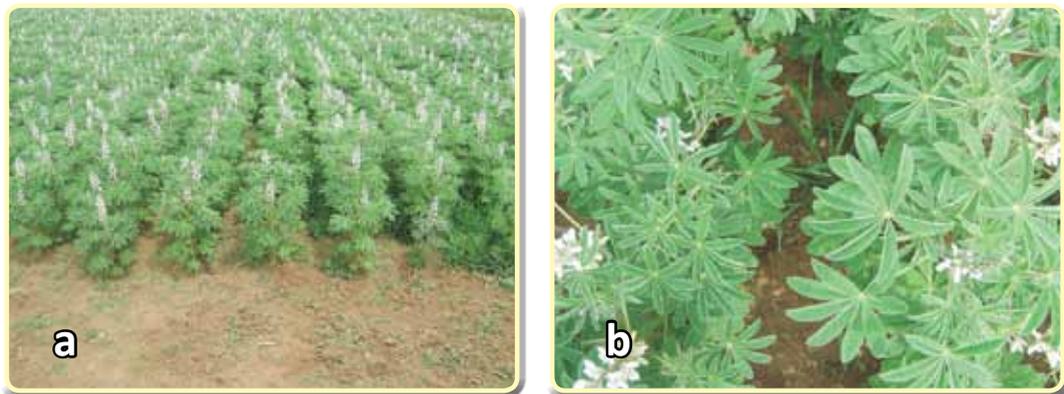


Foto 5.8 (a,b). Cultivo de lupino amargo en primera floración donde se aplicó herbicidas simazina y diuron de preemergencia

- **Metribuzina** (Bectra, Metriphar, Sencor)

Puede aplicarse en preemergencia del cultivo y de las malezas para controlar hoja ancha y gramíneas. Metribuzina es más eficaz que simazina y que la mezcla simazina + diuron para controlar rábano y yuyo. A diferencia de simazina, que es absorbida sólo por las raíces, metribuzina es absorbida por raíces y hojas.

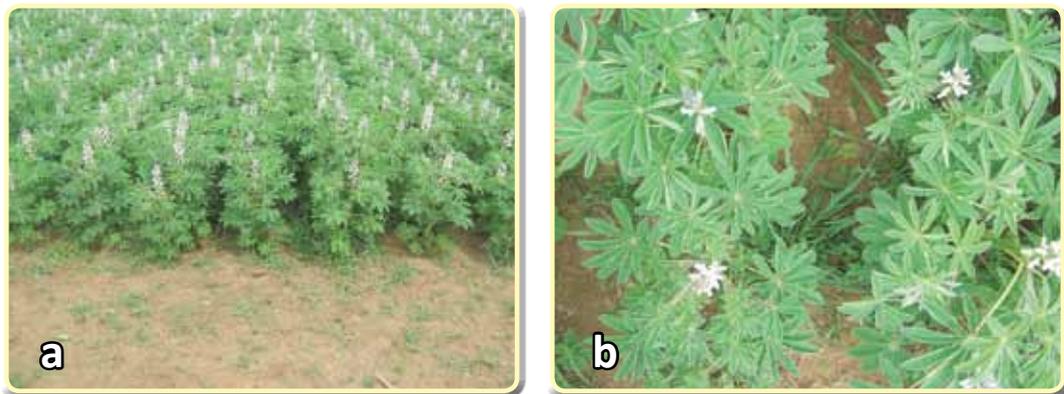


Foto 5.9 (a,b). Cultivo de lupino amargo en primera floración donde se aplicó herbicida metribuzina de preemergencia

- **Metolacoloro** (Dual Gold)

Muy eficaz en malezas gramíneas antes que emerjan. Por el contrario, muy débil en hoja ancha.

- **Pendimetalin** (Herbadox, Pendimetalin, Spectro)

Controla malezas de hoja ancha y gramíneas. Su fortaleza es el control de vinagrillo, sanguinaria, porotillo y duraznillo. No controla rábano, yuyo y mostacilla.

- **Trifluralina** (Treflan, Triflurex)

Controla malezas gramíneas y algunas de hoja ancha. Puede aplicarse antes y después de sembrar lupino. En pre siembra es más eficaz si se incorpora al suelo con una rastra liviana. En pos siembra debe aplicarse antes de la emergencia del cultivo y las malezas. No controla rábano, yuyo, ni mostacilla. Sin embargo, es muy eficaz en sanguinaria, duraznillo, vinagrillo, porotillo, pasto pinito, calabacillo y quilloi-quilloi. En cultivos de lupino donde se espera la aparición de estas malezas, la aplicación de trifluralina de pre siembra es una buena estrategia.

- **Flumioxazin** (Pledge, Valor)

Controla hoja ancha y gramíneas en preemergencia. Se encuentra en etapa de registro en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para emplearse en lupino. Se destaca por controlar eficazmente numerosas malezas de hoja ancha, incluyendo rábano, yuyo y mostacilla.

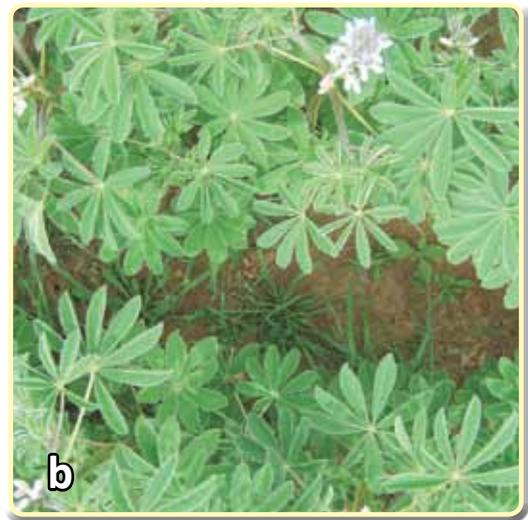


Foto 5.10 (a,b). Cultivo de lupino amargo en primera floración al cual se aplicó herbicida flumioxazin de preemergencia

Aspectos importantes a considerar al usar herbicidas de preemergencia en lupino

- La mayoría se aplica después de la siembra, pero antes de la emergencia del cultivo.
- Controlan principalmente malezas originadas de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas desde el suelo. La mayoría no controla malezas provenientes de partes vegetativas como rizomas (vinagrillo, chéptica), cormos (pasto cebolla) y bulbos (pasto ajo).
- Deben aplicarse sobre suelo húmedo para que puedan movilizarse, distribuirse en los primeros 5 cm y ser absorbidos por las malezas. Aplicados en suelo seco no funcionan o lo hacen deficientemente.
- El exceso de paja, capotillo, cenizas u otros restos vegetales sobre la superficie del suelo puede disminuir su eficacia.
- Pueden producir fitotoxicidad en el cultivo cuando la semilla queda descubierta, mal tapada o muy superficial. En general, una capa de 5 cm de suelo sobre la semilla de lupino garantiza una adecuada selectividad de los pre-emergentes.
- Por tener distinto mecanismo de acción pueden controlar biotipos de ballica, cola de zorro y avenilla resistentes a los herbicidas ACCasa, ALS y glifosato.
- Debido a que la eficacia del control de malezas gramíneas y hoja ancha puede diferir entre los distintos herbicidas preemergentes, para una elección adecuada es necesario conocer los productos disponibles y el historial de malezas del campo o potrero a sembrar.

Opciones de control de malezas después de la emergencia del cultivo

Malezas gramíneas

Después de la emergencia del lupino, la presencia de malezas gramíneas no debería representar un problema, debido a que pueden controlarse eficazmente con herbicidas ACCasa (Cuadro 5.3). Estos gramínicidas pueden emplearse en cualquier especie de lupino y permiten controlar tanto malezas gramíneas emergidas que se reproducen por semilla (ballica, avenilla, cola de zorro, piojillo, tembladerilla), como aquellas que se reproducen por partes vegetativas (chéptica, pasto cebolla). La mayoría no controla vulpia. La aplicación de un gramínicida es más eficaz con malezas pequeñas y no debe atrasarse nunca a etapas cercanas a la floración del cultivo.

Por el contrario, puede haber problemas en campos donde han aparecido malezas gramíneas resistentes a estos herbicidas. En la zona sur existen biotipos de ballica, avenilla y cola de zorro que han evolucionado resistencia a los ACCasa. Resultados de control deficientes comparados con los alcanzados en ocasiones anteriores en el mismo potrero hacen sospechar en la presencia de biotipos resistentes.

INIA Carillanca desarrolló una potente herramienta para detectar malezas resistentes a herbicidas. Se basa en un bioensayo *in vitro* con semillas y un test molecular que analiza el ADN. Entrega un resultado rápido y confiable y se acompaña de una recomendación de herbicidas alternativos para un control oportuno del problema. Permite detectar biotipos

de malezas gramíneas como ballicas (*Lolium multiflorum* y *L. rigidum*), avenilla (*Avena fatua*) y cola de zorro (*Cynosurus echinatus*) con resistencia a herbicidas inhibidores de las enzimas ACCasa (inhibida por graminicidas), ALS (inhibida por varias familias, entre ellas las sulfonilureas) y EPSPs (inhibida por glifosato).

Algunos preemergentes de uso en lupino (Cuadro 5.2) que pueden controlar con eficacia gramíneas de semilla pequeña como ballica, cola de zorro, piojillo, tembladerilla y vulpia, entre otras, tanto sensibles como resistentes a los ACCasa.



Foto 5.11. Infestación por malezas gramíneas que requiere control



Foto 5.12 (a,b). Chépica y pasto cebolla, malezas gramíneas que se reproducen por partes vegetativas.



Foto 5.13 (a,b). Cultivo de lupino amargo en primera floración al cual se aplicó herbicida gramínico tepraloxym de postemergencia luego de la aplicación de simazina de preemergencia



Foto 5.14 (a,b). Cultivo de lupino amargo en primera floración al cual se aplicó herbicida gramínico tepraloxym de postemergencia sin aplicación de herbicida de preemergencia

Malezas de hoja ancha

Como ya fue señalado, no hay herbicidas contra malezas de hoja ancha registrados para uso después de la emergencia del lupino. Por esta razón se recomienda que los agricultores recurran de preferencia a productos de preemergencia.

No obstante lo anterior, aunque su uso no está registrado para lupino, el herbicida triasulfuron (Logran 75%, Terrano 75%) es utilizado en lupino blanco dulce y amargo (*L. albus*), en dosis de 6 a 7 g/ha de producto comercial. Este producto ejerce buen control de malezas de hoja ancha si se aplica con malezas muy pequeñas, de desarrollo no superior a 4 hojas. Por lo general es suficientemente selectivo con plantas de lupino de hasta 10 cm de altura. La aplicación tardía se traduce con frecuencia en un control deficiente de malezas de hoja ancha y mayor daño para el cultivo. Si las plantas de lupino están más grandes, las mismas protegen de recibir el herbicida a las malezas que crecen bajo ellas. Además, con una aplicación tardía el cultivo tiene menos tiempo para recuperarse del efecto del herbicida, y las malezas tienen mayor tiempo para competir con el cultivo. El efecto sobre lupino es menor cuando triasulfuron es aplicado en días nublados fríos, en

cuyo caso las experiencias indican que el lupino amargo puede tolerar hasta 10 g/ha. Por el contrario, si se aplica en días soleados con mayor temperatura, 6 g/ha pueden ocasionar daño. Triasulfuron en ningún caso debe utilizarse en lupino australiano (*L. angustifolius*).

El control con triasulfuron depende de las especies de malezas de hoja ancha presentes en el cultivo. Entre las más sensibles se encuentran rábano, yuyo, mostacilla, bolsita del pastor, viola, calabacillo, pasto pinito y vinagrillo. Las moderadamente sensibles son porotillo, duraznillo, chinilla, diente de león, hierba del chanco, crepis y hierba azul. Por el contrario, entre las más tolerantes se encuentran siete venas, tomatillo, quinguilla y sanguinaria.

Metribuzina de postemergencia

Este herbicida, comercializado como Bectra, Metriphar, Sencor, es absorbido por raíces y también por hojas. Por ello es muy eficaz aplicado en postemergencia de las malezas, en particular sobre aquellas de desarrollo no superior a dos hojas. En aplicaciones de postemergencia la dosis de metribuzina es muy inferior a la dosis de preemergencia, fluctuando entre 150 y 250 g/ha.

Metribuzina puede ocasionar fitotoxicidad en algunas variedades de lupino si es aplicado después de la emergencia del cultivo. Entre las variedades de *L. angustifolius* generadas en Australia hay tolerantes y susceptibles a la aplicación postemergente de metribuzina. La variedad Wonga, una de las sembradas en Chile, es susceptible, en tanto que Merrit, Gungurru y Coromup son tolerantes.

Las evaluaciones preliminares de 250 g/ha de postemergencia en variedades de lupino blanco, entre ellas **Alboroto-INIA**, indican que pueden ser afectadas. Algunas aplicaciones no han ocasionado daño y otras han producido un quemado en los bordes de los folíolos e inhibición del crecimiento de las plantas. Es posible que bajo estrés, por bajas temperaturas por ejemplo, la planta de lupino no sea capaz de inactivar este herbicida, lo que sí lograría bajo condiciones favorables para el metabolismo. La información disponible sobre aplicaciones postemergentes de metribuzina en diferentes especies y variedades de lupino es por ahora insuficiente para un uso seguro.



Foto 5.15. Solo algunas variedades de lupino australiano toleran metribuzina aplicada de postemergencia (Foto Dr Jon Clements, DAFWA)

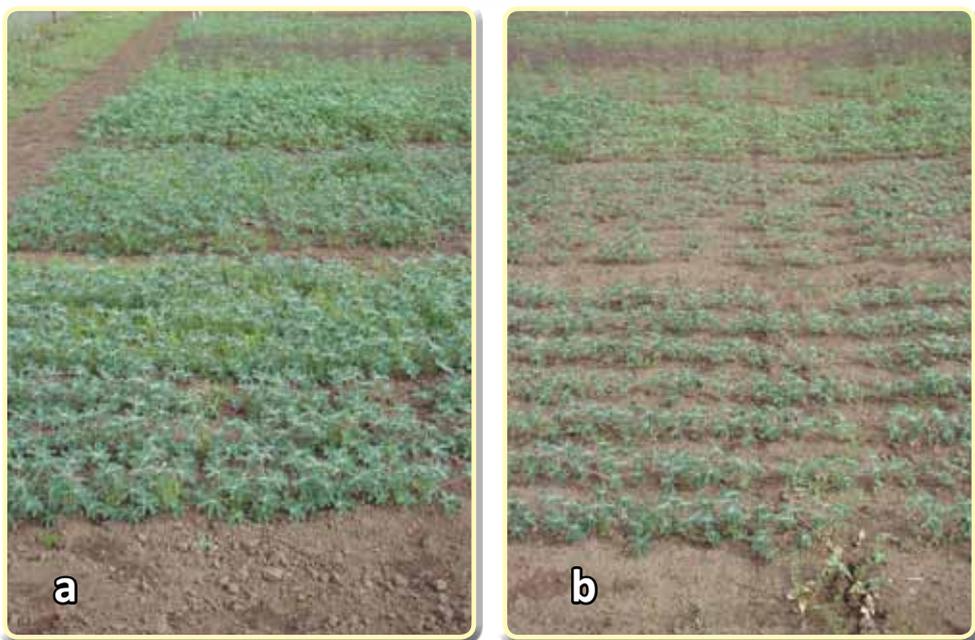


Foto 5.16. (a,b) Efecto de metribuzina de postemergencia (derecha), en comparación a testigos sin aplicación (izquierda)

Un herbicida de postemergencia contra malezas de hoja ancha, que presenta amplia selectividad para todos los lupinos, es diflufenican. Desafortunadamente, todavía no se comercializa en el país. Presenta débil acción en gramíneas.

Cuadro 5.1. Malezas usuales en cultivos de lupino y su relevancia.

Nombre común	Nombre científico	Reproducción	Agresividad competitiva*
Malezas de hoja ancha			
Arvejilla	<i>Vicia spp.</i>	Semilla	Media
Bolsita del pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Semilla	Baja
Calabacillo	<i>Silene gallica</i>	Semilla	Media
Chinilla	<i>Leontodon saxatilis</i>	Semilla	Media
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Semilla y trozos de raíces	Media
Duraznillo	<i>Polygonum persicaria</i>	Semilla	media
Hierba azul	<i>Echium vulgare</i>	Semilla y trozos de raíces	Media
Hierba del chanco	<i>Hypochaeris radicata</i>	Semilla y trozos de raíces	Media
Manzanillón	<i>Anthemis cotula</i>	Semilla	Alta
Mostacilla	<i>Sisymbrium officinale</i>	Semilla	Alta
Oreja de ratón	<i>Cerastium spp.</i>	Semilla	Baja
Pasto pinito	<i>Spergula arvensis</i>	Semilla	Media
Porotillo	<i>Fallopia convolvulus</i>	Semilla	Media
Quilloy-quilloy	<i>Stellaria media</i>	Semilla	Media
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	Semilla	Alta
Sanguinaria	<i>Polygonum aviculare</i>	Semilla	Media
Verónica	<i>Veronica persica</i>	Semilla	Baja
Vinagrillo	<i>Rumex acetocella</i>	Semilla y rizomas	Media
Viola	<i>Viola arvensis</i>	Semilla	Baja
Yuyo	<i>Brassica rapa</i>	Semilla	Alta
Malezas gramíneas			
Avenilla	<i>Avena fatua</i>	Semilla	Alta
Ballica	<i>Lolium multiflorum</i>	Semilla	Alta
Cola de zorro	<i>Cynosurus echinatus</i>	Semilla	Baja
Chépica	<i>Agrostis capillaris</i>	Semilla y rizomas	Alta**
Pasto cebolla	<i>Arrhenaterium elatius ssp. bulbosus</i>	Semilla y cormo	Alta***
Vulpia	<i>Vulpia spp.</i>	Semilla	Baja
Tembladerilla	<i>Briza minor</i>	Semilla	Baja

* La agresividad descrita es para plantas individuales ya que, con una alta población, malezas de escaso desarrollo individual pueden ejercer gran competencia con el cultivo

** Cuando la planta proviene de rizoma

*** Cuando la planta proviene de cormo

Cuadro 5.2. Algunos herbicidas de preemergencia registrados para cultivos de lupino en Chile. Registro revisado en: Servicio Agrícola y Ganadero. Chile. Lista de Plaguicidas Autorizados. Serie 3000. Actualización 28-06-2016, disponible online en www.sag.cl.

Ingrediente activo	Producto comercial	Dosis comercial (L/ha o kg/ha)	Malezas que controla
Simazina	Simazina 50%	Dulce: 2,7 – 3,6 Amargo: 4,5 – 5,4	Hoja ancha y algunas gramíneas originadas de semillas
	Gesatop 90% Simanex 90% Simazina 90% Sipcazin 90%	Dulce: 1,5, – 2,0 Amargo: 2,5 – 3,0	
Metribuzina*	Bectra 48% Metriphar 48% Sencor 48%	Dulce: 1,0 – 1,5 Amargo: 1,5 – 1,8	Hoja ancha y gramíneas originadas de semilla
Diuron	Dazzler 50% Diurex 50% Karmex 50%	1,6	Hoja ancha originadas de semilla
	Diuron 80% Dogma 80% Karmex 80% Ustinex 80%	1,0	
Flumioxazin**	Pledge 50% Valor 50%	Dulce: 75 – 120 g/ha Amargo: 100 – 150 g/ha	Hoja ancha y algunas gramíneas originadas de semilla
Metolacoloro	Dual Gold 36%	0,75 – 1,0	Gramíneas originadas de semilla
Pendimetalin	Pendimetalin 33% Espada 33% Spectro 33%	4,0	Hoja ancha y algunas gramíneas originadas de semilla
	Oriol 40% Spectro 40%	3,0	
	Herbadox 45%	3,0	
Trifluralina***	Treflan 48% Triflurex 48%	2,5 – 3,0	Gramíneas y algunas hoja ancha originadas des semilla

* Flumioxazin se encuentra en etapa de registro en el SAG para empleo en lupino.

** Trifluralina también puede aplicarse de presiembra

Cuadro 5.3. Herbicidas graminicidas de la familia ACCasa, para aplicación de postemergencia en cultivos de lupino.

Ingrediente activo	Producto comercial	Rango dosis comercial (L/ha)	Observaciones
clethodim	Centurion Súper	AV-BA-CZ-CH-PC: 1,0 – 1,2 VU: 2,0 - 2,6	
	Aquiles	AV-BA-CZ: 0,4 - 0,6 CH-PC: 0,5 - 0,8 VU: 1,5	Con surfactante
tepraloxydim	Aramo	AV-BA: 0,75 CZ-CH-PC: 1,0	Con surfactante
haloxyfop-metil	Galant Plus	AV-BA-CZ: 1,0 – 1,5 CH-PC: 1,5 – 2,0	
pinoxaden	Axial	AV-PC: 0,8 BA: 1,2	

AV= avenilla, BA= ballica, CZ= cola de zorro, CH= chéptica, PC= pasto cebolla, VU= vulpia

Cuadro 5.4. Control de malezas esperado con herbicidas utilizados de presembrado (trifluralina) y preemergencia (simazina, metribuzina, diuron).

Maleza	Trifluralina	Simazina	Metribuzina	Diuron
Arvejilla	*	*	*	*
Bolsita del pastor	*	***	***	***
Calabacillo	***	***	***	***
Chinilla	*	***	***	**
Diente de león	*	***	***	**
Duraznillo	***	***	**	**
Hierba azul	s/i	s/i	s/i	s/i
Hierba del chancho	*	***	***	**
Manzanillón	*	***	**	**
Mostacilla	*	***	**	***
Oreja de ratón	***	***	***	***
Pasto pinito	***	***	***	***
Porotillo	***	**	**	**
Quilloy-quilloy	***	****	***	***
Rábano	*	**	***	**
Sanguinaria	***	**	**	**
Verónica	*	s/i	s/i	*
Vinagrillo	***	***	**	**
Viola	*	s/i	s/i	*
Yuyo	*	**	***	**
Avenilla	*	*	*	*
Ballica	***	***	***	*
Cola de zorro	***	***	***	*
Chépica rizoma	*	*	*	*
Pasto cebolla cormo	*	*	*	*
Vulpia	***	***	***	**

* = Deficiente o nulo, ** = Regular, *** = Bueno, s/i = Sin información

Nota: El control de malezas logrado puede variar por la influencia de condiciones climáticas, características del suelo y dosis del herbicida.

A close-up photograph of a lupine plant. The main stem is green and hairy, with a prominent reddish-brown, elongated lesion or gall-like structure. Several white, papilionaceous flowers are visible, some in full bloom and others as buds. The background is a soft-focus green, suggesting other parts of the plant or foliage.

Capítulo 6

Enfermedades Parasitarias del Lupino en Chile

Capítulo 6

Enfermedades Parasitarias del Lupino en Chile

Rafael Galdames G.

Relativamente pocas enfermedades se asocian al cultivo del lupino en Chile y en los últimos años se han observado de manera esporádica. No obstante, algunas de ellas pueden llegar a ocasionar grandes pérdidas productivas. Por ello es importante no olvidar las medidas de control preventivas, que aplicadas en forma oportuna permiten lograr un cultivo de lupino con buenas condiciones sanitarias. Estas prácticas incluyen: rotación de cultivos, manejo del rastrojo, uso de semilla de buena calidad, desinfección de semilla, y empleo de una variedad tolerante, cuando éstas últimas existen. Las aplicaciones de fungicidas foliares, frecuentes en otros cultivos, por lo general no son una opción conveniente en lupino.

El presente capítulo entrega información sobre las enfermedades asociadas a cultivos de lupino en el país, categorizadas de acuerdo a su relevancia económica, esto es, según las pérdidas que ocasionan y su frecuencia de aparición (Cuadro 6.1).

Todas las especies cultivadas de lupino son afectadas por enfermedades parasitarias. Las enfermedades descritas para las especies de lupino en Chile son causadas por hongos. Enfermedades causadas por virus no habían sido confirmadas en Chile hasta 2014, aunque desde hace varios años se habían observado plantas aisladas con síntomas comúnmente asociados a virosis. En plantas afectadas se ha detectado la presencia del virus del mosaico amarillo del poroto (BYMV, por *Bean Yellow Mosaic Virus*), del virus del mosaico del pepino (CMV, por *Cucumber Mosaic Virus*).

A continuación, para cada enfermedad se describe la sintomatología, condiciones predisponentes, nivel de pérdidas y finalmente medidas de control.

Cuadro 6.1. Enfermedades parasitarias detectadas afectando al lupino en Chile, sus agentes causales y relevancia económica.

Enfermedad	Agente causal	Relevancia económica
Antracnosis	<i>Colletotrichum lupini</i>	Primaria
Mancha café pudrición radical	<i>Pleiochaeta setosa</i>	Primaria
Tizón del tallo o pié negro	<i>Ascochyta</i> sp. Complejo <i>Ascochyta</i> / <i>Phoma</i>	Potencial
Phomopsis	<i>Diaporthe toxica</i>	Potencial
Virosis	Virus del mosaico amarillo del poroto Virus del mosaico del pepino	Potencial
Fusariosis	<i>Fusarium</i> sp.	Potencial
Roya	<i>Uromyces lupinicola</i>	Secundaria

Antracnosis

Esta enfermedad es causada por el hongo *Colletotrichum lupini*, previamente denominado *C. gloeosporioides*. Se considera una de las enfermedades más importantes que afectan al cultivo de lupino en el mundo y también en Chile.

En Chile la antracnosis ha afectado, por ahora, solo siembras comerciales de lupino blanco (*Lupinus albus*). En algunos años esta enfermedad ha sido muy destructiva en siembras de lupino amargo en manos de pequeños productores, por falta de aplicación de medidas preventivas de control. El lupino de hoja angosta (*L. angustifolius*) ha sido atacado en Australia, pero en Chile la enfermedad solo se ha observado atacando plantas aisladas, en algunas siembras comerciales de La Araucanía. El lupino amarillo (*L. luteus*) es susceptible a la antracnosis, de manera que esta enfermedad es un factor de riesgo para eventuales siembras comerciales en el país. También se ha observado antracnosis en plantas de la especie silvestre *L. arboreus*, conocida en Chile como chocho.

- **Síntomas**

Los primeros síntomas de antracnosis se pueden presentar temprano afectando el hipocótilo y/o los cotiledones. El hipocotilo es el segmento de tallo inmediatamente inferior a los cotiledones, es decir, hojas embrionarias desplegadas cuando la semilla emerge del suelo. La infección del hipocotilo o los cotiledones ocurre cuando se emplea semilla infectada y/o cuando hay alta contaminación en el suelo por esporas del hongo. Sin embargo, los síntomas más característicos y notorios corresponden a los que se presentan en el tallo principal. Los tallos afectados se curvan y/o enroscan, formando una lesión hundida en la zona interna de la curvatura. Es típico que las plantas atacadas por antracnosis formen sectores que crecen en forma relativamente circular, a medida

que la infección avanza. Los síntomas mencionados son frecuentes previo a la floración y durante la misma. Las lesiones en los tallos son de color café oscuro y miden entre 0,5 y 2 cm de largo. En el centro de la lesión se desarrollan masas de esporas de color rosado a naranja. La lesión en el tallo principal puede llegar a circundarlo por completo, debilitándolo y eventualmente cercenándolo. Síntomas similares pueden observarse en tallos secundarios y/o pecíolos. Las vainas son también afectadas y en estos casos el hongo llega a infectar la semilla. La semilla infectada comúnmente adquiere un manchado característico. Sin embargo, algunas semillas infectadas por el hongo pueden no mostrar síntomas visibles.

La antracnosis se ha detectado con similares características sintomatológicas en *L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. mutabilis* y en la especie silvestre *L. arboreus*. Los ataques más fuertes se han observado en *L. albus* y *L. luteus*; en *L. angustifolius* los síntomas son notoriamente menos intensos.

- **Condiciones predisponentes**

Lluvias intensas, especialmente si son acompañadas de ráfagas de viento y temperaturas moderadas a altas, son ideales para un desarrollo rápido de la enfermedad. Otras condiciones predisponentes son el empleo de variedades susceptibles, semilla infectada y rotaciones estrechas de lupino sobre lupino.

- **Nivel de pérdidas**

En Chile, al igual que en la mayoría de los países donde se cultiva lupino, la antracnosis es considerada la enfermedad más dañina. Las pérdidas son muy variables, pero en parcelas experimentales de *L. albus* se han registrado pérdidas de 60%. En resiembras de lupino amargo ocasionalmente se observan pérdidas totales.

Prevención y control de antracnosis

- El mejor método de control de la antracnosis es el uso de semilla sana ya que la enfermedad puede transmitirse de una temporada a otra por la semilla. No deben sembrarse semillas manchadas ya que es muy probable que estén infectadas por el hongo y producirán la aparición temprana de la enfermedad.
- No existen variedades de *L. albus* totalmente resistentes. Sin embargo, variedades de lupino dulce como **Alboroto-INIA** y Rumbo-Baer muestran aceptables niveles de tolerancia. Entre los lupinos amargos, la variedad **Boroa-INIA** tiene un nivel de tolerancia mayor que el lupino amargo común y particularmente mayor que el lupino amargo de alto calibre, que es muy susceptible a la antracnosis.
- El lupino amarillo (*L. luteus*) es susceptible. Por el contrario, el lupino australiano (*L. angustifolius*), prácticamente no ha sido afectado en Chile.
- Como la antracnosis también se transmite por residuos de cosecha, deben evitarse potreros que hayan tenido lupino en los dos años previos. Intercalar cereales o raps entre siembras de lupino permite disminuir la incidencia de esta enfermedad.
- La resiembra natural del lupino amargo (por grano caído durante la cosecha), práctica acostumbrada por algunos pequeños agricultores, es ideal para transmitir la antracnosis.

- Es recomendable tratar la semilla con un fungicida. La mezcla tiofafato-metilo/ piraclostrobina (Acronis) ha resultado efectiva en ensayos. Otros productos con registro en Chile son iprodione (Ippon, Iprodion, Rovelin, Rovral, Rukon) y fludioxonilo/ metalaxilo-M (Celest).
- La evaluación de fungicidas foliares no ha entregado evidencia concluyente de sus beneficios como alternativa de control.
- Limpiar la maquinaria que ha trabajado en sectores contaminados o afectados por antracnosis disminuye la probabilidad de diseminar la enfermedad.
- Eliminar plantas voluntarias de lupino ayuda a prevenir que la enfermedad se mantenga en un potrero.



Foto 6.1. Curvatura de tallo en lupino blanco (*L. albus*) provocada por antracnosis



Foto 6.2. Lesiones en tallo de lupino blanco (*L. albus*) causadas por antracnosis



Foto 6.3 (a,b). Vainas de lupino blanco (*L. albus*) afectada por antracnosis



Foto 6.4 (a,b). Antracnosis en lupino australiano (*L. angustifolius*)

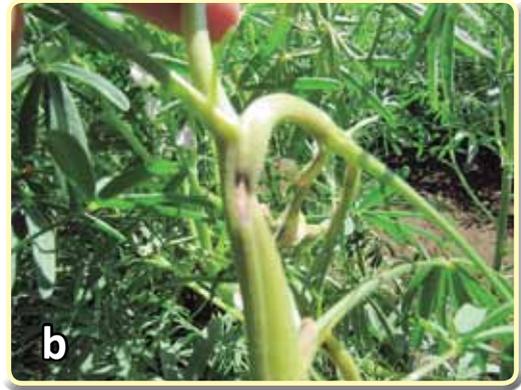


Foto 6.5 (a,b). Inicio de ataque de antracnosis en lupino amarillo (*L. luteus*)



Foto 6.6. Grano de lupino albus manchado por el hongo causante de antracnosis



Foto 6.7. Plántulas originadas de semilla infectada por el hongo causante de antracnosis

Mancha café y pudrición radical

El hongo *Pleiochaeta setosa* ataca tanto la raíz como el follaje del lupino. La enfermedad fue descrita por primera vez en Chile asociada a lupino blanco. Sin embargo, es más frecuente encontrarla afectando a siembras de lupino australiano, especie donde es más probable que provoque daño económico. La pudrición de la raíz suele ser más dañina que la mancha café, ya que puede disminuir drásticamente la población de plantas.

- **Síntomas**

Se caracteriza por afectar tanto la parte aérea, formando manchas cafés, como la raíz de la planta, causando pudrición radical. La mancha café puede aparecer afectando los cotiledones de manera temprana. En estados de desarrollo más avanzados se presenta en las hojas como manchas angulosas iniciadas en los márgenes de los folíolos, los que se deforman y retuercen hasta desprenderse. La pudrición radical se inicia como manchas de color café oscuro tanto en la raíz principal como en las raíces laterales. En infecciones severas la lesión compromete gran parte de la raíz principal, en cuyo caso la planta se marchita y muere antes de alcanzar el estado de cuatro hojas.

- **Condiciones predisponentes**

El uso de semilla contaminada puede conducir a infecciones tempranas. No obstante, aunque puede transmitirse por semilla, el principal medio de transmisión de *Pleiochaeta* son los rastrojos o residuos infectados. Por ello, las rotaciones de cultivo estrechas favorecen la aparición de la enfermedad, en particular la repetición de lupino sobre lupino. La pudrición radical se encuentra principalmente asociada a la carga de esporas presentes en el suelo y en menor medida a las condiciones climáticas. La mancha café, en cambio, aumenta su incidencia cuando se dan lluvias intensas durante los primeros estados de desarrollo del cultivo. Con temperaturas bajas las tasas de crecimiento del cultivo son menores y las plantas permanecen pequeñas, expuestas por más tiempo al impacto de las gotas de lluvia. Esto hace que las esporas del hongo que se encuentran en el suelo salten hacia la parte aérea de las plantas. El período de mayor vulnerabilidad es el comprendido entre la emergencia y las cuatro hojas. Cuando la temperatura aumenta, en septiembre-octubre, la planta alcanza un desarrollo que le permite cubrir mejor el suelo y reducir el impacto de las gotas de lluvia, evitando con ello el avance de la mancha café. La experiencia australiana indica que la siembra con cero labranza, manteniendo unas 2-3 ton/ha de rastrojo de cereal, contribuye a defender el cultivo de esta enfermedad reduciendo el salpique de esporas producido por las gotas de lluvia al impactar el suelo. Mediante las rotaciones de cultivo con cereales o gramíneas forrajeras, se logra una reducción importante en el número de esporas que sobreviven en ausencia de lupino. Según investigaciones en Australia, la población de esporas que queda en el suelo disminuye a la mitad con cada año de cultivo de cereal. Para no enterrar en profundidad las esporas que quedan en el suelo debe evitarse invertir el suelo que ha tenido lupino con mancha café y preferir el uso de cincel. Después de un ataque de *Pleiochaeta* se requiere al menos dos años con un cereal antes de volver a sembrar lupino.

- **Nivel de pérdidas**

Es muy variable debido a la dependencia de la enfermedad a las condiciones ambientales y de manejo agronómico. Estudios prospectivos han permitido estimar que el secano interior es la zona de mayor peligro, particularmente para siembras tempranas (abril-mayo), donde se han registrado pérdidas completas. El valle central, secano costero y precordillera son áreas de menor riesgo.

Prevención y control de mancha café y pudrición radical

- Usar semilla sana, proveniente de siembras que no han sido afectadas.
- Las variedades de lupino blanco son susceptibles, así como la gran mayoría de las variedades de lupino australiano.
- El lupino amarillo se ha reportado como resistente en Australia, pero se ha visto fuertemente atacado en Chile.
- Eliminar rastrojos de lupinos que han tenido mancha café.
- Preferir uso de cincel en vez de rastra o arado.
- Limpiar muy bien la maquinaria que ha trabajado en ese potrero.
- Es preferible sembrar lupino luego de un cereal. Si es posible, elegir potreros que no hayan tenido lupino en los últimos tres años.
- Si es posible, utilizar cero labranza, o mínima labor.
- La dosis de semilla debe ser suficiente para que el cultivo logre rápida cobertura del suelo y compense eventuales pérdidas de plantas.
- La deficiencia de fósforo deja la planta de lupino más susceptible a la mancha café, por menor vigor y reducción de la canopia. Si el suelo es muy pobre en fósforo, el lupino requiere fertilizante fosfatado.
- Es recomendable tratar la semilla con un fungicida. Tiofanato-metilo+piraclostrobina (Acronis) e iprodione (Ippon, Iprodion, Rovelin, Rovral, Rukon) son productos registrados para uso en semillas de lupino.
- No hay resultados concluyentes sobre las ventajas o beneficios de utilizar fungicidas foliares; su efectividad es muy dependiente de condiciones ambientales que no favorezcan el desarrollo de la enfermedad.



Foto 6.8. Mancha café en lupino blanco (*L. albus*)



Foto 6.9 (a,b). Mancha café en lupino australiano (*L. angustifolius*)



Foto 6.10. Defoliación causada por mancha café en lupino australiano (*L. angustifolius*)

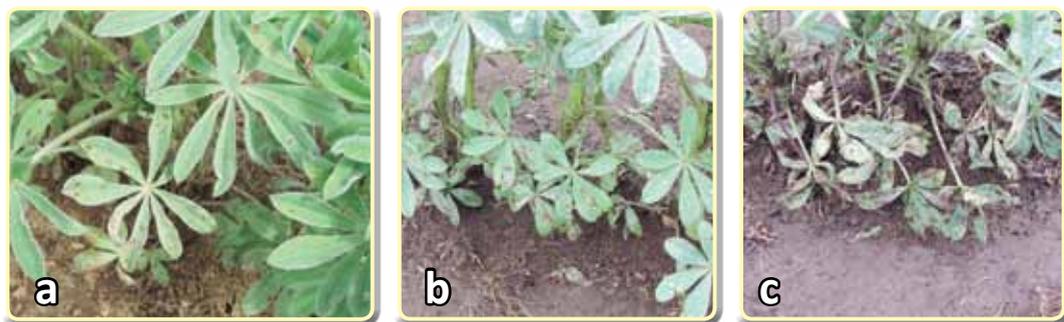


Foto 6.11 (a,b,c). Mancha café en lupino amarillo (*L. luteus*)

Tizón del pié

Esta enfermedad fue observada por primera vez en 2004 afectando a lupino blanco. Posteriormente ha sido detectada en siembras de lupino blanco en diferentes zonas de la región. El agente causal no ha sido claramente identificado, pero hay dos sospechosos. En algunos casos las esporas predominantes encontradas apuntan a *Ascochyta*. Sin embargo, en otros casos, las características morfológicas de las esporas se ajustan a la descripción de *Phoma*. Es posible que ambos patógenos se presenten de manera simultánea.

- **Síntomas**

Son típicas las lesiones necróticas o “quemado” del tallo, en su porción cercana al suelo, normalmente alargadas y de extensión variable. En algunos casos el quemado puede circundar todo el tallo y observarse tanto en el tallo principal como en los secundarios. También pueden observarse lesiones necróticas en vainas y hojas. En ataques severos las lesiones debilitan los tallos y éstos pueden quebrarse cuando la lesión afecta la parte basal de la planta.

- **Condiciones predisponentes**

Se sospecha que la enfermedad se ve favorecida por el empleo de semilla infectada por los hongos mencionados y por rotaciones de cultivos poco espaciadas.

Se desconoce en Chile el comportamiento de las variedades de *L. albus* frente a esta enfermedad.

- **Nivel de pérdidas**

La observación de algunas siembras comerciales severamente afectadas hace suponer que las pérdidas pueden ser significativas.

Prevención y control del tizón del pié

- Emplear semilla sana, proveniente de siembras no afectadas por enfermedades.
- Rotación de cultivos que distancie la presencia de lupino u otra leguminosa.
- Si se ha presentado la enfermedad, incorporar y/o quemar rastrojos infectados, para reducir el inóculo de los hongos mencionados.



Foto 6.12 (a,b). Tizón del pie en lupino blanco amargo atribuido a *Phoma*

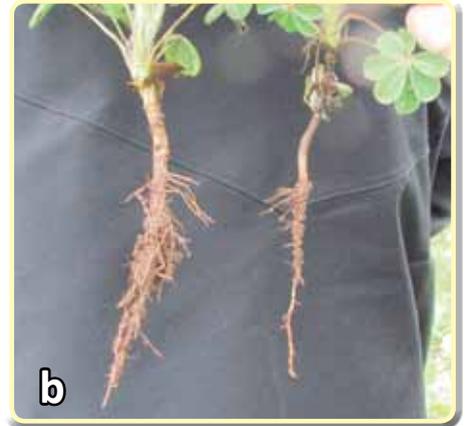


Foto 6.13 (a,b,c,d). Marchitez y cuello oscuro estrangulado en lupino blanco dulce, atribuido a *Phoma*

Phomopsis

Esta enfermedad, causada por el hongo *Phomopsis leptostromiformis*, se ha descrito en varios países afectando las principales especies cultivadas de lupino (*L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*). En Chile se ha presentado con mayor frecuencia en años recientes, aunque no se ha observado el estado sexual del hongo, denominado *Diaporthe toxica*.

- **Síntomas**

Cuando los lupinos están madurando, el hongo puede colonizar tallos y vainas produciendo lesiones púrpuras oscuras o cafés que destiñen con el tiempo. De las lesiones surgen abundantes cuerpos negros (picnidios) que dan un aspecto “aleopardado” a los tallos que se están secando.

- **Condiciones predisponentes**

Empleo de semilla infectada y poco espaciamiento del lupino en la rotación de cultivos.

- **Nivel de pérdidas**

Las lesiones en el tallo pueden causar quebradura y afectar el rendimiento del lupino, pero no existen estimaciones de pérdidas en el país. En Australia se considera que ocasiona pérdidas menores al cultivo de lupino y se otorga mayor importancia a la intoxicación de ovinos que consumen rastrojo de lupino conteniendo una toxina producida por el hongo y que causa la enfermedad conocida como lupinosis. En Chile no se han reportado casos de intoxicación animal.

Prevención y control de Phomopsis

- Emplear semilla sana, proveniente de siembras no afectadas por enfermedades.
- Las variedades recientes de lupino australiano (*L. angustifolius*) provenientes de Australia presentan resistencia genética.
- Se desconoce la reacción de las variedades de lupino blanco.
- Espaciar el lupino en la rotación de cultivos, no repetir antes de tres años.
- Si se ha presentado la enfermedad, incorporar y/o quemar rastrojos infectados, para reducir el inóculo del hongo.



Foto 6.14. Lesiones en tallos de *L. albus* causadas por *Phomopsis* con abundantes picnidios, que dan a los tallos un aspecto “aleopardado”

Fusariosis de cuello y raíz

Enfermedad fungosa causada por *Fusarium* sp. La especie de *Fusarium* presente en Chile no ha sido confirmada. *Fusarium oxysporum* ha sido descrito en otros países y existen formas del patógeno que atacan distintamente a las especies *L. albus*, *L. angustifolius* y *L. luteus*.

- **Síntomas**

Los síntomas iniciales se aprecian durante el desarrollo vegetativo de la planta y resultan más evidentes previo a la floración o durante ésta. En la parte aérea se produce amarillez foliar, marchitez y eventualmente defoliación. En la raíz pueden no existir síntomas externos. Sin embargo, al realizar un corte longitudinal es posible observar internamente estrías de color café asociadas al tejido vascular. En estados avanzados se presenta una pudrición seca en la zona del cuello y en la raíz. En condiciones de alta humedad puede aparecer un micelio fungoso de color rosado asociado a las estrías del tejido vascular.

- **Condiciones predisponentes**

La más importante es la repetición de lupino sobre lupino u otra leguminosa. Las rotaciones muy cortas también son predisponentes. La semilla contaminada por el hongo es una vía muy efectiva de dispersión de la enfermedad.

- **Nivel de pérdidas**

Afecta plantas aisladas y en muy baja frecuencia, por lo que provoca pérdidas menores.

Prevención y control de fusariosis

Se recomienda prevenir evitando la repetición de lupino sobre lupino y practicando una rotación que intercale cultivos de cereales o raps. Es indispensable el uso de semilla no infectada.



Foto 6.15 (a,b). Amarillez foliar, marchitez y defoliación causadas por fusariosis



Foto 6.16. Corte longitudinal de la porción basal del tallo mostrando estrías café asociadas al tejido vascular causadas por ataque de *Fusarium*

Roya del lupino

La roya del lupino se ha presentado solo esporádicamente en el sur de Chile. En países europeos mediterráneos las especies del hongo causante de la roya en lupino blanco corresponden a *Uromyces lupinicolus* y *U. renovatus*. No existen estudios descriptivos de la especie presente en Chile.

Los síntomas iniciales son pequeñas manchas amarillas en el haz de las hojas, que luego aumentan de tamaño formando pústulas anaranjadas o de color óxido en el envés de las hojas. Ocasionalmente se observan pústulas en tallos. Puede aparecer en veranos cálidos y secos. Como en las royas de cereales, las esporas de la roya del lupino pueden ser transportadas por el viento a grandes distancias, produciendo una rápida diseminación. Es capaz de causar daño si se manifiesta temprano, pero en el sur de Chile se ha observado cuando las plantas tienen ya vainas formadas, y en poca magnitud, de manera que no ha requerido control químico.



Foto 6.17 (a,b). Roya en lupino blanco

Virosis

En Chile se observan plantas de lupino con síntomas asociados a virosis prácticamente todas las temporadas. Estas plantas enfermas ocurren en baja proporción y su expansión se relaciona con la presencia de pulgones, especialmente en temporadas con escasas lluvias en primavera-verano.

El virus del mosaico amarillo del poroto (BYMV) es la virosis más frecuente e importante del lupino y su distribución es global. En 2014 se identificó por primera vez en Chile la presencia de BYMV en plantas de lupino blanco con síntomas caracterizados por palidez del follaje, deformación de folíolos y detención del crecimiento. En lupino blanco y lupino amarillo, este virus puede ser transmitido de una generación a otra a través de semilla infectada. En el caso de lupino australiano, una cepa (BYMV-N) causa necrosis y muerte de plantas, de manera que no hay transmisión por semilla. Sin embargo, también existe una cepa no-necrótica, que sí permite la transmisión del virus por semilla.

Las infecciones durante la temporada son mediadas por pulgones provenientes de plantas hospederas como trébol rosado, trébol subterráneo y algunas malezas leguminosas. Varias especies de pulgones son vectores del BYMV y lo transmiten en forma no persistente, lo cual significa que luego de recoger el virus en una planta hospedera, el pulgón lo pasa al lupino solo en la primera o segunda picadura, luego deja de transmitirlo. Dos de las cinco especies de pulgones huéspedes del trébol rosado en Chile, *Aphis craccivora* y *Brachycaudus helichrysi*, han sido implicados en otros países como vectores del virus hacia lupino.

Con base a lo descrito, debe considerarse riesgoso el establecimiento de lupino en la cercanía de empastadas con leguminosas forrajeras. Si tal situación se presenta, la aplicación de un insecticida piretroide en la empastada de leguminosas puede disminuir la transmisión de BYMV al lupino, al reducir la población de pulgones vectores, pero no evitará la infección por completo. No se requiere observar colonias de pulgones en un cultivo de lupino para que la transmisión del virus esté ocurriendo ya que estos insectos pueden transmitir el virus picando solo una vez en una planta de lupino. Las plantas infectadas son luego fuente para infecciones sucesivas en un cultivo.



Foto 6.18 (a,b). BYMV en lupino blanco



Foto 6.19. BYMV necrótico en lupino australiano



Foto 6.20. Síndrome de vaina negra en lupino australiano



Foto 6.21 (a,b). BYMV en lupino amarillo



Capítulo 7

Plagas de Lupino en Chile

Capítulo 7

Plagas del Lupino en Chile

Alfonso Aguilera P.
Mario Mera K.

Desde el punto de vista agronómico y manejo integrado entomológico, una plaga es una población de insecto, ácaro u otro invertebrado fitófago que causa daño a un cultivo. Dependiendo de la población e intensidad del daño, comúnmente las plagas de insectos se clasifican en categorías según su importancia económica como primarias o claves, secundarias u ocasionales y potenciales. Algunas, independiente de su población, por su ausencia en determinadas zonas del país o en otros países donde Chile exporta sus productos, se consideran cuarentenarias.

En Chile se registran 19 especies de invertebrados fitófagos asociados al lupino y en este manual se hace, tentativamente, una clasificación en categorías. La ubicación en categorías es un concepto dinámico y puede variar según las condiciones locales o el manejo agronómico. En el futuro es posible que se adicionen nuevos registros de especies nativas o exóticas, cambiando la importancia de las especies que afectan este cultivo.

En el cuadro 7.1 se proporciona un listado de invertebrados fitófagos registrados para lupino en Chile, con su sistemática (orden y familia), dispuestos según su relevancia económica. Los insectos predominan, pero algunos gastrópodos pueden estar presentes en este cultivo causando daños de relevancia económica.

Cuadro 7.1. Invertebrados fitófagos en lupino

Especie fitófaga	Sistemática (orden: familia)	Relevancia económica
Insecta		
<i>Delia antiqua</i> (Meigen)	Diptera: Anthomyiidae	Primaria
<i>Delia platura</i> (Meigen)	Diptera: Anthomyiidae	Primaria
<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel)	Lepidoptera: Noctuidae	Primaria
<i>Copitarsia decolora</i> (Guenee)	Lepidoptera: Noctuidae	Primaria
<i>Sminthurus viridis</i> (Lineo)	Collembola: Sminthuridae*	Secundaria
<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach)	Hemiptera: Aphididae	Secundaria
<i>Hylamorpha elegans</i> (Burmeister)	Coleoptera: Scarabaeidae	Secundaria
<i>Epicauta pilme</i> (Molina)	Coleoptera: Meloidae	Secundaria
<i>Leptoglossus chilensis</i> (Spinola)	Hemiptera: Coreidae	Potencial
<i>Naupactus leucoloma</i> (Boheman)	Coleoptera: Curculionidae	Potencial
<i>Elasmopalpus angustellus</i> (Blanchard)	Lepidoptera: Pyralidae	Potencial
<i>Chiomyza paulseni</i> (Philippi)	Diptera: Stratiomyidae	Potencial
<i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard)	Diptera: Agromyzidae	Potencial
<i>Frankliniella australis</i> (Morgan)	Thysanoptera: Thripidae	Potencial
<i>Tipula apterogyne</i> (Philippi)	Diptera: Tipulidae	Potencial
Gastrópoda		
<i>Deroceras reticulatum</i> (Müller)	Stylommatophora: Limacidae	Secundaria
<i>Limax maximus</i> (Lineo)	Stylommatophora: Limacidae	Potencial
<i>Milax gagates</i> (Draparnaud)	Stylommatophora: Milacidae	Potencial
<i>Deroceras laeve</i> (Müller)	Stylommatophora: Limacidae	Potencial

* Algunos entomólogos no consideran este grupo de artrópodos primitivos como perteneciente a la clase Insecta.

Plagas primarias

Bajo esta categoría se clasifican las plagas que siempre están presentes en el cultivo, con un nivel poblacional que obliga a tomar medidas de control para evitar un daño económico.

Moscas de la semilla, *Delia antiqua* y *Delia platura*

Insectos cosmopolitas. En Chile, la distribución de *Delia antiqua* abarca desde la Región de Valparaíso a la de Magallanes y *Delia platura* desde la Región de Coquimbo a la de Los Lagos, incluido el Archipiélago Juan Fernández. Hospederos, además del lupino: ajo, alcayota, arveja, betarraga, camote, cebolla, cebollín, chalota, espárrago, espinaca, haba, maíz, melón, papa, poroto, rábano, sandía, trébol, zanahoria, zapallo.



Foto 7.1. Larva de *Delia*



Foto 7.2. Daño de larvas de *Delia* en lupino



Foto 7.3. *Delia*, ejemplar adulto

Adultos parecidos a la mosca doméstica, pero más pequeños (4 a 6 mm de largo), esbeltos y con patas más largas. Son grises con tonalidades verdosas. Ojos anaranjados, juntos en los ejemplares machos y separados en las hembras. Antenas negras. Tórax gris con manchas negras. Abdomen delgado. La diferencia entre adultos de *D. antiqua* y *D. platura* se evidencia en el tórax. *D. antiqua* tiene cuatro bandas longitudinales oscuras difusas y cuatro hileras de cerdas; en *D. platura* no se distinguen bandas en el tórax y las cerdas son escasas. Huevos alargados, blanco amarillentos. La hembra los deposita en el suelo, preferentemente en aquellos con abundancia de materia orgánica, ubicándolos cerca de semillas o tallos emergentes. A los 5 días emerge la larva e inmediatamente se introduce a la semilla o tallos, construyendo galerías. El período larvario es de 4 semanas en promedio. Las larvas plenamente desarrolladas miden más de 2 mm. El insecto pupa enterrado en el suelo a 5 cm y después de 15 días emerge el adulto. Durante el año pueden sucederse

hasta 5 generaciones según condiciones de temperatura y humedad. El ataque de larvas a la semilla o al cuello de las plántulas provoca raleo, debido a la pudrición de plantas por ataques secundarios de hongos y bacterias.

El único entomófago mencionado para Chile como enemigo natural de la mosca de la semilla es *Aphaereta laeviuscula* (Spinola), himenóptero de la familia Braconidae.

La medida de control recomendada es el tratamiento preventivo de semilla con un insecticida piretroide (teflutrina, como Force); neonicotenoide (imidacloprid, como Punto70, Gaucho; thiometaxan, como Cruiser WS; clothianidin, como Poncho); triazina (ciromazina, como Trigard); fosforado (clorpirifos, como Lorsban,) o fenil pirazol (fipronil, como Regent).

Gusano cortador de las chacras, *Agrotis ipsilon*

Insecto cosmopolita, presente en Chile desde la Región de Arica y Parinacota a la de Aysén. También en Isla de Pascua. Hospederos, además de lupino: ají, alcachofa, alfalfa, algodón, apio, avena, betarraga, cebolla, coliflor, crisantemo, dalia, espárrago, frambueso, frutilla, lechuga, maíz, melón, papa, peonía, pimentón, poroto, raps, remolacha, repollo, tabaco, tomate, trigo, zanahoria, zapallo.

El estado adulto del gusano cortador de las chacras es una mariposa de 3 a 5 cm de ancho con alas extendidas. Cabeza gris oscura con antenas filiformes. Tórax oscuro. Alas anteriores castaño oscuras, con el tercio apical más claro; alas posteriores más claras que las anteriores y con notoria venación. Abdomen piloso, más claro que el tórax. La larva plenamente desarrollada alcanza 4,5 cm de largo. Su cabeza es café rojiza y el cuerpo gris, opaco, de aspecto grasoso, con una línea media dorsal amarillenta y dos bandas laterales menos notorias, sector ventral verdoso amarillento. Se enrosca cuando es molestada. Pupa café, desnuda, obtecta. La mariposa adulta pone huevos blancos, dispersos en el suelo o en hojas. Las larvas nacen a los 5 a 10 días y se introducen en el suelo. Salen solo de noche para cortar el cuello de plántulas y plantas jóvenes. Suelen comer raíces. El estado larvario dura alrededor de 25 días y se puede extender a más de un mes con baja temperatura. El estado de pupa o crisálida dura 15 días para dar paso al adulto. Durante el año puede tener 3 a 5 generaciones.



Foto 7.4. Gusano cortador



Foto 7.5. Pupa de gusano cortador



Foto 7.6. *Agrotis ipsilon*, ejemplar adulto

En Chile sus antagonistas son *Architas cirphis* Curran, *Bonnetia compta* (Fallen), *Carcelia formosa* (Aldrich & Webber), *Chaetogaedia monticola* (Bigot), *Eucelatoria armigera* (Coquillet), *Euphorocera claripennis* (Macquart), *Gonia longipulvilli* Tothill, *Gonia sequax* (Williston), *Lespesia archippivora* (Riley), *Madremyia saundersii* (Willoston), *Sysiropa eudryae* (Townsend), *Tachinomyia panaetius* (Walker), *Prosopochaeta fidelis* (Reinhard) (Diptera: Tachinidae); *Apanteles bourquini* (Blanchard), *Macrocentrus collaris* (Spinola); *Meteorus rubens* (Nees) (Hymenoptera: Braconidae); *Amblyteles* sp., *Ophion* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae). Es frecuente la aparición de gusanos cortadores en siembras de lupino que siguen a trébol rosado. Removiendo el suelo alrededor de plantas recién cortadas es posible confirmar la presencia de la larva.

En ataques intensos se recurre a insecticidas de ingestión o de ingestión y contacto de los grupos fosforados de síntesis, carbamatos o piretroides. Es efectivo el cebo venenoso elaborado con 50 kg de afrecho + 1 kg de azúcar o melaza + 1 a 2 kg de insecticida de síntesis orgánica de formulación comercial WP como fosmet (Imidan WP). La mezcla se revuelve con pala y luego se agrega agua para formar grumo. El cebo así preparado alcanza para una hectárea aplicado a la superficie del suelo. Se puede reemplazar fosmet por otro fosforado como clorpirifos (Lorsban, Master, Pyrinex), triclorforn (Dipterex, Furia) o acephato (Orthene). También se puede utilizar un carbamato como carbaryl (Sevin WP). De esta manera se está aplicando insecticidas de ingestión y contacto, sin contaminar el área foliar.

Cuncunilla de las hortalizas, *Copitarsia decolora*

Distribuida desde la Región de Arica y Parinacota a la de Aysén. En América, desde México al sur. Hospederos, además de lupino: ajo, alcachofa, alfalfa, ballica, cebolla, clavel, espárrago, frambueso, frutilla, garbanzo, gladiolo, jojoba, kiwi, liliium, maíz, manzano, maravilla, papa, pistacho, raps, remolacha, repollo, tabaco, trigo, tulipán, vid.



Foto 7.7. Huevos de *Copitarsia*



Foto 7.8. Larva de *Copitarsia*



Foto 7.9. Larvas de *Copitarsia*



Foto 7.10. Pupa de *Copitarsia*



Foto 7.11. *Copitarsia*, ejemplar adulto

La mariposa adulta mide hasta 4 cm de ancho con alas extendidas. Cabeza oscura, antenas filiformes. Tórax gris oscuro con alas anteriores castaño grisáceas y tres bandas angostas más oscuras que las recorren irregularmente desde el margen anterior al posterior; en el centro con tres manchas circulares claras. Alas posteriores grises de margen externo blanco cremoso, con notoria venación que se divide en la mitad de su recorrido. Abdomen oscuro. Los adultos comienzan a volar en octubre desde el crepúsculo. La hembra deposita gran cantidad de huevos (sobre 800) en hojas, alineados uno al lado del otro, en varias filas, limpios, sin pelos y escamas. A los 7 días emergen las larvas y se dispersan por la planta para alimentarse de las hojas. Las larvas varían de color según el hospedero que consumen, por lo general son verdes con una banda blanca amarillenta en el costado inferior, a lo largo del cuerpo. Después de 6 mudas alcanzan pleno desarrollo con 4 cm de largo. Además de consumir el follaje se introducen al interior de vainas verdes de lupino para consumir grano en formación, dejando orificios que pueden infectarse secundariamente con hongos. Antes de terminar su último estadio, las larvas descienden y se entierran para pupar. Permanecen unos 30 días como crisálidas color café y luego emerge el adulto. El ciclo se repite 3 a 4 veces en el año, invernado como crisálida.

Se citan como enemigos naturales a *Ateloglotus ruficornis* Aldrich, *Incamiya chilensis* Aldrich, *Winthemia ignobilis* (Wulp.) (Diptera: Tachinidae); *Trichogramma brasiliensis* (Ashm.), *Trichogramma evanescens* Westwood, *Trichogramma fasciatum* (Perkins) (Hymenoptera: Trichogrammatidae); *Thymebatis hichinsi* Porter (Hymenoptera: Ichneumonidae); *Zoophthora radicans* (Brefeld) (Fungi).

Si las larvas emergidas se encuentran en sus primeros estadios de desarrollo, se puede aplicar un insecticida regulador del crecimiento del grupo de las acilureas (Dimilin, Nomolt, Alsystin, Rimon, Sorba). Si se encuentran larvas más desarrolladas se sugiere un insecticida de ingestión y contacto del grupo de los fosforados de síntesis (clorpirifos: Lorsban, Master, Pyrinex), carbamatos (Sevin, Lannate), piretroides (cipermetrina: Arrivo; permetrina: Ambush, Pounce; lambdacihalotrina: Karate), o productos cuya formulación mezcla un fosforado con un piretroide (Lorsban Plus). Azadirachtina, piretro y rotenona son insecticidas botánicos naturales, también de acción de ingestión y contacto, que se recomienda aplicar al atardecer porque la radiación solar acorta su efecto residual. La azadirachtina también actúa como regulador de crecimiento, por ello debe aplicarse cuando las larvas se encuentran en sus primeros estadios y con agua de pH 5,5. Aguas con pH superior alteran negativamente la efectividad del producto.

La observación de ejemplares al estado larvario sugiere que bajo la nominación de *Copitarsia decolora* existirían en La Araucanía especies crípticas distintas. INIA Carillanca está estudiando la composición del complejo *Copitarsia* y eventuales especies de Noctuidae presentes en lupino. Las fotos 7.12 a 7.16 muestran ejemplares de cuncunilla que se han encontrado atacando lupino.



Foto 7.12. Cuncunilla consumiendo hojas de lupino



Foto 7.13. Cuncunilla horadando vaina de lupino



Foto 7.14. Cuncunilla verde-amarilla follaje de lupino



Foto 7.15. Cuncunilla oscura en hojas de lupino



Foto 7.16. Cuncunilla parda en vainas de lupino

Plagas secundarias y ocasionales

Las plagas secundarias están siempre presentes en el cultivo, no así las ocasionales. Ambas pueden requerir intervención con algún método de control.

Pulga saltona de la alfalfa, *Sminthurus viridis*

Se encuentra desde las regiones del Bio Bío a Los Lagos. Presente en Europa, Australia, Nueva Zelanda, sur de África y Argentina. Hospederos, además de lupino: alfalfa, avena,

ballica, betarraga, cebada, frambuesa, melón, peonía, remolacha, tréboles, trigo y algunas malezas de hoja ancha.



Foto 7.17. *Sminthurus*, ejemplar adulto
(Foto aquaportail.com)



Foto 7.18. *Sminthurus*, tamaño del adulto
(Foto naturamediterraneo.com)



Foto 7.19. Pulga saltona en lupino albus



Foto 7.20. Daño de pulga saltona en lupino albus

Los adultos son pequeños (2 a 3 mm de largo), sin alas, de cuerpo blando globoso, deprimido lateralmente, amarillo verdoso. Cabeza dirigida hacia abajo, con grandes ojos negros y aparato bucal masticador. Antenas largas de cuatro segmentos. Segmentos torácicos reducidos. Patas largas, delgadas, terminadas en una uña negra. Saltan gracias a una estructura ventral denominada furca. Abdomen globoso con pelos cortos y una papila anal. Huevos amarillo pálido; las hembras los colocan en el suelo, prefiriendo lugares húmedos con abundante materia orgánica. Eclosionan entre 8 a 20 días, según la temperatura ambiental. Ninfas similares a los adultos; alcanzan adultez en alrededor de 60 días. La pulga saltona consume los bordes de las hojas, dejando una película translúcida. La literatura nacional no menciona enemigos naturales de la pulga saltona en la alfalfa.

Si la población del insecto lo requiere, puede recurrirse a un producto orgánico de síntesis del grupo de los fosforados (clorpirifos: Lorsban, Master, Pyrinex), carbamatos (Sevin, Lannate, Nudrin) o piretroides (cipermetrina: Arrivo; permetrina: Ambush, Pounce; lambdacihalotrina: Karate) con acción de ingestión y contacto.

Áfidos o pulgones

Los pulgones visitan cultivos de lupino blanco (*L. albus*) y australiano (*L. angustifolius*) pero no permanecen en ellos, por lo que es raro verlos. Por el contrario, es frecuente observar pulgones en lupino amarillo (*L. luteus*). La preferencia de los pulgones se manifiesta con claridad cuando las especies de lupino están contiguas.

En Australia se mencionan tres especies de pulgones como relevantes para lupino: el pulgón negro de la alfalfa, *Aphis craccivora* Koch; el pulgón azul de la alfalfa, *Acyrtosiphon kondoi* Shinji, y el pulgón verde del duraznero, *Myzus persicae* (Sulzer). El pulgón de la arveja, *Acyrtosiphon pisum* (Harris), tiene entre sus hospederos al lupino amarillo, no así a los lupinos blanco y australiano. Todas las especies de pulgones mencionadas se encuentran en Chile en otras leguminosas. La información concerniente a lupino es escasa y es necesario acrecentarla para establecer la importancia de estos insectos, particularmente como vectores de virus causantes de enfermedades. En Chile se ha confirmado la presencia del pulgón verde del ciruelo en lupino amarillo. Dicha especie se describe a continuación.

Pulgón verde del ciruelo, *Brachycaudus helichrysi*

Insecto cosmopolita, presente prácticamente en todos los continentes. En Chile se encuentra entre las regiones de Atacama a Los Lagos. Hospederos, además del lupino: alfalfa, cineraria, ciruelo, crisantemo, duraznero, maravilla, ortiga, papa, pistacho, poroto, senecio, tajete, tomate.



Foto 7.21. *Brachycaudus helichrysi*, ejemplares no alados

Tiene ejemplares adultos alados y ápteros de 2 mm de largo. Coloración castaño verdoso, verde amarillento o castaño amarillento. Antenas negras. Tórax negro. Cornículos cortos. Abdomen verdoso, verde castaño o castaño amarillento, con cauda lenguada corta y tres pares de cerdas en los costados. Este pulgón se alimenta de savia en hojas y tallos. Tanto adultos como ninfales son vectores de virus. A través de la temporada presenta ciclos

complejos, sexuales y partenogénicos, con hembras aladas y hembras ápteras. Durante primavera y verano tiene varias generaciones con reproducción partenogénica. Pasa el invierno en estado de huevo.

Posee enemigos naturales entre los que destacan *Scymnus bicolor* (Germain) (Coleóptera: Coccinellidae); *Aphidoletes aphidomiza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae); *Allograpta hortensis* (Philippi) (Diptera: Syrphidae); *Allograpta pulchra* Shannon (Diptera: Syrphidae); *Aphelinus chaonia* Walker (Hymenoptera: Aphelinidae); *Aphelinus humilis* Mercer (Diptera: Syrphidae) y *Ephedrus persicae* Frogatt. (Hymenoptera: Aphidiidae).

Si su población llegara a justificarlo, se recomienda utilizar insecticidas sistémicos fosforados (dimetoato), carbamatos (pirimicarb) o neonicotenoides (acetamiprid, thiometoxam).



Foto 7.22. Pulgón azul de la alfalfa (*Acyrtosiphon kondoi*) atacando lupino amarillo en Australia (Foto Department of Agriculture and Food Western Australia)



Foto 7.23. Pulgón negro de la alfalfa (*Aphis craccivora*) en lupino amarillo

Babosa gris, *Deroceras reticulatum*

Especie registrada entre las regiones entre Valparaíso y Los Lagos. Ampliamente distribuida en América y Europa. Hospederos, además de lupino: achicoria, ají, alcachofa, arándano, arveja, avena, ballica, cebada, espárrago, espinaca, frutilla, lechuga, lenteja, maíz, papa, poroto, rábano, raps, remolacha, repollo, trébol, trigo, zanahoria y malezas de hoja ancha.



Foto 7.24. *Deroceras reticulatum*, ejemplar adulto



Foto 7.25. Huevos de babosa

Invertebrado no segmentado, de cuerpo grisáceo formado por cabeza, cuello y tronco. Mide 3,5 cm de largo. Cabeza provista de dos pares de tentáculos retráctiles; los superiores portadores de los ojos y los inferiores con función táctil. La boca en el extremo anterior posee varios dientes muy pequeños con los cuales raspa y corta las plantas. El tronco, formado por el manto amarillo grisáceo en la parte superior, se extiende desde la parte posterior de la cabeza hasta el primer tercio del tronco y el pie en la parte ventral. En el costado derecho inferior, cercano a la cabeza, se encuentra el poro genital, un tanto más atrás el poro respiratorio y sobre éste la abertura anal. El pie musculoso secreta una mucosidad que utiliza para desplazarse y protegerse de la deshidratación. Como todas las babosas, la gris es hermafrodita y un mismo ejemplar cumple funciones de macho y hembra. Es ovípara, capaz de poner 500 huevos transparentes con intervalos de días o semanas, en grupos de 7 a 50 cada vez. Las condiciones favorables para su desarrollo son períodos húmedos con temperatura sobre 12°C, comenzando a movilizarse con 5°C. De hábito nocturno, puede recorrer cerca de 10 metros durante la noche. En el día se esconden bajo terrones, piedras, restos de vegetación, excretas de animales, madera, plásticos, cartones o se entierran para protegerse del calor. Puede vivir 18 meses y tener dos generaciones en un año bajo condiciones favorables. Se alimentan de plantas emergentes siguiendo la hilera y dejando de rastro el mucus que expelen para avanzar. Los daños más frecuentes ocurren en bordes de potreros donde se acumulan restos de cosechas. Se mantienen en sectores con existencia permanente de malezas, con abundancia de materia orgánica y en bosquetes que dan sombra.

Temperaturas bajo 3°C producen alta mortalidad de babosa gris. Entre los enemigos naturales se destacan aves como tijuques, bandurrias y queltehues.

Para su control puede recurrirse a limacidas basados en metaldehído, algunos en mezcla con thiocarb o metomil, formulados como cebos peletizados. Los pellets se distribuyen a razón de 5 kg/ha sobre el terreno donde las babosas están atacando y tan pronto como se detecten. En zonas con alta pluviometría es aconsejable utilizar cebos peletizados de alta densidad.

San Juan verde, *Hylamorpha elegans*

Habita desde las regiones del Maule a Los Lagos. Hospederos, además del lupino: abedul, acacia, achicoria, alfilerillo, arándano, arvejilla, avellano europeo, avenilla, avena, ballica, cerezo, cebada, centeno, coihue, cola de zorro, chamico, diente de león, duraznillo, frambueso, fresno, fromental, hierba del chancho, hualputra, murtilla, pasto miel, pato ovilla, peonía, raps, raulí, roble, siete venas, tréboles, trigo.



Foto 7.26. Gusano blanco, *Hylamorpha elegans*



Foto 7.27. *Hylamorpha elegans*, ejemplar adulto

La larva es llamada gusano blanco, que forma la letra C cuando está en reposo. El adulto mide 1,5 a 1,8 cm de largo y 0,8 cm de ancho. Dorso verde brillante con escasa pilosidad blanca. Cabeza verde con reborde oscuro en el sector anterior; antenas café claro. Tórax verde, del mismo color que la cabeza. Élitros verdes con leve tono dorado en el sector humeral y también en el sector posterior. Patas verdes con dorado y pelos blancos; las hembras con patas anteriores más oscuras, café y dentadas. Parte ventral del cuerpo con pilosidad blanca. Los adultos se congregan en robles o hualles para alimentarse y aparearse. En la zona sur los vuelos importantes ocurren de diciembre a segunda semana de enero. Las hembras fecundadas vuelan al crepúsculo y anochecer para colocar huevos redondos lisos, blanco cremosos, de 2 mm de diámetro, algo brillantes, enterrados a 5 cm bajo la superficie del suelo. Eclosionan 15 a 25 días después de la postura. Las larvas tienen cuerpo plumizo, algo transparente y abultado en su extremo posterior, con pelos ralos y castaños, cabeza café expuesta, notoria, con fuertes mandíbulas, patas blancas con pelos. Se alimentan de raíces y viven bajo suelo hasta noviembre, cuando pupan. La pupa es ovalada, de 2 cm de largo, castaño clara, con exuvio larval cubriendo parcialmente su cuerpo. El período pupal dura alrededor de 28 días, luego los adultos emergen del suelo para reiniciar el ciclo, que dura un año.

Tiene varios enemigos naturales entomófagos. Entre las estrategias futuras para control de San Juan verde al estado larvario se visualiza el uso de cepas seleccionadas de hongos de los géneros *Metarhizium* y *Baeuveria* y nemátodos entomopatógenos de los géneros *Pristionchus* sp., adaptado a suelos fríos de La Araucanía, *Steinernema* y *Heterorhabditis*.

Los tratamientos a la semilla pueden proteger las plántulas de un eventual ataque de gusanos blancos. Cuando se aplican productos al suelo una vez establecido el cultivo, las larvas suelen huir del insecticida enterrándose más allá de lo habitual.

Pilme de la papa, *Epicauta pilme*

Distribuido entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía. Hospederos, además del lupino: ají, alcachofa, alfalfa, betarraga, chamico, haba, papa, poroto, remolacha, tomate, trébol. Adulto de 1,5 cm de largo, cabeza negra, antenas largas negras. Tórax negro dorsalmente, élitros del mismo color. Patas largas algo rojizas. Se alimenta del follaje. Las hembras vuelan a laderas soleadas para poner huevos, agrupados de 40 a 250, enterrados a 3 cm de profundidad. Después de una semana emergen larvas que se alimentan de huevos de langostas. Su desarrollo pasa por diferentes formas larvarias, con un estadio larvario especial para invernarse, caracterizado por patas cortas y cuerpo endurecido, conocido como falsa pupa. Después de este estadio pasa al verdadero estado de pupa y luego de un par de semanas emergen los adultos que vuelan al cultivo para alimentarse. Los enemigos naturales pertenecen al orden Díptera de la familia Tachinidae *Hyalomyia curvipes* Aldrich, *Hyalomyodes triangulifer* (Loew) y *Leucostoma aterrimum* (Villers). Generalmente no se justifican medidas de control en lupino, excepto en lupino amarillo (*L. luteus*) que sí puede requerirlas.



Foto 7.28. Pilmes consumiendo hojas de lupino amarillo

Plagas potenciales

Fitófagos que se encuentran en cultivos de lupino, pero hasta ahora normalmente no requieren intervención con algún método de control.

Chinche parda de los frutales, *Leptoglossus chilensis*

Distribuido desde la Región de Arica y Parinacota hasta la de Aysén. Hospederos, además del lupino: alcachofa, almendro, arándano, cerezo, ciruelo, damasco duraznero, espárrago, frambueso, manzano, maíz, murtila, papa, peonía, pistacho, vid y zarzaparrilla, árboles nativos como boldo, litre, quillay, peumo, zarzamora. Adulto de cuerpo alargado, 1,5 cm de largo y ancho máximo 0,6 cm. Cabeza pequeña, aguda, negra con tres líneas

longitudinales algo rojizas. Ojos simples rojizos. Antenas de 0,1 cm de largo. Primer par de alas oscuras; segundo par membranosas. Patas pardas con fémur espinoso en sector interno y patas posteriores con tibia ensanchada por una membrana en forma de hoja. Huevos rectangulares, pardos, con porción dorsal plana. Ninfas con espinas dorsales negras y segmentos abdominales rojizos. Se alimenta de savia con su aparato bucal picador chupador. Especie univoltina. De noviembre a enero colocan huevos como una cadena en el follaje. El primer estadio ninfal aparece a fines de enero e inverna como adulto. Considerada plaga cuarentenaria para la exportación. En el caso del lupino amargo, cuyo grano se exporta, no puede excluirse la posibilidad de que el insecto vaya presente, vivo o muerto, como ninfa o adulto.

Sus enemigos naturales son las moscas taquínidas *Hyalomyia chilensis* Macquart y una avispa del género *Hadronotus* (Hymenoptera:Scelionidae)



Foto 7.29. *Leptoglossus chilensis*, ejemplar adulto

Gusano blanco del poroto, *Naupactus leucoloma*

Distribuido desde la Región de Arica y Parinacota a Los Lagos, incluyendo Isla de Pascua. Se encuentra además en Argentina, Australia, Brasil, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Perú y Uruguay. Hospederos, además del lupino: alfalfa, arándano, avellano europeo, avena, frutilla, frambueso, lenteja, limonero, murtila, papa, poroto, peonía, remolacha, tréboles, trigo. El gusano blanco del poroto en su estado adulto es conocido como burrito de la alfalfa, de 1 cm de largo, cuerpo ovalado, castaño grisáceo, con escamas blancas y pelos claros erectos. Cabeza de base ancha, con un surco central, ojos negros sobresalientes y algo ovalados. Tórax con tres franjas escamosas longitudinales blanquecinas, las laterales algo curvas y la central recta. Élitros más largos que el resto del cuerpo, con una línea blanca bien definida en sus costados. Patas del tipo caminadoras. Insecto partenogénico capaz de poner 100 huevos ovalados blanco amarillentos, tanto en el follaje como en el suelo, adheridos entre sí y al substrato en grupos de 20. Gusano de hábito subterráneo,

blanco cremoso, algo piloso. Su cabeza es retraída y solo se distinguen sus mandíbulas café esclerotizadas. No posee patas y se alimenta de raíces durante otoño, invierno y parte del verano. Pupa también blanca cremosa y subterránea. En verano emergen del suelo los adultos, todas hembras, que suben al follaje para alimentarse. El ciclo vital dura hasta 18 meses. No se tiene registro de entomófagos.



Foto 7.30. *Naupactus leucoloma*, ejemplar adulto

Barrenador del maíz, *Elasmopalpus angustellus*

Habita desde la Región de Arica y Parinacota a Los Lagos, incluyendo el Archipiélago de Juan Fernández. Hospederos, además del lupino: alfalfa, arroz, arveja, espárrago, falaris, frutilla, garbanzo, lenteja, linaza, maíz, maní, poroto, maravilla, melón, sorgo. El estado adulto, una polilla, mide 2,5 cm con alas extendidas. Cabeza con antenas filiformes y palpos curvados hacia arriba. Alas anteriores grises oscuras con manchas en los márgenes externos; alas posteriores claras, casi transparentes, oscurecidas por las venas. A salidas del invierno y en primavera las hembras colocan huevos blanco verdosos en tallos, hojas o suelo. Los huevos eclosionan en 10 días y las larvas, con cabeza negra y resto del cuerpo verde oscuro, se alimentan inicialmente de raíces y hojas. Luego se introducen al tallo de plantas hospederas, donde horadan una galería. En el cuello de la planta construyen un habitáculo externo en forma de capullo con tierra y excrementos de la larva, del cual salen para minar y alimentarse internamente a lo largo del tallo. Luego de 25 días la larva pasa al estado de pupa o crisálida y aproximadamente 20 días después los adultos emergen del capullo. Inverna como larva plenamente desarrollada, como pupa o adulto. Pueden ocurrir dos generaciones en la temporada. Sus enemigos naturales son algunas especies de himenópteros y un díptero.

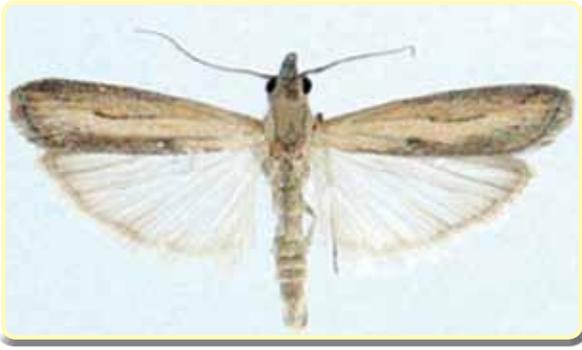


Foto 7.31. *Elasmopalpus angustellus*, ejemplar adulto



Foto 7.32. Larva de *E. angustellus*

Mosca tonta, *Chiromyza paulseni*

Distribuida entre las regiones del Maule y Los Lagos. Hospederos, además del lupino: arándano, ballica, chépica, festuca, pasto cebolla, pasto ovilla, peonía, raps, trigo. Adultos de aproximadamente 0,9 cm de largo, amarillentos oscuros. Cabeza más ancha que el tórax; ojos compuestos grandes y los simples rojizos. Antenas de tres segmentos cortas y negras. Tórax con algunas cerdas cortas amarillentas. Alas ahumadas y más oscuras en la base. Patas largas, del mismo color del tórax. Abdomen algo más claro. Los adultos vuelan en febrero y marzo y son fáciles de coger con la mano, por ello el nombre “moscas tontas”. Las hembras pueden poner en el suelo, cerca de los tallos, hasta 150 huevos blancos de 0,1 cm de largo, algo curvados y fusiformes, en grupos de hasta 25. Larva vermiforme, alargada, amarillo oscura a café, de aspecto cuerudo; el extremo anterior con tres puntas esclerosadas. Las larvas eclosionan en marzo y consumen raicillas y raíces hasta el verano. Pupa café, segmentada y dura; se encuentra en el suelo desde mediados de enero a mediados de marzo. Luego emergen moscas adultas para reanudar su ciclo anual. Las aves insectívoras ejercen buen control de larvas, destacándose queltehues y bandurrias. No se registran insectos entomófagos.



Foto 7.33. Larvas de *Chiromyza paulseni*



Foto 7.34. *Chiromyza paulseni*, ejemplares adultos y una pupa

Mosca minadora de las chacras, *Liriomyza huidobrensis*

Presente desde la Región de Arica y Parinacota a la de Aysén. También en Isla de Pascua y el Archipiélago de Juan Fernández. Hospederos, además del lupino: acelga, alcachofa, alfalfa, apio, arveja, betarraga, cebolla, cilantro, clavel, coliflor, espinaca, galega, habas, lechuga, lenteja, lino, melón, palqui, papa, pimentón poroto, remolacha, repollo, tabaco, tomate, trébol y varias plantas ornamentales. Los adultos son moscas negras pequeñas, 2 mm de largo, con manchas amarillas en la cabeza, ojos rojizos. Tórax negro con máculas amarillas en el dorso y costados; balancines amarillos; alas algo ahumadas con venas oscuras. Las hembras colocan huevos blancos insertos en las hojas. Larvas blancas, ápodas, nacen a los 8 días y durante dos semanas dañan las plantas haciendo galerías en el parénquima de las hojas. Pupan en el suelo 10 días y luego salen las moscas adultas. Su ciclo puede repetirse varias veces al año, en diferentes hospederos. Tiene como enemigos naturales a varios himenópteros.



Foto 7.35. Daño de la larva de *Liriomyza huidobrensis* (Foto Patricia Larraín, INIA La Platina)



Foto 7.36. *Liriomyza huidobrensis*, ejemplar adulto (Foto CSL, York (GB) - British Crown)

Trips negro de las flores, *Frankliniella australis*

Presente entre las regiones de Atacama y Los Lagos. Hospederos, además de lupino: alcachofa, alfalfa, boldo, cala, cicuta, culén, duraznero, espárrago, frambueso, frutilla, fresa, gladiolo, iris, junco, kiwi, lenteja, liliium, maíz, manzano, mimbre, naranjo, nectarinos, olivo, palqui, palto, papa, peonía, peumo, poroto, rábano, retamo, rosa, tomatillo, toronjil, trigo, vid, yuyo, zapallo, zarzamora. El adulto mide 1,8 mm de largo, castaño oscuro a casi negro. Cabeza redondeada con antenas de ocho segmentos. Ojos compuestos, groseramente facetados, entre ellos tres ojos simples en triángulo. Tórax con protórax rectangular, del mismo ancho que la cabeza, con cerdas prominentes en las esquinas. Alas castaño oscuro, anteriores y posteriores con flecos. Abdomen con segmento terminal triangular y cuatro setas largas. Coloca huevos en pétalos florales, tejidos blandos de tallos y pecíolos del palqui y también en galega. Las ninfas se alimentan de la base de pétalos y luego migran hacia el envés de las hojas. Las formas pupoides

se encuentran en el fondo de las flores. Inverna como hembra adulta en malezas. Los ejemplares que se encuentran en flores de plantas cultivadas no causan daños, pero en algunos cultivos son plaga cuarentenaria. No se tiene registro de enemigos naturales.



Foto 7.37. *Frankliniella australis*, ejemplar adulto

Zancudo patón del trigo, *Tipula apterogyne*

Presente entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos. Hospederos, además del lupino: haba, lenteja, trigo, peonía, praderas. El adulto tiene la apariencia de un zancudo con patas muy largas. El cuerpo de los machos mide 1 cm de largo, en promedio. Cabeza grisácea con ojos prominentes; antenas más largas que el ancho de la cabeza. Tórax gris con manchas castañas alargadas; halterios muy visibles; alas hialinas con venas longitudinales oscuras destacables con una mancha angosta en el borde anterior de las mismas. Patas largas con tarsos oscuros. Abdomen delgado pero ensanchado en el sector medio. Las hembras, con alas como muñones, tienen el cuerpo más largo que el macho y colocan huevos parcialmente enterrados en el suelo, de preferencia en lugares húmedos. Nueve días después de la postura emergen larvas grises o negruzcas, ápodas, que se alimentan de raíces hasta alcanzar 2,5 cm de largo en unos 60 días. Luego de 15 días como pupa los adultos emergen del suelo. Los machos vuelan de septiembre a octubre. Durante el año pueden sucederse dos generaciones, dependiendo de las condiciones del medio. No hay registros de enemigos naturales, aunque podrían serlo aves, mamíferos insectívoros y carábidos entomófagos.



Foto 7.38. Larvas del zancudo patón del trigo

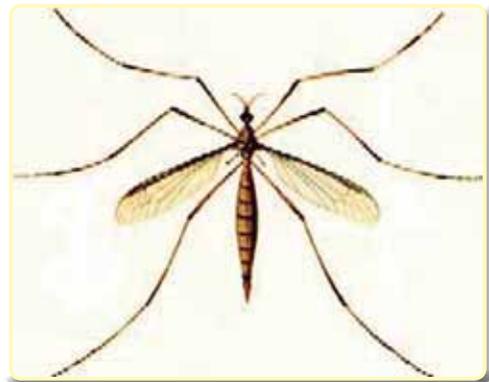


Foto 7.39. *Tipula apterogyne*, ejemplar adulto

Babosa grande, *Limax maximus*; babosa negra, *Milax gagates*; babosa parda, *Deroceras laeve*

La babosa grande se distribuye desde la Región de Valparaíso a la de Los Lagos. Hospederos, además del lupino: achicoria, ballica, frutilla, lechuga, lenteja, repollo, trébol y malezas. Mide 7 a 10 cm de largo, gruesa; el manto con puntos negros con bandas amarillo cremosas. Resto del cuerpo con bandas negras longitudinales, irregulares. Pié o vientre amarillento. Tiene los mismos hábitos que la babosa gris y babosa parda. Sin registro de enemigos naturales.

La babosa negra se ha detectado en cultivos de lupino y raps de La Araucanía y en praderas naturalizadas de Los Lagos, sobre algunas especies de hoja ancha. El adulto mide 5 a 7 cm de largo, es negro con dorso aquillado después del manto. El manto es de aspecto granuloso, circundado por un leve surco. Su hábito es más subterráneo que las otras especies de babosas y su alimento principal son raíces. En Chile no se tiene registro de enemigos naturales.

La babosa parda por ahora está determinada para las regiones del Bio Bío a Los Lagos. Hospederos, además del lupino: arándano, malezas de hoja ancha, raps. Mide 2,5 cm de largo. Cuerpo más esbelto que la babosa gris y su manto marrón claro está situado cerca de la mitad de su cuerpo café con una línea clara en el dorso. Tiene los mismos hábitos de vida que la babosa gris y pueden convivir en el mismo territorio. En Chile no se tiene registro de enemigos naturales.



Foto 7.40. *Limax maximus*, ejemplar adulto



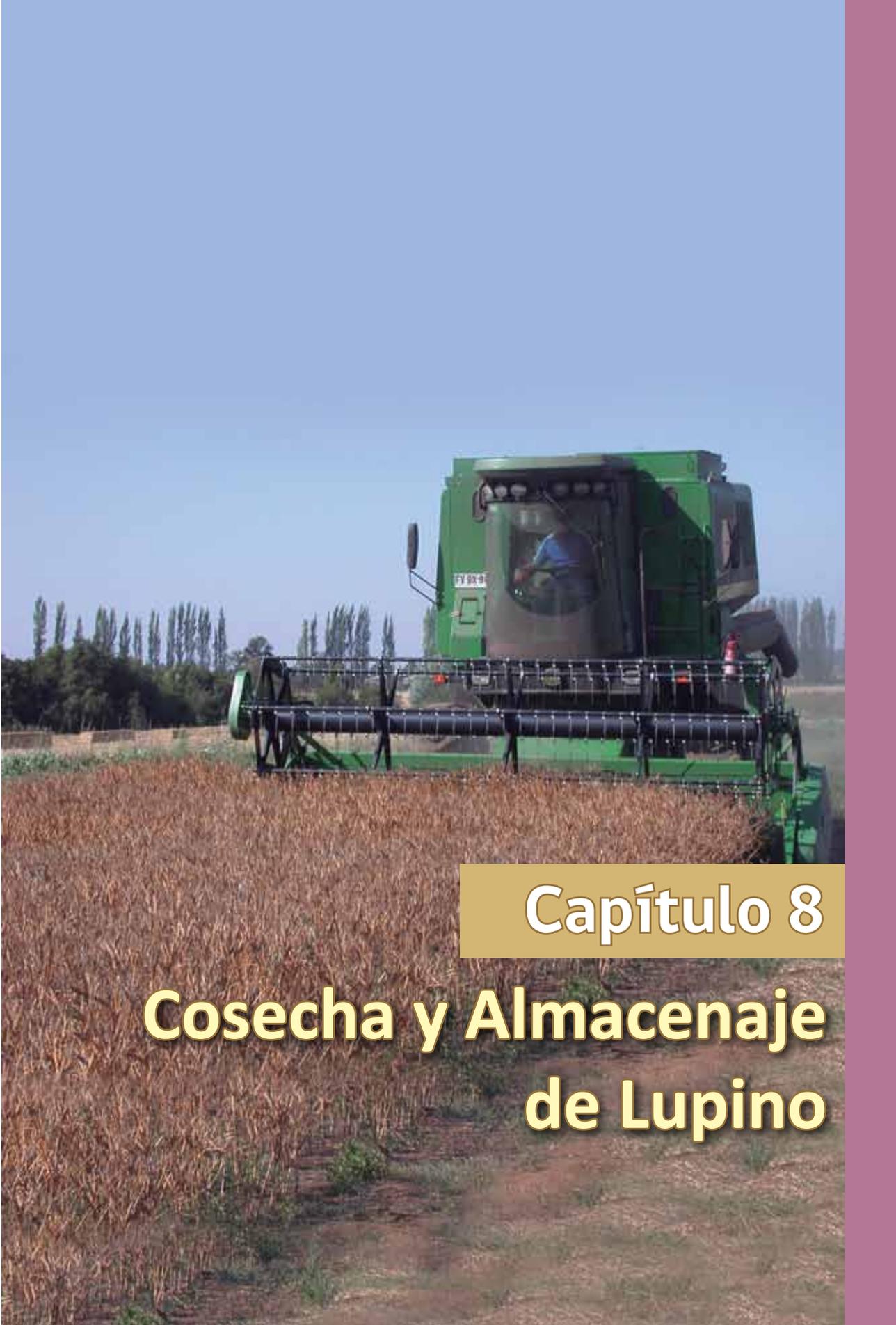
Foto 7.41. *Milax gagates*, ejemplar adulto



Foto 7.42. *Deroceras laeve*, ejemplar adulto

Glosario

- **Áptero:** sin alas.
- **Cauda:** proceso o expansión terminal del abdomen de un insecto, particularmente en pulgones.
- **Cornículos:** par de procesos en forma de tubo, también llamados sifones, en la parte posterior del abdomen de pulgones.
- **Eclosión:** emergencia de la larva y ninfa desde el huevo.
- **Élitros:** primer par de alas esclerosadas de los insectos coleópteros.
- **Entomófago:** insecto o ácaro que se alimenta de otro insecto.
- **Entomopatógeno:** organismo causante de una enfermedad en un insecto, atribuible a una especie de nemátodo, hongo, bacteria, rickettsia, protozoo o virus.
- **Estadio:** período de un estado inmaduro en el desarrollo de un organismo, determinado por el cambio de muda.
- **Exuvia:** piel o resto de la cutícula que deja una larva o ninfa cuando se produce una muda.
- **Faceta:** cada una de las pequeñas áreas poligonales que constituyen el ojo compuesto de un insecto.
- **Halterios:** par de apéndices móviles que reemplazan al segundo par de alas en dípteros o moscas; también llamados balancines, debido a que ayudan a mantener equilibrio en el vuelo.
- **Larva:** estado juvenil o inmaduro de un insecto, que al emerger del huevo es morfológicamente distinto al estado adulto y es previo el estado de pupa o crisálida.
- **Manto:** sector dorsal anterior del tronco de una babosa, que corresponde a vestigios de una caparazón.
- **Ninfa:** estado juvenil o inmaduro de un insecto, parecido al adulto desde que emerge del huevo.
- **Obtecta:** pupa con los apéndices fuertemente unidos al cuerpo, generalmente cubiertos en parte por una cubierta algo esclerotizada, como en Lepidoptera.
- **Palpos:** cada uno de los apéndices sensoriales del aparato bucal de un insecto.
- **Partenogénica:** tipo de reproducción en la cual no participa el macho y el embrión se origina a partir de una célula sexual femenina.
- **Univoltino:** existencia de una generación anual (bivoltino, dos generaciones al año, etc.)



Capítulo 8

Cosecha y Almacenaje de Lupino

Capítulo 8

Cosecha y Almacenaje de Lupino

Mario Mera K.

Cosecha

La cosecha puede iniciarse cuando los tallos del lupino están secos y quebradizos y la humedad del grano ha bajado a 14%. Lo más probable es que la automotriz venga de cosechar un cereal y hay varios cambios que deben hacerse para cosechar bien un lupino blanco (*L. albus*). Si la automotriz lo permite, puede alargarse la mesa para perder menos granos y vainas que rebotan en el sinfín. En lupino amargo en particular, el sinfín puede subirse para dejar mayor separación entre sinfín y mesa. Esto permite el ingreso de mayor volumen de material de cosecha sin atorarse. Las automotrices con dedos retráctiles a lo largo de todo el sinfín facilitan el ingreso del material cortado, especialmente en cultivos densos. La distancia entre el cilindro y el cóncavo debe aumentarse para evitar que el grano de lupino blanco se quiebre. La velocidad de giro del cilindro debe bajarse a 500 rpm. La ventilación se aumenta para eliminar los residuos del cultivo, más pesados que los de un cereal, por ello se corre el riesgo de perder por la cola trozos de grano si éste sale quebrado de la sección de trilla.

En el caso del lupino amargo, la presentación del grano juega un papel crucial, pues se trata de un producto para consumo humano. El grano partido o dañado no es aceptable y el exportador debe descartarlo. Una trilla bien regulada es importante, además, porque el grano puede sufrir resquebrajaduras imperceptibles de la cutícula. El grano con cutícula dañada pierde integridad al romperse ésta durante el remojo al que es sometido el lupino cuando es procesado. Tal ruptura deteriora enormemente el aspecto del producto y coarta la futura aceptación del proveedor. La disponibilidad de cosechadora es siempre incierta para el pequeño agricultor, en lo posible debe evitarse la trilla tardía con grano demasiado seco, pues ello aumenta las resquebrajaduras de la cutícula. Para disminuir la proporción de grano dañado durante la cosecha de lupino amargo, es necesario retirar del cilindro desgranador de la cosechadora una barra longitudinal por medio, dejando cuatro de las ocho. Para mejorar el flujo del lupino amargo de mayor tamaño pueden retirarse algunos de los alambres transversales del cóncavo. También es posible reemplazar el cóncavo para cereal de grano pequeño, por un cóncavo maicero, con mayor apertura.

Una cosecha atrasada también aumenta el desgrane, causando pérdidas que pueden ser superiores a la dosis de siembra. Además, si se está cosechando futura semilla, la cosecha tardía puede dañar el embrión, disminuyendo el poder germinativo.

La cosecha del lupino australiano (*L. angustifolius*) es facilitada por el tamaño menor del grano. Cuando la automotriz viene de cosechar un cereal basta con aumentar un poco la separación cilindro-cóncavo y bajar la velocidad de giro del cilindro a unas 600 rpm.

Las mayores dificultades a la cosecha se producen con sementeras de lupino donde ha habido insuficiente control de rábano. El rábano y otras malezas, como manzanillón y quingüilla, permanecen verdes cuando el lupino está en condiciones de trillarse. Las malezas pueden desecarse con diquat (Reglone), pero el equipo de aplicación causará algún daño en el cultivo, de manera que es preferible asegurar un buen control de estas malezas con los herbicidas recomendados en el capítulo 5.

Las variedades de lupino blanco de arquitectura compacta, como **Alboroto-INIA**, facilitan la cosecha por tener un tallo principal único sin ramificación basal y madurez concentrada de sus vainas. Las vainas inferiores están a una altura que es suficiente para que la automotriz las recoja sin bajar la mesa en extremo. Tal condición no siempre se da en variedades enanas como Clovis. Cultivos de lupino australiano demasiado densos pueden sufrir tendadura y dificultar la cosecha, en particular si el suelo es fértil y la primavera lluviosa. En el caso del lupino amarillo, una baja densidad conduce a plantas bajas con vainas muy cerca del suelo, lo que torna su cosecha muy problemática.

Las lluvias de verano importunan la cosecha, pero salvo que se prolonguen por varios días no ocasionan manchado ni brote del grano, gracias a la protección de la vaina. Por el contrario, el aspecto de las plantas cambia, ya que se oscurecen, incluso las vainas.



Foto 8.1 (a,b). Cosecha de lupino blanco dulce variedad **Alboroto INIA** con automotriz



Foto 8.2. Cultivo de lupino australiano con tendadura



Foto 8.3 (a,b). Cosecha de lupino amargo variedad **Boroa INIA** con automotriz y revisión de pérdida de granos entre los residuos



Foto 8.4. Cultivo de lupino amargo **Boroa INIA** cosechándose después de lluvias de verano



Foto 8.5. Grano de lupino amargo **Boroa INIA** cosechado después de lluvias de verano

Desecantes

Los desecantes como diquat (Reglone) y diquat/paraquat (Farmon) producen muerte de la planta de lupino y una rápida defoliación. También secan las malezas presentes en casos en que la cosecha se atrasa por lluvias de verano. Sin embargo, no secan el tallo leñoso del lupino, el que se deshidrata de acuerdo a las condiciones climáticas. Por ello, el uso de desecantes puede facilitar la cosecha de un cultivo enmalezado, pero no consigue adelantar la labor. Cabe hacer notar que los productos mencionados no figuran como permitidos para uso en lupino en la lista de plaguicidas autorizados del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Rendimientos

Los rendimientos promedio de lupino en Chile son mejores que los obtenidos en Australia pero inferiores a los de varios países europeos. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y la Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA), las temporadas 2011-12, 2012-13, 2013-14 y 2014-15 los rendimientos de lupino dulce (blanco y australiano) en Chile fueron 18,9 - 25,5 - 14,5 y 21,6 qqm/ha, y los de lupino amargo, 17,3 - 15,8 - 14,1 y 15,0 qqm/ha, respectivamente.

Dichos rendimientos promedio están muy por debajo del potencial de las variedades actualmente disponibles. Si se miran con la perspectiva de su potencial, los rendimientos de lupino pueden clasificarse como sigue:

Cuadro 8.1. Clasificación arbitraria de rendimientos potenciales de lupino en el sur de Chile.

Tipo de lupino	Rendimiento en qqm/ha		
	Regular	Bueno	Excelente
Blanco dulce	25-30	30-45	Sobre 45
Australiano	25-30	30-40	Sobre 40
Amargo tipo Local	20-30	30-40	Sobre 40
Amargo alto-calibre	20-25	25-35	Sobre 35

Almacenaje

El lupino blanco (*L. albus*) contiene 10-12% de materia grasa. Esta condición lo hace más susceptible a la rancidez que el lupino australiano (*L. angustifolius*), que alcanza a 6-7%. El lupino blanco puede almacenarse con seguridad cuando el grano está limpio y tiene 12% de humedad o menos.

El grano de lupino sucio, con restos verdes de malezas, como silicuas de rábano, yuyo, inflorescencias de quingüilla u otros, se humedece. Esto sucede en particular si está ensacado, como ocurre con el lupino amargo. El grano húmedo aumenta su temperatura y bajo estas condiciones se deteriora con rapidez. Además, se ha encontrado que las silicuas de rábano liberan compuestos volátiles tóxicos que matan el embrión de la semilla de lupino durante su almacenamiento. Por estas razones la limpieza debe realizarse a la brevedad posible, evitando que el grano contaminado pase más de dos días almacenado.

Bibliografía general sobre lupino

- Australian Government. Department of Health. Office of the Gene Technology Regulator (2013) The biology of *Lupinus* L. (lupin or lupine). Disponible en www.ogtr.gov.au/internet/ogtr/publishing.nsf/content/biologylupin2013-toc. 64 p.
- Baer E von (1990) Lupino. Guía de producción y utilización. Asociación Chilena del Lupino. Temuco, Chile. 19 p.
- Clements JC, Buirchell BJ, Yang H, Smith PMC, Sweetingham MW, Smith CG (2005) Lupin. In RJ Singh & PP Jauhar (eds) Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement: Grain Legumes, Volume I, 231- 323. CRC Press, London, UK.
- Cowling WA, Buirchell BJ and Tapia ME (1998) Lupin. *Lupinus* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 23. Institute of Plant Genetics and Crop Plant research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 105 p.
- Dracup M and Kirby EJM (1996) Lupin development guide. University of Western Australia Press, Nedlands, Western Australia. 97 p.
- Gladstones JS, Atkins C and Hamblin J (eds) (1998) Lupins as crop plants; Biology, production and utilization. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 465 p.
- Gondran J, Bournoville R, Duthion C (1994) Diagnóstico de enfermedades, plagas y accidentes en el altramuz blanco. (Texto original en francés; traducido al inglés y español). INRA, UNIP, Paris, France. 48 p.
- Huyghe C (1997) White lupin (*Lupinus albus* L.). Field Crops Research 53:147-160.
- Kurlovich BS (ed) (2002) Lupins; Geography, classification, genetic resources and breeding. OY International North Express, St. Petersburg, Russia. 468 p.
- López-Bellido L, Fuentes-García M (1991) El altramuz. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Dirección General de la Producción Agraria, Córdoba, España. 110 p.
- State of New South Wales (2011) Lupin growth & development. NSW Department of Industry and Investment. New South Wales, Australia. 84 p. Disponible en http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/516183/Procrop-lupin-growth-and-development.pdf
- Peñaloza E, Tay J (2011) Fertilización del cultivo de lupino. In J Hirzel (ed) Fertilización de cultivos en Chile, 351-367. Colección Libros INIA N° 28. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile. 432 p.
- Shea G (2006) Calculating nitrogen supply from legume crops and pastures. Grain Legume News. Newsletter N5 April 2006. Western Australia Department of Agriculture.
- Snowball K, Robson AD (1999) Symptoms of nutrient deficiencies. Lupins. Soil Science and Plant Nutrition, School of Agriculture, University of Western Australia, Nedlands, Western Australia. 83 p.
- White P, French B, McLarty A (eds) (2008) Producing lupins. 2nd ed. Bulletin 4720, Department of Agriculture and Food, South Perth, Western Australia. 167 p.

Alboroto INIA

Nueva variedad de lupino dulce de alta producción de proteína para la zona sur de Chile.





Variedades disponibles para la venta en 2017

CONTACTO

Dirección Nacional
Enrique Stange Schonfeldt
enrique.stange@inia.cl
Fono: 22 577 1000

Zona Centro Norte
(IV, V, RM, VI)
Andrés Ulloa Zamarreño
andres.ulloa@inia.cl
Fono: 22 577 91 73

Zona Centro Sur
(VII, VIII)
Álvaro Vega Salgado
avega@inia.cl
Fono: 42 220 68 00

Zona Sur
(IX, XIV, X, XI, XII)
Carlos Fuentes Barra
cfuentes@inia.cl
Fono: 45 229 71 00

TRIGO PANADERO

Bicentenario INIA
Dollinco INIA
Konde INIA
Kumpa INIA
Lasana INIA ★
Maxwell
Millán INIA
Pandora INIA
Pantera INIA
Rupanco INIA
Rocky INIA ★

TRIGO CANDEAL

Corcolén INIA
Lleuque INIA
Queule INIA

TRITICALE
Aguacero INIA
Faraón INIA

AVENA

Supernova INIA
Júpiter INIA

LUPINO DULCE

Alboroto INIA

FREJOL

Venus INIA

TRÉBOL ROSADO

Superqueli INIA

ARROZ

Cuarzo INIA
Zafiro INIA





