

**BOROIA-INIA, PRIMERA VARIEDAD DE LUPINO (*Lupinus albus*)
AMARGO EXPORTABLE OBTENIDA EN CHILE**

Boroa-INIA, first bitter lupin (*Lupinus albus*) cultivar released in Chile for export

Mario Mera¹ * y Rafael Galdames¹

ABSTRACT

The bitter white lupin (*Lupinus albus* L.) is grown by small farmers in southern Chile, mostly from Mapuches ethnic group, and exported to some European and Arabic countries, where it is consumed as a snack. Both markets pay higher prices for bigger grains, although the European market is more demanding. The Boroa-INIA cultivar originated from a single plant collected in the Araucanía Region (37°30' -39°30' S). This is a white lupin of indeterminate growing habit, belonging to the landrace known as "Local". The bitter lupins introduced in the nineties, called "alto-calibre" (high-caliber) by Chilean farmers, are interesting for their grain size, but are more susceptible to lupin anthracnose than the "Local" landrace and of lower yield. The main attribute of the Boroa-INIA cv. is a good mean grain weight, 636 mg grain⁻¹ when sown at the appropriate time. This is 32% greater than the control representing the "Local" landrace average. At that mean grain weight, over 80% of Boroa-INIA grains reaches a caliber of 13 mm or bigger. Sown at the right time Boroa-INIA has yielded 6.3 t ha⁻¹, and 4.8 t ha⁻¹ in late sowings. This variety is a contribution of the Chilean Institute of Agricultural Research (INIA) to the progress of small farming. Small farmers usually do not invest in improved seed; therefore bitter lupin is not attractive to private seed producers. Consequently, bitter lupin breeding activities have been undertaken by the public sector.

Key words: *Lupinus albus*, lupini bean, grain weight, export markets.

RESUMEN

El lupino blanco (*Lupinus albus* L.) amargo es cultivado en el sur de Chile por pequeños agricultores, en su mayoría Mapuches, y se exporta para consumo humano a países europeos y árabes. Ambos mercados ofrecen mejor precio por granos de mayor tamaño, aunque el europeo es más exigente. La variedad Boroa-INIA proviene de una planta individual colectada en la Región de La Araucanía (37°30' -39°30' S). Es un lupino blanco de hábito de crecimiento indeterminado, perteneciente al tipo conocido como "Local". Lupinos amargos llamados "alto-calibre", introducidos en los noventa, son muy interesantes por su tamaño, pero más susceptibles a la antracnosis y de menor rendimiento que el tipo "Local". La principal característica de la variedad Boroa-INIA es su buen peso medio de grano dentro del tipo "Local", que con época de siembra oportuna ha sido aproximadamente 636 mg grano⁻¹, 32% superior al testigo que representa el promedio de este tipo. Con el peso medio mencionado, más de 80% del grano alcanza un calibre de 13 mm o superior. Sembrado en época apropiada, Boroa-INIA ha rendido 6,3 t ha⁻¹, y en siembras tardías 4,8 t ha⁻¹. Esta variedad es un aporte del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) al progreso de la agricultura familiar campesina. Los pequeños agricultores habitualmente no invierten en semilla mejorada y por tanto el rubro no despierta el interés de productores de semilla del sector privado. En consecuencia, el mejoramiento del lupino amargo ha debido ser abordado por el sector público.

Palabras clave: *Lupinus albus*, peso de grano, calibre, exportación, agricultura familiar campesina.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Casilla 58-D, Temuco, Chile.

E-mail: mmera@inia.cl *Autor para correspondencia.

Recibido: 8 de noviembre de 2006. Aceptado: 10 de enero de 2007.

ANTECEDENTES

El lupino amargo se cultiva en Chile principalmente por pequeños agricultores de la etnia Mapuche. El material original recibido por los pequeños agricultores en la década de los sesenta era dulce –la variedad alemana Multolupa– pero luego de varios años sin renovación de semilla, y expuesto a sucesivas polinizaciones con plantas poseedoras del gen responsable de la producción de alcaloides, pasó a ser amargo. Mezclas con otras variedades posteriores a Multolupa lo convirtieron en un tipo bastante heterogéneo. En los años noventa se introdujeron desde Italia, y ulteriormente de Marruecos, tipos de lupinos amargos que se conocieron entre los agricultores como “alto-calibre” o “gigante”. Aunque de un tamaño de grano notablemente superior, los lupinos introducidos no desplazaron al tipo “Local”, ya que mostraron mayor susceptibilidad a antracnosis y un menor potencial de rendimiento. La antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum lupini*, es la enfermedad que más limita la producción de lupino en Chile. Por estas razones, los agricultores no siempre se arriesgan a sembrar los tipos introducidos y han solicitado materiales mejorados en tamaño de grano que se comporten como el tipo “Local”.

El lupino amargo no se consume en Chile; tiene un nicho de exportación en países europeos del Mediterráneo, principalmente España, y países del Medio Oriente, principalmente Egipto. El mercado europeo es más exigente y ofrece mejores precios de acuerdo al tamaño, demandando grano de calibre 13 mm o superior (DIG, 2001). Al mercado árabe se exportan calibres entre 8 y 12 mm, donde también se paga mejor los calibres mayores. El principal competidor de Chile es Australia, que ofrece un lupino catalogado por los importadores como de calidad superior al chileno (DIG, 2001). En consecuencia, es importante mejorar la calidad, en particular el tamaño del grano del lupino producido en Chile.

Aunque las estadísticas no discriminan entre especies o tipos de lupino, se estima que de 28,5 mil hectáreas totales sembradas en el país durante la temporada 2005-2006 (ODEPA, 2007), al menos cinco mil corresponden a lupino amargo. Prácticamente la totalidad del lupino amargo se concentra en la provincia de Cautín, Región de La Araucanía (37°30' -39°30'S).

Entre 2001 y 2004, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) desarrolló un proyecto, financiado mayormente por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) –organismo que depende del Ministerio de Agricultura– que se inició con una colecta de plantas en terreno de agricultores. Tres cooperativas campesinas de la Región de La Araucanía: Cooperativa Boroa, Asociación Indígena Maquehue y Cooperativa Campesina Melimapu, participaron activamente en el proyecto. La variedad Boroa-INIA es producto de la selección realizada a partir de los materiales colectados.

La especie *L. albus* se caracteriza por un porcentaje de polinización cruzada relativamente alto en comparación a otras leguminosas de grano, estimado en alrededor de 8% en poblaciones mezcladas al azar (Faluyi y Williams 1981), por lo cual la pérdida de identidad varietal puede ser relativamente rápida. En consecuencia, INIA mantendrá un stock de semilla de la variedad Boroa-INIA, que eventualmente permita renovar la semilla de los pequeños agricultores.

ORIGEN

La variedad Boroa-INIA proviene de una selección individual por peso de grano dentro de una población de lupino amargo del tipo “Local”, identificada como L-822. En febrero de 2001 se realizó una colecta de 1.230 plantas individuales en terreno de 34 agricultores distribuidos en 17 sectores productores de lupino amargo, pertenecientes a tres comunas de la Región de La Araucanía. La mayoría de las plantas (aproximadamente 83%) se colectó en siembras correspondientes al tipo “Local” y la proporción restante se tomó de siembras de lupinos amargos de grano tipo “alto-calibre”.

En la primera temporada de ensayos (2001-2002) se evaluaron las progenies de las plantas colectadas, bajo un diseño aumentado de Federer (Petersen, 1980), con cinco materiales testigos, y se seleccionaron 30 progenies del tipo “Local” que destacaron por peso de grano. Estas 30 líneas se evaluaron en la segunda temporada (2002-2003) en surcos bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, seleccionando 11 por peso de grano destacado. La temporada siguiente (2003-2004), las 11 líneas se evaluaron en parcelas con un diseño de bloques completos al azar y cuatro repeticiones, seleccionando tres por peso de grano y rendimiento de grano. La cuarta temporada (2004-2005) se establecieron macropar-

celas de multiplicación de semilla de las tres líneas seleccionadas, decidiendo al final de la temporada la liberación de una de ellas (Boroa-INIA) por mantener el mejor peso medio de grano.

TESTIGO

Se eligió como testigo un material proporcionado por Semillas Baer, Temuco, que se denominó internamente Amargo-B, por presentar un peso medio de grano similar a la media de la colección ya mencionada del tipo "Local".

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA PLANTA

La planta de la variedad Boroa-INIA tiene hábito de crecimiento indeterminado. Plantas con este hábito mantienen su crecimiento vegetativo luego de iniciada la fase reproductiva, desarrollándose y produciendo floraciones hasta que la humedad del suelo es escasa y se presentan mayores temperaturas. Producen inflorescencias en el eje principal, en ramas de primer orden, segundo orden y, ocasionalmente, tercer orden. Sembrada en otoño-invierno (abril-junio), la variedad Boroa-INIA alcanza normalmente 1,7 a 2,0 m de altura, ligeramente inferior a la de los lupinos introducidos de Italia y Marruecos. La altura es inferior en siembras realizadas a salidas de invierno o en suelos compactados.

CARACTERÍSTICAS DEL GRANO

Los tipos de lupino introducidos de Italia y Marruecos pertenecen a poblaciones con peso de gra-

no superior al tipo "Local". En los ensayos de las temporadas 2003-2004 y 2004-2005, sembrados en época considerada apropiada (mayo), la variedad Boroa-INIA, con 637 y 636 mg grano⁻¹, superó en 33 y 32%, respectivamente, el peso medio de grano del material testigo Amargo-B (Cuadro 1). En ensayos sembrados tardíamente (agosto), como ocurrió la temporada 2005-2006, Boroa-INIA superó el peso medio de grano de Amargo-B en 19% (Cuadro 2). Esta menor diferencia se atribuye a una menor disponibilidad de agua durante la etapa de llenado de grano.

La variedad Boroa-INIA se seleccionó por tamaño de grano evaluando el peso medio del mismo. A diferencia del calibre, carácter que se reporta indicando los porcentajes de los varios diámetros de grano que presenta una muestra de al menos un kilo, el peso medio de grano puede ser definido con sólo un valor y medido a partir de pequeñas cantidades de granos. El peso medio del grano se asocia al calibre promedio con una correlación de 0,78** (M. Mera. 2007. INIA-Carillanca. Datos no publicados). Con siembras en época oportuna (mayo), más de 80% del grano de Boroa-INIA puede alcanzar un calibre 13 mm o superior (Cuadro 3), lo que le permite acceder al mercado europeo.

El grano de Boroa-INIA es blanco marfil, sin ornamentación, de cotiledones amarillos, de forma más o menos cuadrangular, con una ligera depresión central en ambos lados. Estas características son comunes a la gran mayoría del lupino amargo cultivado en el país.

Cuadro 1. Peso medio de grano (PMG, mg grano⁻¹) y rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de la variedad Boroa-INIA, dos líneas sobresalientes de lupino blanco amargo de alto calibre, y el testigo del tipo "Local", Amargo-B, en INIA-Carillanca, durante 2003-2004 y 2004-2005.

Table 1. Mean grain weight (mg grain⁻¹) and grain yield (kg ha⁻¹) of Boroa-INIA, two outstanding lines of high-caliber bitter white lupin, and "Local" landrace control, Amargo-B, at INIA-Carillanca, during 2003-2004 and 2004-2005.

Material	Tipo	2003-2004		2004-2005	
		PMG	Rendimiento	PMG	Rendimiento
I-912	Italiano	1020 a ¹	2738 c ²	939 a ¹	4225 b ²
M-1229	Marroquí	891 ab	4779 b	828 b	4439 b
Boroa-INIA	Local	637 c	6187 a	636 c	6393 a
Amargo-B	Local	477 d	6933 a	481 d	6434 a

¹ Medias con letras iguales en la columna no difieren estadísticamente según prueba de Tukey (P < 0,05).

² Medias con letras iguales en la columna no difieren estadísticamente según prueba t Student (P < 0,05).

Cuadro 2. Peso medio de grano (PMG, mg grano⁻¹) y rendimiento de grano (kg ha⁻¹) de Boroa-INIA, dos líneas sobresalientes de lupino blanco amargo de alto calibre, y el testigo del tipo “Local” Amargo-B, en INIA-Carillanca y Boroa, durante 2005-2006.

Table 2. Mean grain weight (PMG, mg grano⁻¹) and grain yield (kg ha⁻¹) of Boroa-INIA, two outstanding lines of high-caliber bitter white lupin, and “Local” landrace control Amargo-B, at INIA-Carillanca and Boroa, during 2005-2006.

Material	Tipo	Carillanca		Boroa	
		PMG	Rendimiento	PMG	Rendimiento
I-912	Italiano	890 a ¹	3494 c ²	888 a ¹	3206 c ²
M-1229	Marroquí	713 b	3901 b	773 b	3747 bc
Boroa-INIA	Local	532 c	5103 a	567 c	4616 a
Amargo-B	Local	447 d	4952 a	476 d	4476 ab

¹ Medias con letras iguales en la columna no difieren estadísticamente según prueba de Tukey ($P < 0,05$).

² Medias con letras iguales en la columna no difieren estadísticamente según prueba t Student ($P < 0,05$).

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

La época de floración y susceptibilidad a tendedura de la variedad Boroa-INIA son similares al lupino amargo “Local” promedio. La floración de los lupinos amargos, en general, ocurre durante un período más largo que el de variedades recientes de lupino dulce de hábito indeterminado, como Rumbo-B, y se extiende normalmente desde octubre a diciembre.

CARACTERÍSTICAS FITOPATOLÓGICAS

La variedad Boroa-INIA es susceptible al ataque del hongo *Colletotrichum lupini*, previamente *Colletotrichum gloeosporioides*, causante de la enfermedad conocida como antracnosis (Nirenberg *et al.*, 2002). Su reacción no difiere de lo comúnmente observado en el tipo “Local”, el cual es menos atacado que el lupino amargo tipo “alto-calibre”, de acuerdo a años de experiencia de los agricultores. La enfermedad disminuye tanto el rendimiento como la calidad del grano y es muy destructiva; en ataques intensos las pérdidas pueden ser totales, particularmente en el caso de los tipos introducidos “Italiano” y “Marroquí”.

RENDIMIENTO DE GRANO

La variedad Boroa-INIA se evaluó en ensayos de rendimiento durante tres temporadas, 2003-2004 y 2004-2005 en INIA-Carillanca y 2005-2006 en INIA-Carillanca y Boroa. El sector Boroa (38°50' S, 72°50' O) es una de las principales áreas productoras de lupino amargo y se ubica al sureste de Nueva Imperial, provincia de Cautín. El rendimiento se evaluó a partir de parcelas de 8 m² en 2003-2004 y 2004-2005, y parcelas de 19 m² en 2005-2006, en diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El año 2003 se sembró el 19 de mayo, el año 2004 el 15 de junio, y el 2005 el 18 de agosto en Carillanca y el 19 de agosto en Boroa. Junto con Boroa-INIA se evaluó la línea más destacada del tipo de alto calibre “Italiano” y la línea más destacada del tipo de alto calibre “Marroquí” (Cuadros 1 y 2).

Boroa-INIA mostró un potencial de rendimiento que no difirió del testigo Amargo-B, rindiendo 6,3 t ha⁻¹ como promedio de dos temporadas con siembras en mayo y junio, consideradas oportunas (Cuadro 1), y 4,8 t ha⁻¹ como promedio de dos localidades con siembras en agosto, consideradas tardías (Cuadro 2).

Cuadro 3. Distribución (%) por calibre de grano y peso medio de grano (PMG, mg grano⁻¹) de la variedad Boroa-INIA y del testigo del tipo “Local” Amargo-B, durante 2003-2004.

Table 3. Distribution (%) of grain calibers and mean grain weight (PMG, mg grain⁻¹) of Boroa-INIA cv. and the control “Local” landrace of bitter white lupin Amargo-B, during 2003-2004.

Material	PMG	Calibres (mm, diámetro mayor)							
		10	11	12	13	14	15	16	17
Boroa-INIA	637		5	12	27	26	23	7	
Amargo-B (T)	477	6	19	43	31	1			

RENDIMIENTO Y SU RELACIÓN CON EL PESO DE GRANO

En el lupino albus amargo cultivado en Chile se ha observado una clara relación inversa entre rendimiento y peso medio de grano (Mera y Miranda, 2004). Los lupinos con grano de mayor peso medio, como los introducidos desde Italia y Marruecos, alcanzan rendimientos significativamente menores que el tipo "Local" (Cuadros 1 y 2).

ZONA DE CULTIVO, ÉPOCA Y DOSIS DE SIEMBRA

La variedad Boroa-INIA se recomienda para la Región de La Araucanía. Por su largo ciclo se sugiere sembrarla temprano, en mayo-junio. Con siembras tempranas aumenta la posibilidad de cosechar en marzo o principios de abril, antes que se inicien las lluvias de otoño. Siembras más tardías, de julio, y particularmente las de agosto, tienen mayor probabilidad de escapar a la antracnosis, pero pueden disminuir el peso medio del grano y atrasar la cosecha. Para competir bien con las malezas, Boroa-INIA requiere una población mínima de 10 a 15 plantas por metro cuadrado, que puede lograrse con 90 a 120 kg de semilla por hectárea.

LITERATURA CITADA

- DIG. 2001. Diagnóstico sector leguminosas de grano – Lupino, y taller estratégico del sector. Informe Final. Diciembre 2001. 108 p. Consultora Desarrollo, Innovación y Gestión Ltda., Santiago, Chile.
- Faluyi, M.A., and W. Williams. 1981. Studies on the breeding system in lupin species: a) self- and cross-compatibility in three European lupin species, b) percentage outcrossing in *Lupinus albus*. *Z. Pflanzenzüchtung* 87:233-239.
- Mera, M., and H. Miranda. 2004. Selection for seed weight within bitter landraces of *Lupinus albus*. p. 150. *In* Legumes for the benefit of agriculture, nutrition, and the environment: their genomics, their products, and their improvement. 5th European Conference on Grain Legumes, Dijon, France. 7-11 June 2004. European Association for Grain Legume Research, Paris, France.
- Nirenberg, H.I., U. Feiler, and G. Hagedorn. 2002. Description of *Colletotrichum lupini* comb. nov. in modern terms. *Mycologia* 94:307-320.
- ODEPA. 2007. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Santiago, Chile. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/jsp/odepad.jsp> Leído 31 mayo 2007.
- Petersen, R.G. 1980. Augmented designs for international yield trials. Discussion Paper Nº 3. The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.