

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA TÍTULO

CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE *Vicia faba* L.

PILAR RUIZ DEL VALLE

Santiago, Chile

2008

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA TÍTULO

CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE *Vicia faba* L.
CHARACTERIZATION OF *Vicia faba* L. CULTIVARS.

PILAR RUIZ DEL VALLE

Santiago, Chile

2008

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE *Vicia faba* L.

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

PILAR RUIZ DEL VALLE

	Calificaciones
PROFESORES GUÍA	
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo Ph.D.	6,7
Sra. Cecilia Baginsky G. Ingeniero Agrónomo Dr.	6,3
PROFESORES EVALUADORES	
Sra. Verónica Díaz M. Ingeniero Agrónomo Ms. Sc.	6,7
Sr. Victor García De Cortázar G. De C. Ingeniero Agrónomo Dr. Ing.	6,8
COLABORADOR	
Sra. Isabel Lennon Del V. Ingeniero Agrónomo	

Santiago, Chile.

2008

AGRADECIMIENTOS

Por fin ha llegado el momento de agradecer a todos aquellos que me han ayudado de alguna manera a realizar este sueño.

En primer lugar quiero agradecer a mi familia por su amor incondicional, a mis padres por sus grandes esfuerzos y sacrificios para que pudiera lograr ésta meta. A mis hermanos, por su amistad, compañía y colaboración. A Álvaro por su apoyo y constante ánimo.

A mi amiga Giannina Palma, gracias por ser como eres y por permitirme compartir contigo todos estos años brindándome tu amistad incondicional.

Finalmente agradecer sinceramente la colaboración de mis profesores guías, Ricardo Pertuzé y Cecilia Baginsky por sus aportes y correcciones. A Yasmín Briones, Néstor Flores y Claus Handwerk por su colaboración y compañía durante el período experimental; y a todos quiénes hicieron posible el desarrollo de éste trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
<i>Hipótesis.....</i>	5
<i>Objetivo general.....</i>	5
<i>Objetivos específicos.....</i>	5
MATERIALES Y MÉTODO.....	6
MATERIALES	6
METODOLOGÍA.....	6
<i>Diseño de experimentos y tratamientos</i>	6
<i>Manejo del cultivo.....</i>	7
<i>Evaluaciones</i>	8
<i>Análisis estadístico.....</i>	9
RESULTADOS y DISCUSIÓN	11
EVALUACIÓN DE PRECOCIDAD DE LOS CULTIVARES EN ESTUDIO.....	11
CARACTERIZACIÓN VEGETATIVA DE LOS CULTIVARES EVALUADOS.....	13
<i>Altura de planta</i>	13
<i>Grosor tallo principal.....</i>	15
<i>Número de ramas</i>	16
<i>Número de nudos vegetativos</i>	19
<i>Altura de inserción de la primera vaina</i>	20
<i>Tendedura</i>	22
CRECIMIENTO REPRODUCTIVO DE LOS CULTIVARES.....	23
<i>Número de nudos reproductivos</i>	23
CARACTERIZACIÓN DE VAINAS Y GRANOS.....	27
<i>Largo y ancho vainas.....</i>	27
<i>Largo y ancho granos</i>	28
COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN CULTIVARES DETERMINADOS.....	30
<i>Número de vainas /planta</i>	30
<i>Número de granos /vaina.....</i>	31
<i>Peso de 100 granos verdes.....</i>	31
<i>Peso vaina verde</i>	32
COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN CULTIVARES INDETERMINADOS	32
<i>Número de vainas /planta</i>	32
<i>Número de granos /vaina.....</i>	33
<i>Peso de 100 granos verdes.....</i>	34
<i>Peso vaina verde</i>	34

RENDIMIENTO	34
<i>Rendimiento de vainas verdes</i>	34
<i>Rendimiento de granos verdes</i>	37
<i>Rendimiento industrial</i>	38
COMPARACIÓN ENTRE CULTIVARES DETERMINADOS E INDETERMINADOS	40
RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE LOS CULTIVARES	43
CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
APÉNDICE	51

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1.	Cultivares evaluados.....	6
Cuadro 2.	Distancias sobre hilera y poblaciones equivalentes en plantas/ha.....	7
Cuadro 3.	Número de días y unidades calóricas requeridas por los distintos cultivares determinados para alcanzar los distintos estados de desarrollo.....	11
Cuadro 4.	Número de días y unidades calóricas requeridas por los distintos cultivares indeterminados para alcanzar los distintos estados de desarrollo.....	12
Cuadro 5.	Altura del tallo principal de plantas en los cultivares determinados según estado de desarrollo.....	14
Cuadro 6.	Altura del tallo principal de plantas en los cultivares indeterminados según estado de desarrollo.....	14
Cuadro 7.	Grosor del eje principal de las plantas en los cultivares determinados según estado de desarrollo.....	15
Cuadro 8.	Grosor del eje principal de las plantas en los cultivares indeterminados según estado de desarrollo.....	16
Cuadro 9.	Número de ramas promedio por planta en cada cultivar determinado según estado de desarrollo y relación porcentual entre ramas productivas y totales.....	17
Cuadro 10.	Número de ramas promedio por planta en los cultivares indeterminados según estado de desarrollo y relación porcentual entre ramas productivas y totales.....	17
Cuadro 11.	Número promedio de nudos vegetativos en el tallo principal y número promedio de nudos vegetativos por rama, para cultivares determinados.	19
Cuadro 12.	Número promedio de nudos vegetativos en el tallo principal y número promedio de nudos vegetativos por rama, para cultivares indeterminados.....	19
Cuadro 13.	Porcentaje de tendadura en los cultivares indeterminados.....	22
Cuadro 14.	Número promedio de nudos reproductivos en los cultivares determinados, en el eje principal y en cada rama, en los estados de inicio de crecimiento de vaina y de cosecha en verde.....	24
Cuadro 15.	Número de nudos reproductivos y productivos totales por planta al estado de cosecha en verde en los cultivares determinados.....	24

Cuadro 16.	Número promedio de nudos reproductivos en los cultivares indeterminados, en el eje principal y en cada rama, en los estados de inicio de crecimiento de vaina y de cosecha en verde.....	25
Cuadro 17.	Número de nudos reproductivos y productivos totales por planta al estado de cosecha en verde en los cultivares indeterminados.....	25
Cuadro 18.	Número promedio de vainas comerciales producidas por cada nudo reproductivo en el eje central y ramas productivas en los cultivares determinados.....	26
Cuadro 19.	Número promedio de vainas comerciales producidas por cada nudo reproductivo en el eje central y ramas productivas en los cultivares indeterminados.....	26
Cuadro 20.	Largo y ancho promedio de vainas de los cultivares determinados.....	27
Cuadro 21.	Largo y ancho promedio de vainas de los cultivares indeterminados.....	28
Cuadro 22.	Largo y ancho promedio de granos de los cultivares determinados.....	29
Cuadro 23.	Largo y ancho promedio de granos de los cultivares indeterminados.....	29
Cuadro 24.	Componentes de rendimiento para cosecha en verde, en los cultivares de hábito de crecimiento determinado.....	31
Cuadro 25.	Componentes de rendimiento para cosecha en verde, en los cultivares de hábito de crecimiento indeterminado.....	33
Cuadro 26.	Rendimiento en vaina verde por planta y por hectárea para los cultivares determinados.....	35
Cuadro 27.	Rendimiento en vaina verde por planta y por hectárea para los cultivares indeterminados.....	36
Cuadro 28.	Rendimiento en grano verde por planta y por hectárea para los cultivares determinados.....	37
Cuadro 29.	Rendimiento en grano verde por planta y por hectárea para los cultivares indeterminados.....	38
Cuadro 30.	Rendimiento industrial de los cultivares determinados.....	39
Cuadro 31.	Rendimiento industrial de los cultivares indeterminados.....	40
Cuadro 32.	Número de días y unidades calóricas requeridas por los distintos cultivares determinados e indeterminados para alcanzar el estado de floración y cosecha.....	40
Cuadro 33.	Número promedio de ramas totales, ramas productivas y altura de los cultivares determinados e indeterminados.....	41
Cuadro 34.	Nudos reproductivos y productivos totales por planta al estado de cosecha en verde y número de vainas comerciales por nudo.....	41

Cuadro 35.	Largo y ancho promedio de vainas de los cultivares determinados e indeterminados.....	42
Cuadro 36.	Rendimiento de vaina, grano verde y rendimiento industrial de los cultivares determinados e indeterminados.....	43
Cuadro 37.	Resumen de los principales parámetros evaluados de los cultivares determinados.....	43
Cuadro 38.	Resumen de los principales parámetros evaluados de los cultivares indeterminados.....	44

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Altura de inserción de la primera vaina en cultivares determinados.....	21
Figura 2.	Altura de inserción de la primera vaina en cultivares indeterminados....	21

RESUMEN

El cultivo del haba, ha experimentado avances tecnológicos a partir de la década de los 90; sin embargo, aún persisten una serie de aspectos que han impedido que se logren altos rendimientos.

Para poder realizar una mejora genética de esta especie es necesario conocer con qué material genético se cuenta y que características tiene. Con este objetivo se realizó un ensayo para caracterizar el rendimiento y crecimiento de nueve cultivares de haba.

El ensayo se realizó en la comuna de La Pintana, durante la temporada otoño invierno de 2006, utilizándose un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Dentro de los cultivares, tres son de hábito de crecimiento determinado y fueron importados desde España y seis son de hábito de crecimiento indeterminado.

Se evaluaron diferentes parámetros de crecimiento de las plantas tales como: altura, producción de rama, nudos vegetativos y reproductivos. Además, se cuantificó el rendimiento en vaina y en grano por hectárea, rendimiento industrial y cada uno de los componentes primarios del rendimiento (número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso por vaina y de 100 granos verdes), para cada cultivar. Se midieron parámetros de calidad tales como largo, ancho de vaina y granos.

Los resultados obtenidos mostraron variabilidad morfológica y productiva. Los cultivares de crecimiento determinado no presentaron diferencias significativas entre sus rendimientos, alcanzando un promedio en vaina y grano de 6.855 y 1.289 kg·ha⁻¹, respectivamente. En los cultivares indeterminados, Reina Mora y Luz de Otoño fueron los cultivares más precoces; no obstante, este último presentó los más altos rendimientos en vaina y grano por hectárea con valores de 24.681 y 8.137 kg·ha⁻¹, respectivamente. Reina Mora, en tanto obtuvo los peores rendimientos con tan sólo 15.914 y 5.388 kg·ha⁻¹ de vaina y granos respectivamente.

Palabras clave: Hábito de crecimiento determinado e indeterminado, rendimiento, haba.

SUMMARY

Faba bean cultivation has experienced technological advances since the 90s; however, still persist several aspects that difficult the achievement of high yields.

In order to accomplish genetic improvements it is necessary to know the genetic material available and its characteristics. With this goal an essay to characterize the yield and growth of nine cultivars of faba beans was done.

The essay was performed at La Pintana county (Santiago-Chile) during the 2006 autumn-winter season, using a complete randomized block design with five replicates. Within the cultivars, three have determined growth habit and were imported from Spain and six have indetermined growth habit.

They were evaluated for different growth parameters such as: height, branch production, vegetative and reproductive nodes. The pod and grain yield per hectare, industrial yield and each of the yield primary components (number of pods per plant, number of grains per pod weight of pods and of 100 green grains) were quantified. They were measured for quality parameters like length, pod and grain width.

The obtained results showed morphologic and productive variability. The determined growth cultivars did not show significant yield differences, averaging 6,855 and 1,289 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ for pod and grain yields respectively. The industrial yield was close to 20 % for these cultivars. For the indetermined cultivars Reina Mora and Luz de Otoño, were the most precocious cultivars; nevertheless, Luz de Otoño showed the highest yield for pod and grains per hectare with 24,681 and 8,137 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectively. Reina Mora obtained the worst yields with only 15,914 and 5,388 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ of pods and grains respectively.

Key words: Determined and indetermined growth habit, yield, faba beans.

INTRODUCCIÓN

El haba (*Vicia faba* L.) es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas. En esta especie es posible distinguir tres variedades botánicas: *minor*, *equina* y *major*. La variedad *equina* es utilizada principalmente para alimentación animal, en tanto que las variedades *minor* y *major* son utilizadas tanto para consumo animal como humano. En Chile se utilizan únicamente cultivares pertenecientes a la variedad botánica *major*, debido principalmente al gran tamaño de sus semillas (Faiguenbaum, 2003).

La superficie anual de haba sembrada en el mundo en el período 2004-2008, fue de aproximadamente 2,63 millones de hectáreas; de este total un 93 % correspondió a haba para grano seco y un 7 % correspondió a haba para verde. Los países con mayor superficie de haba para seco fueron China, Etiopía, Australia, Marruecos y Egipto; en cambio los países con mayor superficie para haba verde fueron Bolivia, Argelia e Irak (FAO, 2008).

En Chile la zona de cultivo del haba se extiende desde la I hasta la IX Región, siendo las regiones V y Metropolitana las más importantes (Tapia *et al.*, 1995). La superficie promedio anual de haba para verde, considerando el período 1998-2004, fue de 2.458 ha (ODEPA, 2008), en tanto el rendimiento promedio anual en el período 1998-2004, fue de aproximadamente 9.010 kg·ha⁻¹ (FAO, 2008).

En Chile, a diferencia de lo que ocurre a nivel mundial, el 85 % de la superficie dedicada al cultivo se destina a haba para consumo fresco y sólo el 15 % restante se utiliza para la obtención de haba seca. De la superficie para consumo en fresco, el 30 % se emplea para la industria de congelados. La producción de grano seco en Chile reviste escasa importancia, mientras que en Europa cobra importancia por su uso en alimentación animal. Para consumo humano, el haba seca se utiliza en la obtención de harina para la fabricación de pan y en la elaboración de aperitivos (granos tostados y salados). El haba también se utiliza, en baja proporción, para la obtención de forraje y como abono verde o cultivo cobertor de suelo en otoño-invierno (Faiguenbaum, 2003). En algunos países de Europa (España e Inglaterra por ejemplo) además se consume como haba “baby” (haba cosechada muy tierna y con poco desarrollo) (Nadal *et al.*, 2004a).

El cultivo del haba, en nuestro país, ha experimentado avances tecnológicos a partir de la década de los 90s, principalmente para aquellas destinadas a congelado. Sin embargo, aún persisten una serie de aspectos que han impedido que se logren altos rendimientos. Uno de los factores limitantes está directamente relacionado con el hábito de crecimiento indeterminado que presentan las plantas, lo que significa, que las vainas se desarrollan en forma diferida en la planta, es decir desde los nudos reproductivos inferiores hacia los superiores; además, al momento de iniciarse la floración, conjuntamente con ello la planta sigue produciendo nuevas estructuras vegetativas, lo que implica una gran competencia por asimilados, teniéndose como resultado una gran abscisión de elementos reproductivos (Rex y Faiguenbaum, 1995 y Jacquery y Keller, 1978). Además esta heterogeneidad, tanto en el

crecimiento de la planta como en la madurez de las vainas, dificulta las labores de cosecha, debiéndose realizar dos o tres cortes con el objeto de lograr óptima calidad y rendimiento (Faiguenbaum, 2003).

Con el propósito de revertir en parte, la situación antes descrita, se han desarrollado a nivel mundial genotipos con crecimiento determinado. Este carácter proviene del mutante de crecimiento determinado *ti*, originado por mutación con Rayos X por Sjödin en Suecia hacia 1965 e introducido en los ochenta por Larry Robertson en líneas experimentales dentro del programa de mejora del ICARDA (Nadal *et al.*, 2004a). Estos cultivares presentan una floración concentrada en la parte superior de las plantas, con lo cual tendrían la ventaja de poder mecanizar la cosecha y lograr obtener un producto más homogéneo (Robertson y Filippetti, 1991; y López-Bellido *et al.*, 2005). Sin embargo, persisten en ellos problemas asociados a un alto porcentaje de abscisión, tanto de flores como de vainas. Loss *et al.*, (1997) y Robertson y Filippetti, (1991) sugieren el uso de nuevos parámetros, tales como la sincronía de antesis entre racimos y haces vasculares independientes (IVS) entre flores y vainas de un mismo racimo, para reducir la abscisión de elementos reproductivos, en plantas determinadas.

En todo programa de mejoramiento, hay dos elementos fundamentales, uno es saber cuáles serán los objetivos de mejora y un segundo de igual importancia al anterior, es contar con variabilidad genética para satisfacer los objetivos propuestos (Allard, 1999). Dentro de los objetivos de mejora genética en *Vicia faba*, se busca un aumento de rendimiento, y además un aumento de la estabilidad del rendimiento. La búsqueda de materiales autofértiles (aquellos que tienen una producción estable aún en condiciones de falta de insectos polinizadores) es una estrategia a emplear para resolver el problema de inestabilidad en la producción de los cultivos (Nadal *et al.*, 2004a). Lawes (1974), con la finalidad de transformar las plantas de haba en autógamias, estudió una amplia colección de líneas de *Vicia faba*, en la que encontró una extensa variación genética para caracteres responsables de la autofertilidad, seleccionando materiales autofértiles para ser puestos a disposición de diversos programas de mejora. Las líneas autofértiles pueden evitar el problema de la falta de rendimientos en lugares donde no existan insectos polinizadores o éstos no tengan la actividad suficiente.

La mecanización del cultivo es objetivo obligado para conseguir reducir costos de producción y hacer el cultivo competitivo. La introducción del hábito de crecimiento determinado de las plantas, con el fin de poder mecanizar la cosecha de haba verde, es un objetivo que actualmente está presente en distintos programas de mejora, ya que actualmente los cultivares de crecimiento indeterminado producen la primera vaina muy cercana al suelo, lo que impide cosechar mecanizadamente (Robertson y Filippetti, 1991, Nadal *et al.*, 2004a).

Los objetivos de mejoramiento en cuanto a la estructura de la planta, tienen como finalidad producir plantas más compactas, es decir, con una menor longitud de los internudos, menor número de nudos reproductivos pero con un mayor número de vainas por nudo. Además se busca sincronía en el desarrollo reproductivo y poder reducir el crecimiento vegetativo

(Duc, 1997).

El haba se ve fuertemente afectada por diversas enfermedades tales como: ascoquita (*Ascochyta fabae*), mancha chocolatada (*Botrytis fabae*), roya (*Uromyces fabae*), etc., las cuales limitan fuertemente la producción. Es por esta razón que dentro de los objetivos de mejora se busca la resistencia a estas enfermedades.

En cuanto a mejorar la calidad, la eliminación de taninos e inhibidores de la tripsina son objetivos importantes, sobre todo para la alimentación animal, así como la eliminación de los factores causantes del fabismo, en los cultivares destinados al consumo humano y a ciertos usos en alimentación animal (Nadal *et al.*, 2004a)

Los recursos genéticos de que se dispone son la base de la variabilidad genética para realizar el mejoramiento. La variación heredable que se encuentra dentro y entre accesiones (cultivares o poblaciones o líneas de mejora) contenidas en bancos de germoplasma son la materia prima para cumplir los objetivos de mejora, ya sea por medios tradicionales (cruzamientos) o tecnologías modernas (biotecnología). Para poder utilizar esta variabilidad se debe saber con lo que se cuenta y que características tiene. Con este fin se ha planteado la siguiente hipótesis y objetivos.

Hipótesis

Existe variabilidad morfológica y productiva entre los cultivares comerciales de *Vicia faba* L. sembrados en Chile y en otros países, para establecer un plan de mejora de la especie en nuestro país.

Objetivo general

Caracterizar la variabilidad morfológica y productiva de cultivares de *Vicia faba*.

Objetivos específicos

1. Describir y comparar el crecimiento y desarrollo de cultivares de *Vicia faba*.
2. Evaluar el rendimiento en verde y calidad industrial para congelado de cultivares de *Vicia faba*.

MATERIALES Y MÉTODO

Materiales

Este estudio se llevó a cabo durante el año 2006 en el Campus Antumapu, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, el cual está ubicado en Santiago de Chile, comuna La Pintana y posee un clima templado mesotermal estenotérmico mediterráneo semiárido, con suelos de origen aluvial, moderados a ligeramente delgados (Comisión Nacional de Riego, 1981).

Se utilizaron cultivares de *Vicia faba* L. de hábito de crecimiento indeterminado y hábito determinado. Se evaluaron 5 cultivares comerciales que existen actualmente en el mercado chileno de crecimiento indeterminado, 3 cultivares introducidos desde España (Centro de Investigación y Formación Agraria) de crecimiento determinado y 1 línea de mejora provenientes de ICARDA (Siria). El detalle de los cultivares y su procedencia se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cultivares evaluados.

Cultivar	Procedencia	Proveedor	Hábito de crecimiento
Super Aguadulce	Mercado chileno	Agrical	Indeterminado
Super Aguadulce	Mercado chileno	ANASAC	Indeterminado
Luz de Otoño	Mercado chileno	Fitó	Indeterminado
Portuguesa INIA	Mercado chileno	INIA	Indeterminado
Reina Mora	Mercado chileno	Fitó	Indeterminado
Aguadulce Siria	Introducción Siria	ICARDA	Indeterminado
Alargá	Introducción de España	CIFA	Determinado
Retaca	Introducción de España	CIFA	Determinado
Verde bonita	Introducción de España	CIFA	Determinado

Para efectos de presentación, se usará la nomenclatura S.A.D.Ag para el cultivar Super Aguadulce de la empresa Agrical y S.A.D.An para el cultivar Super Aguadulce de la empresa ANASAC.

Metodología

Diseño de experimentos y tratamientos

El ensayo se realizó con un diseño experimental en bloques completos al azar. Cada uno de los nueve cultivares comprendió un tratamiento con cinco repeticiones. Se establecieron

parcelas (unidad experimental) de 9,6 m², con cuatro hileras de 4 m de largo cada una. Cada hilera estuvo separada a 60 cm, estableciéndose las plantas a una distancia sobre hilera según las recomendaciones de cada cultivar.

Manejo del cultivo

Preparación del suelo. El suelo fue preparado a través de una aradura y un rastraje obteniéndose un buen nivel de mullimiento.

Siembra. La siembra se realizó el 6 de Junio de 2006 en forma manual distribuyéndose la semillas a una distancia entre 14,3 y 28 cm sobre la hilera según requerimientos del cultivar (Cuadro 2). Las distancias entre hileras fueron 60 cm para todos los cultivares.

Cuadro 2. Distancias sobre hilera y poblaciones equivalentes en plantas/ha.

Cultivar	Distancia sobre hilera (cm)	Número de plantas/ha
S.A.D.Ag	28,0	59.524
S.A.D.An	28,0	59.524
Portuguesa INIA	28,0	59.524
Reina Mora	28,0	59.524
Luz de Otoño	25,0	66.667
Aguadulce Siria	25,0	66.667
Alargá	14,3	116.550
Retaca	14,3	116.550
Verde Bonita	14,3	116.550

Riego. El riego se efectuó por cintas, las cuales fueron instaladas a la siembra del cultivo. La frecuencia de riego fue de acuerdo a la humedad del suelo, la cual fue monitoreada en forma visual a través de muestras obtenidas con barreno.

Fertilización. La dosis de fósforo se determinó a través de un análisis de suelo. Se aplicaron 60 unidades de P₂O₅ y 60 unidades de nitrógeno por hectárea. El nitrógeno se aplicó parcializado, 25 unidades a la siembra y 35 unidades al inicio de la floración. El fósforo se aplicó al momento de la siembra utilizando SPT. El nitrógeno utilizado en la siembra y en floración fue aplicado en forma de Urea.

Control de malezas. Las malezas fueron controladas en forma mecánica y manual, manteniéndose el cultivo libre de ellas durante todo su desarrollo.

Plagas y enfermedades. Se realizaron tres aplicaciones para controlar el ataque de “mancha achocolatada”, causada por el hongo *Botrytis fabae*. El tratamiento utilizado para el control contempló: una primera aplicación con Rovral en dosis de 1,5 kg·ha⁻¹, una segunda aplicación con Captan en dosis de 1,5 kg·ha⁻¹ y Polyben 350 g·ha⁻¹, y una última aplicación nuevamente con Rovral en dosis de 2 kg·ha⁻¹. Todas estas aplicaciones se

realizaron utilizando motobomba de espalda.

Además se hicieron aplicaciones para el control de larva minadora (*Lyriomiza huidobrensis*) y para el control de pulgones. Para la larva minadora se utilizó Trigard en una dosis de 125 g·ha⁻¹ y para el control de pulgones se utilizó Mospilán en una dosis de 135 g·ha⁻¹.

Cosecha. El momento de la cosecha se determinó en forma visual. En el caso de los cultivos indeterminados se consideró como indicador el comienzo del oscurecimiento del *hilum* de los granos (cambio de verde a beige) en las vainas de los nudos reproductivos inferiores, en tanto que para las variedades determinadas se consideró el tamaño de los granos (aproximadamente 1,3 cm de largo), ya que su destino es para habas “baby”. La cosecha se realizó en forma manual, considerando un solo corte.

Evaluaciones

Se efectuó un recuento definitivo de la población en cada parcela después de producida la emergencia, con el fin de determinar las poblaciones establecidas. Además, se marcaron dos grupos de ocho plantas cada uno en competencia perfecta, considerando para ello las dos hileras centrales. En estas plantas se realizaron las mediciones de rendimiento y componentes de rendimiento al momento de la cosecha.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron tres muestreos en los siguientes estados: inicio de floración (estado en que el 50 % de las plantas presentaban abierta su primera flor), inicio crecimiento vaina (cuando el 50 % de la población presentaban una vaina de alrededor de 3 cm), pre-cosecha (aproximadamente una semana antes de la cosecha en verde).

En cada muestreo se evaluaron ocho plantas en competencia perfecta por repetición. En cada una de las plantas muestreadas se evaluaron los siguientes parámetros:

- Número de nudos vegetativos en el eje central.
- Número de nudos reproductivos en el eje central.
- Altura de la planta (medida en cm y tomada con huincha métrica desde la base del cuello hasta la última hoja que se presentaba abierta).
- Grosor del tallo principal (se midió en cm en la parte central del eje principal, utilizando un pie de metro).
- Número de ramas.
- Número de nudos vegetativos y reproductivos de cada rama.

En las plantas previamente marcadas en cada repetición, se evaluaron los siguientes parámetros luego de realizada la cosecha:

- Longitud y ancho de vainas (cm).

- Longitud y ancho de granos (cm).
- Número de vainas por planta.
- Número de granos/vaina.
- Altura inserción de la primera vaina (cm).
- Peso promedio de 100 granos (g).
- Rendimiento en vaina verde/planta ($\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$) y rendimiento en vaina verde/hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).
- Rendimiento en grano verde/planta ($\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$) y rendimiento en grano verde/hectárea ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).
- Rendimiento industrial (%).

A partir de los datos de temperatura diaria que se obtuvieron desde la estación experimental La Platina del INIA, ubicada en la comuna de La Pintana, y según la fórmula propuesta por Arnold (1980), se calcularon las unidades calóricas requeridas para completar cada uno de los principales estados de desarrollo:

- Emergencia
- Inicio floración
- Primeras vainas visibles
- Inicio cosecha

$$UC = \frac{T^{\circ} \text{máx} + T^{\circ} \text{mín}}{2} - 5^{\circ} \text{C}$$

UC = Unidades calóricas acumuladas en un día

$T^{\circ} \text{máx.}$ = temperatura máxima diaria

$T^{\circ} \text{mín.}$ = temperatura mínima diaria

5°C = Temperatura mínima de crecimiento del haba (Tapia, 1992)

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó separadamente según el hábito de crecimiento de los cultivares para homogenizar la varianzas y dar mayor claridad en los análisis, quedando dos grupos: los cultivares determinados (Retaca, Alargá Verde Bonita) y los cultivares indeterminados (Luz de Otoño, Súper Aguadulce Agrical, Super Aguadulce ANASAC, Portuguesa INIA, Aguadulce Siria y Reina Mora).

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con el fin de detectar posibles diferencias entre los tratamientos. En aquellos casos en que se obtuvieron diferencias significativas, se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey, con un nivel de significancia del 5 % para separar las medias de las variedades.

Se realizaron además correlaciones entre los principales parámetros de crecimiento y de

rendimiento.

Además se realizaron pruebas T de Student entre las variedades determinadas e indeterminadas en las principales características morfológicas y de rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de precocidad de los cultivares en estudio

La precocidad, medida como número de días y/o unidades calóricas requeridas por las plantas para alcanzar distintos estados de desarrollo, fue medida para cada uno de los cultivares, observándose que todos ellos requirieron 27 días y 153,75 unidades calóricas, desde la siembra, a la emergencia, no presentándose diferencias entre los cultivares indeterminados y determinados, pese a que estos últimos, debido a que sus semillas son más pequeñas, fueron sembrados más superficialmente.

En los cuadros 3 y 4 se muestra la duración de las etapas comprendidas desde siembra a: inicio de floración (50 % población con la primera flor abierta), inicio de crecimiento vaina (50 % de la población con su primera vaina de 3 cm) y cosecha (50 % de las plantas con sus granos iniciando una coloración beige del *hilum* en los cultivares indeterminados y 50 % de las plantas con vainas de 9 cm, en los cultivares determinados).

En los cultivares determinados, no se observaron diferencias significativas en el número de días ni en las unidades calóricas requeridas para llegar a los estados de emergencia, inicio de floración y de crecimiento de vainas; en tanto que, la duración del ciclo total, es decir desde siembra hasta cosecha, presentó diferencias significativas entre ellos, a pesar de que estas diferencias son mínimas. El cultivar Retaca fue el que requirió más unidades calóricas para completar este estado, pese a requerir un mismo número de días que Verde Bonita. En este sentido se ha indicado que la evaluación de precocidad medida en números de días es un parámetro poco preciso (Faiguenbaum, 1986). Por otra parte, el cultivar Alargá fue el que requirió menos unidades calóricas para completar el estado de cosecha.

Cuadro 3. Número de días y unidades calóricas requeridas por los distintos cultivares determinados para alcanzar los distintos estados de desarrollo.

Cultivar	Siembra a					
	Inicio de floración		Inicio de crecimiento vaina		Cosecha	
	Días	UC	Días	UC	Días	UC
Retaca	92	521,6 a ¹	103	602,2 a	128	833,7 c
Alargá	92	525,2 a	104	606,8 a	127	823,9 a
Verde Bonita	92	525,1 a	104	605,6 a	128	828,8 b

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Evaluaciones hechas por Nadal *et al.* (2005) en España (Córdoba), muestran que Retaca

sería seis días más precoz en Chile que en ese país, no obstante en ese estudio no se calcularon las unidades calóricas.

Respecto a la precocidad medida para los cultivares indeterminados, en el Cuadro 4 se puede observar que la duración del ciclo hasta cosecha presentó mayores diferencias entre cultivares que la duración del período hasta inicio de floración. Esto, de alguna forma refleja el hábito de crecimiento indeterminado que presentan las plantas, dado que a inicio de floración, la diferencias entre los cultivares son mínimas, es decir, no hay más de 30 unidades calóricas de diferencia entre las más precoces y las más tardías, en tanto que en la medida que las plantas van produciendo secuencialmente sus nudos reproductivos, las diferencias entre genotipos se empiezan a presentar, en función de la capacidad que tenga cada cultivar de formar nudos reproductivos hacia la parte superior. En este sentido, el cultivar Portuguesa INIA resultó ser más tardío, presentando una mayor duración del período que va desde floración a cosecha (588 unidades calóricas y 66 días); este resultado no coincide con lo obtenido por Osorio (1998), donde este cultivar requirió 647 unidades calóricas y tardó 80 días en completar el período desde floración a cosecha.

Por otra parte, los dos cultivares Super Aguadulce (Agrical y ANASAC) y Aguadulce Siria presentaron una duración del ciclo de siembra a cosecha y valores acumulados de unidades calóricas muy similares entre sí, pero significativamente diferentes; siendo, el cultivar S.A.D.An el que presentó un comportamiento ligeramente más precoz, cosechándose tres y cinco días antes que S.A.D.Ag y Aguadulce Siria, respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de días y unidades calóricas requeridas por los distintos cultivares indeterminados para alcanzar los distintos estados de desarrollo.

Cultivar	Siembra a								
	Inicio de floración			Inicio de crecimiento vaina			Cosecha		
	Días	UC		Días	UC		Días	UC	
Portuguesa INIA	89	504,1	b ¹	104	607,3	c	155	1.091,9	f
Aguadulce Siria	89	502,3	b	103	600,3	bc	146	1.002,1	e
S.A.D.Ag	89	500,2	b	101	588,8	b	144	985,3	d
S.A.D.An	88	498,8	b	101	588,7	b	141	959,5	c
Luz de Otoño	87	489,3	ab	99	571,1	a	138	922,9	b
Reina Mora	83	470,4	a	98	565,9	a	137	909,1	a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Es importante destacar que si bien es cierto, el período que va desde siembra a cosecha en los cultivares más precoces (Luz de Otoño y Reina Mora) fue de seis días menos que en los cultivares Super Aguadulce, la floración se inició casi simultáneamente en estos cultivares (Cuadro 4). Esto implica, que su precocidad no está relacionada con el tiempo que transcurre entre siembra e inicio de floración, sino más bien con la duración de la floración

y crecimiento de vainas. Esta condición de precocidad sería una característica a considerar al momento de elegir el cultivar que se requiere sembrar, dado que, frente a siembras tardías, los cultivares más precoces estarán menos expuestos durante su período reproductivo a las altas temperaturas que se producen durante la primavera. En este sentido se ha observado que temperaturas superiores a 18 °C a inicios de floración, afectan significativamente el crecimiento de las plantas y rendimiento, esto debido a la disminución del número de vainas por planta y el peso individual de éstas. Además, temperaturas mayores a 20 °C durante la fase de llenado de granos, favorecen una rápida acumulación de almidón y un endurecimiento de los cotiledones y tegumentos seminales, provocando una disminución de la calidad (Bianco, 1990).

Los valores obtenidos en este trabajo para los cultivares del tipo Aguadulce fueron ligeramente inferiores a los obtenidos por Osorio (1998), quien determinó un período de siembra a cosecha de 174 días, con un total de 1.016 unidades calóricas acumuladas. Esta diferencia en días puede explicarse en base a que ese trabajo se realizó en otra localidad (Graneros), y en una fecha de siembra más temprana (mediados de Mayo). Al sembrar antes, el cultivo estuvo expuesto a temperaturas más frías por un período más largo de tiempo, lo que conllevó a que demorara más días en completar las unidades calóricas y llegar a cosecha. Por otra parte, Chang (1968) señala que el sistema de unidades calóricas tiene algunas limitaciones porque, no toma en cuenta algunos factores que influyen en el desarrollo y crecimiento de la planta como: humedad y temperatura de suelo, radiación solar y duración de la luz.

Caracterización vegetativa de los cultivares evaluados

Altura de planta

La medición de altura realizada en los cultivares determinados a inicio de floración, no presentó diferencias significativas, observándose un promedio de 29 cm (Cuadro 5). Esta situación cambió durante las etapas de inicio de crecimiento de vainas y cosecha, en donde Retaca logró una altura significativamente inferior a la obtenida por Verde Bonita y Alargá. Esto se debería a que, en este cultivar el incremento de altura entre inicio de floración e inicio de crecimiento de vainas fue de tan sólo 6 cm, en tanto que en los otros dos cultivares este incremento fue de 12 cm. Posterior a esta fecha, los incrementos fueron similares entre ellos.

La correlación existente entre altura y días a cosecha, para este tipo de cultivares fue negativa ($r=-0,58$ y $p\leq 0,05$), siendo Retaca el más tardío y el que alcanzó la menor altura. En ensayos con cultivares determinados realizados por Robertson y Filippetti (1991), se obtuvieron plantas un poco más altas a las obtenidas en la presente investigación, las cuales alcanzaron los 57 cm.

Cuadro 5. Altura del tallo principal de plantas en los cultivares determinados según estado de desarrollo.

Cultivar	Altura		
	Inicio de floración	Inicio de crecimiento vaina	Cosecha
	cm		
Verde Bonita	30,6 a ¹	41,4 b	54,3 b
Alargá	29,1 a	41,9 b	54,0 b
Retaca	26,7 a	33,0 a	45,7 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

En los cultivares indeterminados, Reina Mora fue el que presentó la menor altura durante todas las etapas de desarrollo, siendo sólo significativamente diferente a Portuguesa INIA y S.A.D.An en todos los estados de desarrollo. Cabe destacar que en este caso la correlación existente entre altura y días a cosecha fue positiva y muy alta ($r=0,91$ y $p \leq 0,05$), por lo que los cultivares que necesitaron menos días y menor acumulación de unidades calóricas a cosecha como lo son Reina Mora y Luz de Otoño (Cuadro 4), fueron los que presentaron las menores alturas (Cuadro 6). Por el contrario Portuguesa INIA, fue el cultivar que en todos los estados de desarrollo evaluados presentó la mayor altura, llegando a cosecha a superar el metro veinte de altura.

Cuadro 6. Altura del tallo principal de plantas en los cultivares indeterminados según estado de desarrollo.

Cultivar	Altura		
	Inicio de floración	Inicio de crecimiento vaina	Cosecha
	cm		
Portuguesa INIA	41,3 c ¹	70,6 c	122,9 c
S.A.D.An	33,7 b	56,8 b	93,3 b
S.A.D.Ag	30,4 ab	45,3 a	82,9 b
Aguadulce Siria	28,6 ab	45,1 a	94,5 b
Luz de Otoño	29,9 ab	39,9 a	63,8 a
Reina Mora	26,2 a	37,4 a	62,7 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Los cultivares del tipo Aguadulce presentaron una altura final muy similar; no obstante, a inicio de crecimiento de vaina el cultivar S.A.D.An presentó una altura promedio de 11 cm superior que los otros dos. Sin embargo, al momento de cosecha no se observaron diferencias para este parámetro entre ellos. Es importante señalar que las semillas de S.A.D.Ag fueron importadas de la empresa de Nueva Zelanda WRIGHTSON SEEDS

Ltda¹., en cambio las semillas de S.A.D.An provinieron de Italia y fueron multiplicadas aquí en Chile².

El mayor incremento en altura en los cultivares indeterminados, exceptuando a los más precoces (Reina Mora y Luz de Otoño), se produjo entre el período de inicio de crecimiento de vainas y cosecha, logrando en promedio un 43 % de incremento entre ambos estados de desarrollo. En cambio, en Reina Mora y Luz de Otoño, el mayor incremento en altura, se produjo entre emergencia e inicio de floración; esto pudo estar dado, porque en estos dos cultivares el período entre inicio de crecimiento de vainas y cosecha, fue más corto que en el resto de los cultivares.

Los resultados de altura obtenidos en este trabajo, para los cultivares Luz de Otoño, S.A.D.Ag, y S.A.D.An fueron inferiores a los obtenidos por Faiguenbaum (1999), quien obtuvo alturas de 88; 109 y 112 cm, respectivamente. Para el cultivar Portuguesa INIA, en cambio, los valores de altura obtenidos en otros trabajos, han sido más bajos, fluctuando entre 64 y 109 cm (Icaza, 1996; y Faiguenbaum, 1999, respectivamente).

Grosor tallo principal

El tallo es erecto, vigoroso, hueco y de sección cuadrangular y mantiene un grosor similar a lo largo de toda la planta. El grosor del tallo está relacionado con el vigor de éste, y por ende con la capacidad de resistir tendadura o de quebrarse.

El grosor del tallo fue medido en dos períodos (inicio de floración y cosecha), observándose que en los cultivares determinados, se presentaron diferencias significativas en los valores obtenidos sólo a inicio de floración, en donde Verde Bonita logró el mayor grosor (Cuadro 7). Posteriormente, al estado de cosecha en verde el grosor promedio de las plantas fue de 0,76 cm, no observándose diferencias significativas entre los cultivares.

Cuadro 7. Grosor del eje principal de las plantas en los cultivares determinados según estado de desarrollo.

Cultivar	Grosor	
	Inicio de floración	Cosecha
	cm	
Verde Bonita	0,68 c ¹	0,76 a
Alargá	0,62 b	0,77 a
Retaca	0,54 a	0,76 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

¹ Lautaro Lazo de la Jara, Jefe Técnico y Desarrollo, Semillas AGRICAL S.A. (2008). Comunicación personal.

² Alejandro Mazo Traversi, Jefe Programa Hortalizas, Semillas ANASAC. (2008). Comunicación personal.

El comportamiento de los cultivares indeterminados fue distinto al observado en los determinados, ya que las tendencias observadas a inicio de floración se mantuvieron al estado de cosecha (Cuadro 8). Nuevamente coincide que los cultivares más precoces y de menor altura presentaron el menor grosor, en comparación a los más tardíos.

Cuadro 8. Grosor del eje principal de las plantas en los cultivares indeterminados según estado de desarrollo.

Cultivar	Grosor	
	Inicio floración	Cosecha
	cm	
S.A.D.An	0,95 c ¹	1,10 c
Portuguesa INIA	0,94 c	0,99 bc
S.A.D.Ag	0,86 bc	0,97 bc
Aguadulce Siria	0,78 ab	0,88 ab
Reina Mora	0,69 a	0,72 a
Luz de Otoño	0,69 a	0,76 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Número de ramas

En general, en las leguminosas de grano, la presencia de ramas es una característica que va asociada a la desuniformidad en el crecimiento y al desarrollo de las plantas (López-Bellido, 2005). En el caso específico del haba, la presencia de ramas provoca una producción de vainas más diferida en el tiempo, por lo que su madurez es más desuniforme en la planta. A su vez, y en la medida que la planta se va desarrollando, las ramas van creciendo y se van alejando del eje central y muchas veces terminan quebrándose cuando sus vainas llegan a madurez (Faiguenbaum, 2003).

Pilbeam *et al.*, (1989), señalan que los cultivares determinados se caracterizan por presentar una gran cantidad de ramas improductivas. En el presente ensayo, las plantas determinadas presentaron al momento de la cosecha 7,5 ramas promedio, no obteniéndose diferencias significativas en el número de ellas, en ninguna de las etapas de desarrollo (Cuadro 9). Cabe destacar que el número de ramas productivas de estos cultivares fue muy bajo, observándose que en promedio tan sólo el 22 % de ellas produjo vainas comerciales. Este hecho es un carácter negativo, debido a que la planta gastó sus asimilados en producir más estructuras vegetativas, las cuales, debido a su formación más tardía, no llegaron a ser productivas. En ensayos de cultivares determinados, realizados por Robertson y Filippetti (1991), se obtuvo una mayor cantidad de ramas productivas (2,9 ramas productivas promedio) que la obtenida en la presente investigación (1,6 ramas productivas promedio). Un aspecto, que pudo haber incidido en esta alta producción de ramas improductivas, fue la aplicación de nitrógeno a inicios de floración. En estos cultivares más precoces, el

nitrógeno en exceso puede mantener un estado vegetativo y puede atrasar la cosecha (Rodríguez *et al.*, 2001, Barreyro *et al.*, 2005 y Taiz and Zeiger, 2006).

Cuadro 9. Número de ramas promedio por planta en cada cultivar determinado según estado de desarrollo y relación porcentual entre ramas productivas y totales.

Cultivar	Número de ramas				Relación ramas productivas v/s totales (%)
	Inicio de floración	Inicio de crecimiento de vaina	Totales a cosecha	Productivas a cosecha	
Retaca	2,3	4,9	7,5	1,7	23,0
Alargá	2,1	4,6	7,8	1,7	22,0
Verde Bonita	2,2	4,5	7,1	1,5	20,7

No se produjeron diferencias significativas al 5% de significancia.

Los cultivares indeterminados, presentaron al momento de inicio de floración una producción de ramas similar a la obtenida por los cultivares determinados, en el mismo estado de desarrollo (Cuadros 9 y 10); sin embargo, los incrementos en producción de ramas a partir de la floración en los cultivares indeterminados fue más baja, motivo por el cual la producción definitiva de ramas totales en estos cultivares fue menor (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de ramas promedio por planta en los cultivares indeterminados según estado de desarrollo y relación porcentual entre ramas productivas y totales.

Cultivar	Número de ramas				Relación ramas productivas v/s Totales (%)
	Inicio de floración	Inicio de crecimiento vaina	Totales a cosecha	Productivas a cosecha	
Aguadulce Siria	2,7 c ¹	3,5 c	4,8 b	3,6 c	74,8
S.A.D.Ag	1,7 ab	2,7 abc	4,0 ab	2,6 ab	65,2
Portuguesa INIA	2,4 bc	3,2 bc	3,9 ab	2,8 bc	72,1
Luz de Otoño	2,0 abc	2,6 ab	3,3 ab	2,3 ab	69,1
S.A.D.An	2,0 abc	2,7 abc	3,0 a	1,9 a	62,4
Reina Mora	1,4 a	2,3 a	2,9 a	1,9 a	61,4

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Las principales diferencias en la producción de ramas se observaron entre el cultivar más precoz (Reina Mora) y uno de los más tardíos, como lo es Aguadulce Siria (Cuadro 10), éste último produjo dos ramas más que el primero. Además, Agudulce Siria presentó al momento de cosecha, el mayor número de ramas productivas, siendo significativamente superior al resto de los cultivares, con excepción de Portuguesa INIA que fue el segundo cultivar en producir más ramas productivas. Cabe destacar, que existió una correlación positiva ($r=0,49$ y $p \leq 0,05$) entre el número de días a cosecha (precocidad) y ramas

productivas, en el sentido que los cultivares que presentaron un comportamiento más tardío, produjeron la mayor cantidad de ramas productivas (Cuadro 4).

Es importante mencionar que entre los cultivares S.A.D.An y S.A.D.Ag a pesar de no observarse diferencias significativas en ninguno de los estados de desarrollo evaluados, el cultivar S.A.D.Ag presentó una tendencia a una mayor producción de ramas totales y productivas.

El mayor incremento de producción de ramas para los cultivares indeterminados se presentó entre el estado de emergencia e inicio de floración, alcanzando un promedio de 55 % de la producción total de ramas en este período; posteriormente y dado a que estos cultivares, una vez iniciada la floración, siguen presentando un crecimiento vegetativo de sus estructuras (tallos o ramas), el incremento en producción de ramas disminuyó, debido a la competencia por asimilados que se produce entre éstas y las estructuras reproductivas (Castro y Aguiar, 1989). En el caso de los cultivares determinados, el mayor incremento se produjo entre inicio de crecimiento de vaina y cosecha, alcanzando el 38 % de la producción total de ramas. Estas diferencias podrían estar dadas debido a que en los cultivares determinados, se produce una menor competencia de asimilados entre la etapa vegetativa y reproductiva, debido a que existe una mayor sincronía en la floración (Robertson y Filippetti, 1991 y Loss *et al.* 1997).

Del total de ramas producidas, un 68 %, en promedio fueron productivas, siendo Aguadulce Siria y Reina Mora las que presentaron los valores más extremos (Cuadro 10). Este porcentaje difiere fuertemente con lo obtenido por los distintos cultivares determinados que tan sólo llegaron a un valor de 22 %, debiéndose destacar que en el caso de los cultivares indeterminados el número de ramas totales nunca fue superior a cinco.

En este trabajo las plantas presentaron menor ramificación, en comparación con los resultados presentados por Osorio (1998), quien obtuvo 5,3 ramas productivas para un cultivar del tipo Portuguesa INIA y de 3,7 ramas productivas por planta como promedio en dos cultivares del tipo Aguadulce. Esta diferencia de ramas puede explicarse en base a que ese trabajo se realizó en otra localidad (Graneros), y en una fecha de siembra más temprana (mediados de Mayo). Al sembrar antes, el cultivo estuvo expuesto a menores temperaturas por un período de tiempo mayor, motivo por el cual las plantas se desarrollaron lentamente, existiendo una mayor producción de material vegetativo, debido al mayor tiempo disponible para realizar fotosíntesis (Loss *et al.*, 1997 y López-Bellido *et al.*, 2005). Además, en el presente ensayo, las plantas fueron establecidas a mayor densidad, existiendo por lo tanto una mayor competencia por luz, agua y nutrientes entre ellas, lo que podría inducir una disminución en el número de ramas por planta, tal cual lo indican Gurung y Katwall (1993) y López- Bellido *et al.*, (2005). Por otra parte, se ha observado que al sembrar a bajas densidades las yemas laterales quedan expuestas a la luz, lo que provoca una mayor ramificación³.

³ Victor García de Cortázar, Académico del Departamento de Ingeniería y Suelos, de la Universidad de Chile. Comunicación personal.

Número de nudos vegetativos

En el Cuadro 11 se puede apreciar el número promedio de nudos vegetativos obtenidos en el eje principal y por cada rama en los cultivares determinados. Sólo se observaron diferencias significativas entre los cultivares Alargá y Retaca, tanto a nivel del eje central como en las ramas. Alargá y Verde Bonita resultaron ser los cultivares con más nudos vegetativos, lo que pudo estar relacionado con la mayor altura lograda por ellos (Cuadro 5). Retaca, en cambio, fue el cultivar que alcanzó la menor altura, lo cual se relaciona con el menor número de nudos vegetativos que produjo en el eje central.

Cuadro 11. Número promedio de nudos vegetativos en el tallo principal y número promedio de nudos vegetativos por rama, para cultivares determinados.

Cultivar	Número nudos vegetativos	
	Eje principal	Ramas
Alargá	6,2 b ¹	5,1 b
Verde Bonita	6,1 ab	4,7 ab
Retaca	5,5 a	4,3 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

El número de nudos vegetativos en el tallo principal es una característica bastante estable a nivel de cada cultivar, siendo normalmente de seis a siete en los cultivares de haba de la variedad botánica *major*. En el caso de las ramas, el número promedio de nudos vegetativos, varía generalmente entre tres y cuatro (Faiguenbaum, 2003). Coincidente con lo anterior, en el Cuadro 12 se puede apreciar que el número promedio de nudos vegetativos presentes en el eje principal en los cultivares indeterminados no presentó diferencias significativas; en este sentido Kalia y Pathania (2007), obtuvieron en ensayos con *Vicia faba*, un alto porcentaje de heredabilidad en el parámetro de nudos vegetativos por planta en el eje central. Por otra parte, los valores obtenidos por Osorio (1998), fueron sólo levemente superiores a los logrados en la presente investigación.

Cuadro 12. Número promedio de nudos vegetativos en el tallo principal y número promedio de nudos vegetativos por rama, para cultivares indeterminados.

Cultivar	Número nudos vegetativos	
	Eje principal	Ramas
Aguadulce Siria	5,8 a ¹	3,7 a
Portuguesa INIA	5,8 a	5,7 c
Luz otoño	5,3 a	3,7 a
S.A.D.An	5,2 a	4,7 b
Reina Mora	5,2 a	3,3 a
S.A.D.Ag	5,0 a	3,7 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

El número promedio de nudos vegetativos por rama, sí presentó diferencias significativas, siendo los cultivares Portuguesa INIA y S.A.D. An los que lograron el mayor número de ellos (Cuadro 12). El resto de los cultivares presentaron en promedio dos nudos vegetativos menos que los anteriores y además, en comparación al eje central, este valor fue un 28 % inferior. En Portuguesa INIA, en cambio, se obtuvo el mismo número de nudos vegetativos en el eje central como en las ramas, presentando ambos un mismo comportamiento en cuanto a crecimiento vegetativo.

Altura de inserción de la primera vaina

La altura a la cual se encuentra inserta la primera vaina es una característica que puede llegar a ser de importancia, ya que puede determinar la posibilidad de implementar la cosecha mecanizada. Este aspecto, en la actualidad y con los cultivares disponibles en el mercado, es casi imposible, ya que las primeras vainas formadas están normalmente topando el suelo debido a su baja altura de inserción y al largo de ellas (Robertson y Filippetti, 1991). En la Figura 1, se puede apreciar que entre los cultivares determinados, Alargá fue el que alcanzó la mayor altura de inserción de la primera vaina, siendo significativamente mayor a la que presentó Retaca. Verde Bonita, en tanto, presentó un valor intermedio entre ambos cultivares. Esto pudo estar relacionado con el menor número de nudos vegetativos que presentó Retaca, por lo que la primera vaina se ubicó en el primer nudo reproductivo ubicado más abajo en comparación a Alargá. Cabe destacar, que existió una correlación positiva ($r=0,75$ y $p \leq 0,05$) entre altura de planta y altura de inserción de la primera vaina, siendo Retaca el cultivar que alcanzó la menor altura y también fue él que presentó su primera vaina inserta en una posición más baja en la planta.

En los cultivares indeterminados, al igual que en los determinados, existió una correlación positiva ($r=0,83$ y $p \leq 0,05$) entre altura de planta y altura de inserción de la primera vaina, siendo el cultivar Portuguesa INIA el que alcanzó la mayor altura de planta y la de inserción de la primera vaina (32 cm). Este valor fue significativamente superior al obtenido por el resto de los cultivares (Figura 2). Reina Mora, en tanto, presentó una altura de inserción de la primera vaina de tan sólo 14 cm, sólo similar estadísticamente a la obtenida por Aguadulce Siria. En los cultivares indeterminados, la producción de nudos vegetativos en el eje central, no presentó diferencias significativas (Cuadro 12); por lo tanto, la altura de inserción de la primera vaina estaría dada por el largo de los internudos vegetativos, siendo Reina Mora, el que presentó internudos más cortos (dato no mostrado). Hay que considerar que la altura de inserción de la primera vaina fue medida, considerando la vaina ubicada más abajo en la planta, por lo que no necesariamente esta vaina provino del eje central, sino tal vez, de alguna rama. Esto pudo haber ocurrido con Reina Mora, la cual presentó un menor número de nudos vegetativos en sus ramas y por ende la primera vaina pudo haberse ubicado más abajo. Con respecto al resto de los cultivares no se observaron mayores diferencias.

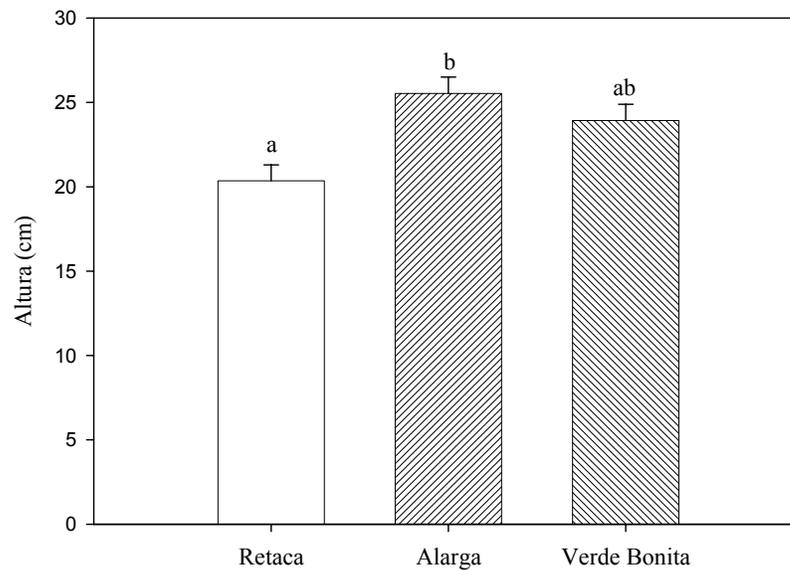


Figura 1. Altura de inserción de la primera vaina en cultivares determinados. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

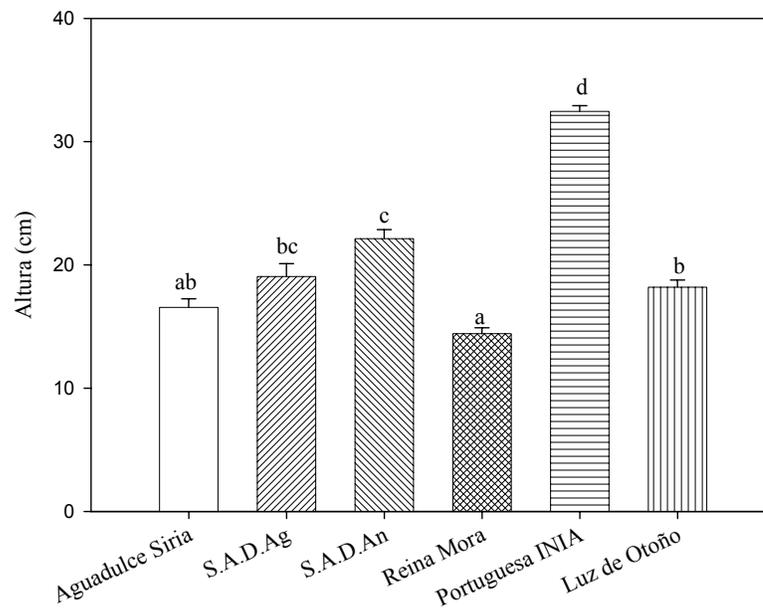


Figura 2. Altura de inserción de la primera vaina en cultivares indeterminados. Letras diferentes indican que existen diferencias significativas, según la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tendedura

Este es un parámetro que normalmente se presenta asociado a la altura de las plantas y grosor del tallo de éstas. Habitualmente no es posible evaluar bajo condiciones de campo este parámetro, salvo que se den las condiciones para que ello ocurra. En este caso, el día 13 de Octubre de 2006 en la Región Metropolitana hubo una precipitación de 52,4 mm y debido al avanzado desarrollo de las plantas tuvo como consecuencia la tendadura de éstas.

Poulain (1984), señala que los tallos deben ser cortos y vigorosos para disminuir el riesgo de tendadura. En el caso de los cultivares determinados, debido a su baja altura y a la rigidez de su tallo, no se vieron afectados por esta lluvia, y por lo tanto no hubo tendadura.

En los cultivares indeterminados, en cambio, esto no se cumplió, ya que existió una correlación positiva ($r=0,62$ y $p\leq 0,05$) entre el grosor del tallo y la tendadura de plantas, siendo los cultivares S.A.D.An, Portuguesa INIA y S.A.D.Ag los que presentaron tallos más gruesos (Cuadro 8) y sufrieron una mayor tendadura (Cuadro 13). Hay que recordar que estos cultivares, lograron la mayor altura de planta, por lo tanto, en este caso, más importante que el grosor del tallo lo fue la altura de las plantas. Es decir, no sirve tener tallos más gruesos si las plantas son muy altas, puesto que frente a una lluvia, como ocurrió en este caso, las plantas más altas fueron las que se tendieron más, a pesar de la baja correlación existente entre estos dos últimos parámetros ($r=0,33$ y $p\leq 0,05$).

Cabe destacar que Reina Mora y S.A.D.Ag, presentaron la menor ramificación; sin embargo, éste último cultivar presentó el mayor porcentaje de tendadura, lo que indicó que la ramificación no sería tan relevante al momento de evaluar tendadura. Hay que destacar que para este parámetro, no existió una correlación significativa.

Cuadro 13. Porcentaje de tendadura en los cultivares indeterminados.

Cultivar	Tendedura	
	%	
S.A.D.Ag	52,0	c ¹
S.A.D.An	33,0	bc
Portuguesa INIA	30,2	abc
Aguadulce Siria	24,6	abc
Luz de Otoño	13,0	ab
Reina Mora	3,2	a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Crecimiento reproductivo de los cultivares

Número de nudos reproductivos

Los nudos reproductivos están relacionados directamente con el rendimiento, observándose que en haba éstos se producen en gran número, existiendo escasa diferencia entre la cantidad producida por el tallo principal y por cada rama. El gran número de flores producidas por cada nudo y en consecuencia en cada planta, demuestra el alto potencial de producción que presentan las plantas de haba. Sin embargo, este potencial no se expresa finalmente en la cosecha, debido al elevado porcentaje de abscisión de elementos reproductivos que presenta esta especie, observándose valores que fluctúan entre 75 y 90 % de abscisión (Kambal, 1969 y Bianco, 1990). Por ello, el rendimiento final estará determinado en función de aquellas flores que terminen siendo vainas comerciales. Dado al alto porcentaje de abscisión, sólo una pequeña fracción de las flores logra este objetivo.

Con el propósito de caracterizar la producción de nudos reproductivos a través del tiempo se evaluó el número de ellos, tanto en el eje central como en las ramas. Esta medición se llevó a cabo en los estados de desarrollo de inicio de crecimiento de vainas y en madurez de cosecha. En los cultivares determinados, el número de nudos reproductivos en el eje central se definió al momento de inicio de crecimiento de vaina, ya que en este estado el 97 % de los nudos reproductivos totales ya estaban expresados (Cuadro 14). En las ramas, en cambio, la producción de nudos reproductivos, en ese mismo estado de desarrollo, sólo llegó al 63 %. Cabe hacer notar que sólo existieron diferencias significativas en el número de nudos reproductivos del eje central entre Retaca y Alargá; sin embargo, en cosecha esta diferencia ya no existió, presentando los tres cultivares valores muy similares. En relación al número promedio de nudos reproductivos y productivos totales por planta no se presentaron diferencias significativas (Cuadro 15). Es importante destacar, el bajo porcentaje de nudos productivos logrados por estos cultivares, lo cual está asociado al escaso número de ramas productivas obtenidas por ellos (1,6 ramas en promedio, Cuadro 9). Nadal *et al.* (2005) obtuvieron en Retaca un valor de 3,6 nudos reproductivos en el eje central en el estado de cosecha, valor que fue levemente inferior al obtenido en la presente investigación.

En los cultivares indeterminados, la producción de nudos reproductivos en el eje central, a inicio de crecimiento de vainas, fue en promedio de 60 %, quedando el 40 % restante definido en cosecha en verde. En las ramas, en cambio, el número de nudos reproductivos sólo alcanzó el 39 % de la producción total, en inicio de crecimiento de vainas (Cuadro 16). Este hecho pudo estar relacionado a que en este estado, sólo se había producido el 75 % de las ramas totales (Cuadro 10).

Cuadro 14. Número promedio de nudos reproductivos en los cultivares determinados, en el eje principal y en cada rama, en los estados de inicio de crecimiento de vaina y de cosecha en verde.

Cultivar	Número de nudos reproductivos			
	Inicio crecimiento vaina		Cosecha en verde	
	Eje principal	Rama	Eje principal	Rama
Alargá	4,5 b ¹	2,4 a	4,7 a	3,9 a
Verde Bonita	4,4 ab	2,5 a	4,5 a	3,5 a
Retaca	4,1 a	2,2 a	4,3 a	3,7 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Cuadro 15. Número de nudos reproductivos y productivos totales por planta al estado de cosecha en verde en los cultivares determinados.

Cultivar	Nudos reproductivos /planta	
	Totales	Productivos
	N°	%
Alargá	15,9	40,0
Verde Bonita	13,3	45,3
Retaca	12,1	57,2

No se produjeron diferencias significativas al 5% de significancia.

En el Cuadro 16 se puede apreciar que al estado de cosecha en verde los cultivares indeterminados, no presentaron diferencias significativas en el número de nudos reproductivos, tanto en las ramas como en el eje principal; sin embargo, a inicio de crecimiento vaina, los cultivares Luz de Otoño y Reina Mora presentaron el menor número de nudos reproductivos tanto en el eje principal como en cada rama, siendo sus valores significativamente inferiores a los obtenidos por el cultivar Portuguesa INIA que obtuvo el mayor valor. El resto de los cultivares no presentaron diferencias significativas. Cabe destacar que S.A.D.An y S.A.D.Ag presentaron diferencias significativas en el número de nudos reproductivos por rama, al estado de inicio de crecimiento de vaina, no obstante, estas diferencias desaparecieron posteriormente, al momento de cosecha en verde.

Todos los cultivares, tuvieron la misma cantidad de nudos reproductivos en el eje central, no presentando diferencias significativas, por lo tanto la altura estuvo dada por el largo de internudos reproductivos.

Cuadro 16. Número promedio de nudos reproductivos en los cultivares indeterminados, en el eje principal y en cada rama, en los estados de inicio de crecimiento de vaina y de cosecha en verde.

Cultivar	Número de nudos reproductivos			
	Inicio crecimiento vaina		Cosecha en verde	
	Eje principal	Rama	Eje principal	Rama
Portuguesa INIA	9,1 c ¹	5,8 bc	13,8 a	13,0 a
Aguadulce Siria	8,7 bc	4,7 abc	13,9 a	11,9 a
S.A.D.An	8,6 bc	6,1 c	13,0 a	12,2 a
S.A.D.Ag	8,4 bc	4,1 ab	14,1 a	12,9 a
Reina Mora	7,1 ab	3,6 a	12,8 a	12,1 a
Luz de Otoño	6,0 a	4,2 a	12,2 a	11,8 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

En el Cuadro 17 se aprecia que las plantas indeterminadas, triplicaron la producción de nudos reproductivos totales en comparación a las determinadas (Cuadro 15); no obstante, la proporción de nudos reproductivos que efectivamente produjeron vainas de tipo comercial fue muy baja, a excepción del cultivar Aguadulce Siria, en que este porcentaje fue superior al 50 % (Cuadro 17).

Se puede observar además, que existió una correlación positiva ($r= 0,60$ y $p \leq 0,05$) entre número de nudos reproductivos por planta y días a cosecha, por lo que aquellos cultivares con menos días a cosecha (más precoces) como Reina Mora y Luz de Otoño mostraron, en este estudio, el menor número de nudos reproductivos por planta.

Cuadro 17. Número de nudos reproductivos y productivos totales por planta al estado de cosecha en verde en los cultivares indeterminados.

Cultivar	Nudos reproductivos/planta		
	Totales	Productivos	
		Nº	%
S.A.D.Ag	45,7 a ¹	12,2 ab	26,7
Aguadulce Siria	41,9 a	22,2 c	53,0
Portuguesa INIA	41,6 a	14,2 b	34,0
S.A.D.An	39,7 a	8,4 a	21,3
Luz de Otoño	39,3 a	9,1 a	23,2
Reina Mora	36,8 a	9,6 a	26,2

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Cada nudo reproductivo, puede dar origen hasta un total de seis flores y por ende seis vainas; no obstante, y dado el alto porcentaje de abscisión de elementos reproductivos,

estos nudos terminan siendo mucho menos productivos. En el Cuadro 18, se aprecia que en los cultivares determinados, el número de vainas promedio por nudo fue 1,4, no presentándose diferencias significativas entre los cultivares.

Cuadro 18. Número promedio de vainas comerciales producidas por cada nudo reproductivo en el eje central y ramas productivas en los cultivares determinados.

Cultivar	Número vainas comerciales /nudo
Verde Bonita	1,47
Retaca	1,37
Alargá	1,34

No se produjeron diferencias significativas al 5% de significancia.

En el caso de los cultivares indeterminados, los valores de vainas comerciales por nudo productivo, fluctuaron entre 1 y 1,4 (Cuadro 19), siendo Luz de Otoño el que presentó significativamente más vainas por nudo, lo que podría indicar que este cultivar produciría vainas más uniformes en madurez al momento de cosecha, ya que los nudos producirían vainas que crecerían prácticamente al mismo tiempo. Cabe hacer notar; sin embargo, que para todos los cultivares este valor representa un promedio de todos los nudos reproductivos del eje central y de las ramas productivas, por lo tanto, en este valor se incluyen nudos con dos o más vainas y nudos sin producción.

Cuadro 19. Número promedio de vainas comerciales producidas por cada nudo reproductivo en el eje central y ramas productivas en los cultivares indeterminados.

Cultivar	Número vainas comerciales /nudo
Luz de Otoño	1,37 b ¹
S.A.D.An	1,09 a
S.A.D.Ag	1,07 a
Aguadulce Siria	1,06 a
Portuguesa INIA	1,06 a
Reina Mora	1,04 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Resultados similares fueron obtenidos por Osorio (1998) y por Kalia y Pathania (2007), estos últimos obtuvieron entre 1,0 y 1,6 vainas/nudo productivo. En ensayos realizados por Rex y Faiguenbaum (1995), considerando el total de nudos reproductivos por planta, se alcanzó un valor de 0,29 vainas por nudo reproductivo como promedio de seis cultivares evaluados.

Caracterización de vainas y granos

La importancia de caracterizar las vainas y granos en leguminosas para consumo hortícola, radica en la necesidad de asociar sus atributos con los requeridos por parte de los consumidores (Rex, 1993). El tamaño de las vainas es un aspecto importante a considerar en los cultivares que se destinan al mercado fresco (Faiguenbaum, 1999). En el caso de los cultivares cuya producción se orienta a la obtención de producto congelado, la apariencia de las vainas no tiene importancia, pero sí la de los granos (Bascur, 1997b). En Chile a diferencia de lo que ocurre a nivel mundial, el mayor consumo es al estado fresco y en este caso, se prefieren habas de vaina y grano grande (18-20 y 2-3 cm, respectivamente) (Faiguenbaum, 1999). En segundo lugar en cuanto a consumo, se encuentra el producto congelado; en donde en Chile, también se prefiere grano grande.

Largo y ancho vainas

Los valores promedio de longitud de vainas de los cultivares de crecimiento determinado se presentan en el Cuadro 20 observándose que, en ninguno de los cultivares, las vainas superaron los 12 cm, siendo Retaca el que presentó el menor tamaño con tan sólo 9,9 cm de largo. Esto coincide con el ensayo llevado a cabo por Nadal *et al.* (2004b), en relación a que Retaca es el cultivar que en general presenta vainas más pequeñas en comparación a los otros dos, incluso en los ensayos realizados por estos autores, las vainas de Retaca fueron más pequeñas aún (8 cm). Alargá por su parte presentó un valor intermedio en cuanto a largo de vaina, pero logró un ancho de vaina significativamente superior al de los otros dos cultivares determinados (Cuadro 20).

Cabe destacar que los cultivares de crecimiento determinado, evaluados en esta investigación, han sido desarrollados principalmente para el consumo de haba “baby” para la industria del congelado, motivo por el cual el tamaño de sus vainas no tendría mayor importancia; no así, el tamaño de los granos, cuyo consumo en Chile podría fomentarse y promocionarse como un nuevo producto.

Cuadro 20. Largo y ancho promedio de vainas de los cultivares determinados.

Cultivar	Vainas	
	Largo	Ancho
	cm	
Verde Bonita	11,8 c ¹	1,2 a
Alargá	10,9 b	1,3 b
Retaca	9,9 a	1,2 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Los valores de tamaño de vaina obtenidos en los cultivares indeterminados, se presentan en

el Cuadro 21. En cuanto a la longitud de las vainas, los resultados son coincidentes con los obtenidos por Bravo y Aldunate (1990) y Faiguenbaum (1993), en relación a que el valor promedio de estos cultivares fluctúa entre 12 y 26 cm. Cabe destacar que el cultivar S.A.D.An produjo vainas con un tamaño significativamente mayor que el resto, incluso superior a S.A.D.Ag, a pesar de ser el mismo cultivar pero de distinta procedencia. Gubbins (1996) obtuvo un valor de longitud de vaina similar a lo obtenido en este ensayo por S.A.D.Ag, alcanzando 25 cm de longitud.

Un tamaño intermedio (promedio 20,1 cm) fue obtenido por los cultivares S.A.D.Ag, Reina Mora y Luz de Otoño, en tanto que Aguadulce Siria y Portuguesa INIA, presentaron valores significativamente más bajos de longitud de vaina, no llegando a superar los 16 cm. Cabe destacar que este último cultivar presentó a su vez vainas de ancho significativamente superior, junto a los cultivares S.A.D.An y Luz de Otoño. Estos valores coinciden con lo obtenido por Osorio (1998) para estos tres cultivares. En tanto que, específicamente para Portuguesa INIA, valores similares fueron presentados por Faiguenbaum (1999) y Gubbins (1996), quienes obtuvieron longitudes de vaina de 15 y 15,4 cm, respectivamente y de ancho de 2,2 y 2,3 cm, respectivamente. El tamaño de vaina de Portuguesa INIA y Aguadulce Siria constituye una limitante para su comercialización al estado fresco, puesto que tal como se mencionara anteriormente, no cumplen las exigencias del mercado chileno, debido a que Portuguesa INIA produciría vainas cortas y muy anchas y Aguadulce Siria vainas más cortas aún y muy delgadas (Cuadro 21).

Cuadro 21. Largo y ancho promedio de vainas de los cultivares indeterminados.

Cultivar	Vainas			
	Largo		Ancho	
	cm			
S.A.D.An	26,4	d ¹	2,2	bc
S.A.D.Ag	20,3	c	1,9	ab
Reina Mora	20,1	c	1,9	ab
Luz otoño	20,0	c	2,1	bc
Portuguesa INIA	15,8	b	2,3	c
Aguadulce Siria	13,1	a	1,7	a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Largo y ancho granos

En el Cuadro 22 se aprecia el tamaño de los granos de los cultivares determinados, no presentándose diferencias significativas en el largo y ancho de ellos. Nadal *et al.* (2004b), presentaron un valor de largo de grano para Retaca de 1,2 cm, lo que coincidió con lo obtenido en este trabajo.

Cabe destacar, tal como se indicó anteriormente, que estos cultivares fueron obtenidos para su consumo como haba “baby”, por lo cual el tamaño de sus granos, al estado de cosecha en verde, debería fluctuar entre 1,2 y 1,4 cm, con el objeto de lograr obtener dicho producto. Es importante indicar que si bien estos cultivares pueden ser cosechados en un estado de desarrollo más avanzado de sus granos, no se lograría obtener un producto tipo “baby”, por lo que el momento de cosecha es crucial en la búsqueda de optimizar la calidad. En otros estudios se ha observado que Verde Bonita es el cultivar con granos significativamente más grandes; no obstante, todo depende del estado de desarrollo en el cual fueron cosechadas las vainas. En este caso, Verde Bonita pudo haberse cosechado en un estado algo más inmaduro que Retaca, por lo tanto no hubo diferencias entre estos dos cultivares.

Cuadro 22. Largo y ancho promedio de granos de los cultivares determinados.

Cultivar	Granos	
	Largo	Ancho
	cm	
Alargá	1,3	0,9
Verde Bonita	1,3	0,8
Retaca	1,3	0,9

No se produjeron diferencias significativas al 5% de significancia.

En cuanto a las evaluaciones realizadas para los cultivares indeterminados, se observó que Portuguesa INIA obtuvo el mayor ancho y largo de granos, superando significativamente al resto de los cultivares (Cuadro 23); este resultado coincidió con las evaluaciones realizadas por Bascur (1997a) quien obtuvo un largo de grano de 3,3 cm y un ancho de grano de 2,2 cm. Granos de este tamaño son denominados como habones y su principal objetivo es como producto congelado y para exportación (Bascur,1997a). El menor ancho de los granos de Aguadulce Siria, esta dado por el menor ancho de sus vainas, las cuales no superan los 1,7 cm.

Cuadro 23. Largo y ancho promedio de granos de los cultivares indeterminados.

Cultivar	Granos	
	Largo	Ancho
	cm	
Portuguesa INIA	3,1 c ¹	2,1 d
S.A.D.An	2,4 b	1,7 c
Luz otoño	2,4 ab	1,6 bc
S.A.D.Ag	2,3 ab	1,7 bc
Reina Mora	2,3 a	1,5 ab
Aguadulce Siria	2,3 a	1,4 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Para la industria de congelados, la calidad del grano, desde el punto de vista de la uniformidad de calibre, es de gran importancia. En base a ello, se analizó en este estudio el coeficiente de variación del tamaño de los granos (ancho y largo). Así, en los cultivares determinados, Retaca fue el que presentó los granos más homogéneos, alcanzando los valores más bajos de coeficiente de variación ($CV_{\text{largo}}=4,2\%$ y $CV_{\text{ancho}}=4,6\%$). Los otros dos cultivares presentaron coeficientes de variación para longitud y ancho de granos similares (APÉNDICE I). En el caso de los cultivares indeterminados, Luz de Otoño fue el que obtuvo granos más homogéneos en cuanto a largo y ancho, presentando el mismo CV en ambos parámetros (CV_{largo} y $CV_{\text{ancho}}=1,9\%$), lo que hace atractivo este cultivar para la agroindustria. El cultivar Reina Mora también se caracterizó por presentar granos relativamente homogéneos (APÉNDICE II). El resto de los cultivares presentaron coeficientes de variación que fluctuaron entre 2,5 % y 7,7 % para longitud de grano, siendo el cultivar Aguadulce Siria el que presentó mayor variación en largo. En el caso del ancho de grano, los valores fluctuaron entre 2,8 % y 12,4 %, siendo el cultivar S.A.D.Ag el que presentó el mayor coeficiente de variación.

Componentes de rendimiento en cultivares determinados

Los componentes de rendimiento para grano verde corresponden a: número de vainas/planta, peso de granos, número de granos/vaina y peso por vaina.

Número de vainas/planta

Los cultivares determinados, no presentaron diferencias significativas en la producción de vainas / planta (Cuadro 24); no obstante lo anterior Retaca produjo una vaina más que Alargá. Este valor (9,4 vainas / planta) fue inferior al obtenido por Nadal *et al.* (2004b), quienes obtuvieron 11 vainas / planta. Cabe destacar que estos autores lograron esa producción, incluso estableciendo sus cultivos a altas densidades (33 pl/m²) versus las 12 pl/m² sembrados en la presente investigación. Al respecto, trabajos llevados a cabo por distintos autores indican que al aumentar la densidad de plantas, disminuye el número de vainas producidas individualmente por ellas (Pilbeam *et al.*, 1991; Loss *et al.*, 1998 y Urbina, 1998). Este distinto comportamiento puede haber estado asociado a otros factores, tales como fertilidad y tipo de suelo, fecha de siembra, condiciones climáticas, entre otros. El menor número de vainas / planta, originó, en este caso, un tamaño de vainas superior al obtenido por estos autores, tal como se analizara anteriormente (Cuadro 20).

Se observó además, que existió una correlación positiva ($r=0,65$ y $p\leq 0,05$) entre el número de vainas y el número de nudos productivos producidos por planta; así, Retaca fue el cultivar que logró el mayor número de nudos productivos (Cuadro 16) y a su vez la más alta producción de vainas por planta.

Cuadro 24. Componentes de rendimiento para cosecha en verde, en los cultivares de hábito de crecimiento determinado.

Cultivar	Vainas	Granos/vaina	Peso	Peso
	comerciales/planta		100 granos	de vaina
	N ^o		g	
Retaca	9,4 a ¹	3,4 a	42,5 ab	5,7 a
Verde Bonita	8,8 a	3,6 ab	48,4 b	7,1 b
Alargá	8,4 a	3,7 b	41,7 a	7,3 b

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Número de granos/vaina

El número de granos por planta fue el componente que presentó la menor variación en cuanto a los valores obtenidos por cada cultivar; a pesar de ello, se presentaron diferencias significativas siendo, Alargá el que presentó el mayor valor y Retaca el menor valor (Cuadro 24). Este resultado estaría directamente relacionado con el menor tamaño de vaina obtenido también por este cultivar (Cuadro 20), lo que concuerda con una correlación positiva ($r=0,47$ y $p \leq 0,05$) entre número de granos/vaina y longitud de vaina. Nadal *et al.* (2004b), presentaron un valor de tres granos/vaina para el cultivar Retaca, en tanto que, Robertson y Filippetti (1991), obtuvieron en promedio 3,2 granos/vaina para cultivares determinados, lo cual coincide con lo obtenido en este ensayo.

Peso de 100 granos verdes

El peso de los granos está directamente asociado con su tamaño y es un componente de rendimiento de gran importancia para la industria de productos congelados, dado que son los granos los que, en definitiva, son comercializados. En este sentido, se debe recordar que los cultivares evaluados en la presente investigación, han sido desarrollados para este tipo de industria (Nadal *et al.*, 2004b).

En el Cuadro 24, se presenta el peso de 100 granos verdes de los distintos cultivares, siendo Verde Bonita el que obtuvo el mayor peso, a pesar de no haber existido diferencias significativas en el tamaño de los granos entre los cultivares (Cuadro 22). La diferencia en el peso pudo estar dada por alguna desigualdad en la composición del grano, ya sea a nivel de porcentaje de humedad, hidratos de carbono, proteína, grasas, etc.; sin embargo, en este ensayo no se realizaron análisis de composición de grano que permitan determinar de manera exacta cual fue la razón del mayor peso que obtuvo Verde Bonita. Otra posible explicación podría estar relacionada con el nivel de madurez con que fueron cosechados los distintos cultivares, lo cual podría haber quedado reflejado en diferencias a nivel de rendimiento industrial (proporción de granos en relación a la vaina completa); no obstante y tal como se analizará más adelante, Verde Bonita a pesar de lograr el mayor peso de sus granos, no fue el que presentó un mayor rendimiento industrial (Cuadro 30).

Peso vaina verde

En el Cuadro 24 se observa el peso por vaina en los cultivares determinados, siendo Retaca el que presentó el menor valor, el cual fue un 21 % inferior que el obtenido en promedio por los otros dos cultivares, los cuales a su vez no presentaron diferencias significativas. Este hecho estuvo asociado principalmente al menor número de granos por vaina y al bajo peso de ellos. Además, existieron correlaciones positivas entre el ancho de vaina y peso de vaina ($r=0,54$ y $p\leq 0,05$); y entre el largo de vaina y peso de vaina ($r=0,64$ y $p\leq 0,05$), siendo Retaca el cultivar que presentó la menor longitud de vaina y el menor peso de está.

Componentes de rendimiento en cultivares indeterminados

Número de vainas/planta

El cultivar Aguadulce Siria obtuvo un número promedio de vainas comerciales por planta significativamente mayor al resto de los cultivares indeterminados, siendo este valor un 49 % superior a lo obtenido en promedio por ellos (Cuadro 25). Este resultado está relacionado con el mayor número de ramas productivas a cosecha (Cuadro 10) y por lo tanto a la mayor cantidad de nudos productivos producidos por la planta (Cuadro 17). Esto coincide con las altas y positivas correlaciones existentes entre el número de vainas y nudos productivos ($r=0,92$ y $p\leq 0,05$), y entre el número de vainas producidas por planta y las ramas productivas ($r=0,86$ y $p\leq 0,05$). Sin considerar al cultivar Aguadulce Siria, la mayor diferencia en el número de vainas/planta, se observó entre los cultivares Portuguesa INIA y S.A.D.An, en donde este último produjo cinco vainas menos que Portuguesa INIA. Osorio (1998), por su parte, obtuvo para Portuguesa INIA un mayor número de vainas/planta, lo cual pudiera estar asociado a la distinta densidad de plantas utilizada en ambos estudios (6 pl/m² en el presente estudio y 5 pl/m² por Osorio), debido a que se ha observado que al incrementar el número de plantas por superficie, disminuye la producción de elementos reproductivos por las plantas individualmente, estando este hecho asociado a la reducción del número de ramas por planta y a la disminución, por lo tanto, del número total de nudos reproductivos (Gubbins, 1996, Carrasco, 2004 y López-Bellido *et al.*, 2005). Además, como ya se mencionó anteriormente, existió una correlación positiva entre el número de ramas productivas y las vainas producidas por planta, siendo Portuguesa INIA y Aguadulce Siria los cultivares que presentaron la mayor cantidad de ramas productivas por planta (Cuadro 10).

Cabe destacar a su vez, las diferencias observadas entre S.A.D.Ag y S.A.D.An, en donde este último produjo un 30 % menos de vainas, a pesar que son un mismo cultivar pero de distinta procedencia.

Cuadro 25. Componentes de rendimiento para cosecha en verde, en los cultivares de hábito de crecimiento indeterminado.

Cultivar	Vainas comerciales/planta		Granos/vaina		Peso 100 granos	Peso de vaina
	N°				g	
Aguadulce Siria	23,4	c	3,4	b	173,0	a
Portuguesa INIA	14,6	b	2,7	a	408,8	c
S.A.D.Ag	13,1	ab	4,6	c	230,3	b
Luz otoño	12,2	ab	4,7	c	229,2	b
Reina Mora	10,0	a	4,8	cd	209,2	ab
S.A.D.An	9,3	a	5,5	d	253,9	b

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Número de granos/vaina

En el Cuadro 25, se puede apreciar que el cultivar S.A.D.An logró obtener el mayor número de granos/vaina, siendo significativamente superior a lo obtenido por el resto de los cultivares, a excepción de Reina Mora. Este resultado se apoya con una alta y positiva correlación ($r=0,86$ y $p \leq 0,05$) existente entre el número de granos/vaina y largo de vainas, ya que en este cultivar se presentó el valor más alto de largo de vaina. En este mismo sentido, Portuguesa INIA, cultivar de tipo “habón”, presentó el menor número de granos/vaina, estando este hecho relacionado a la menor longitud de sus vainas y al mayor tamaño de sus granos (Cuadros 21 y 23). Existieron además correlaciones negativas pero no muy altas entre largo de grano y número de granos/vaina ($r=-0,62$ y $p \leq 0,05$), y entre ancho de grano y número de granos/vaina ($r=-0,43$ y $p \leq 0,05$), siendo Portuguesa INIA el cultivar que obtuvo los granos de mayor tamaño y el menor número de granos/vaina.

El número de granos/vaina, se correlacionó negativamente ($r=-0,55$ y $p \leq 0,05$) con el número de vainas producidas por planta. Así los cultivares Portuguesa INIA y Aguadulce Siria, que fueron los que presentaron la mayor cantidad de vainas/planta, produjeron a su vez, el menor número de granos/vaina (Cuadro 25). Esto sucede por una compensación entre el número de granos y el número de vainas producidas por planta.

Resultados similares en cuanto a número de granos/vaina fueron obtenidos por distintos autores. Así por ejemplo Gubbins (1996) y Bascur (1997a) obtuvieron un promedio de 5 granos/vaina en cultivares del tipo Aguadulce y para Portuguesa INIA este valor fluctuó entre 2,9 y 3,1 granos. Osorio (1998), por su parte, obtuvo 4,9 granos/vaina para Luz de Otoño. Este hecho refleja lo estable que es este componente de rendimiento, al igual que el peso de los granos (López-Bellido *et al.* 2005).

Peso de 100 granos verdes

El mayor peso de los granos fue obtenido por el cultivar Portuguesa INIA (Cuadro 25), lo cual era esperable, debido al gran tamaño de sus granos (tipo habones). Cabe destacar que este valor puede variar según haya sido el grado de madurez de los granos al momento de cosecha, puesto que los parámetros para determinar inicio de cosecha se basan en aspectos visuales de las vainas y granos. Así por ejemplo, Osorio (1998) encontró un valor de 403 g para el peso de 100 granos verdes, en tanto Bascur (1997a), obtuvo un peso promedio de 472 g. Una situación similar se presentó con el cultivar Reina Mora, en el cual Osorio (1998), observó un peso de 267 g versus los 209 g obtenidos en la presente investigación. El bajo valor en el peso de los granos de este cultivar, así como el de Aguadulce Siria, se relaciona principalmente con el menor tamaño de ellos.

Al comparar el resto de los cultivares se observó que todos presentaron un peso de granos muy similar, el cual bordeó los 226 gramos; no obstante en este caso, S.A.D.An, produjo granos un 10 % más pesados que los de S.A.D.Ag.

Peso vaina verde

El peso que pueden llegar a tener las vainas cosechadas en verde, se relaciona directamente con el número de granos / vaina y el peso de los granos; es por esto, que el cultivar Aguadulce Siria fue el que presentó el menor peso de sus vainas (Cuadro 25). Por el contrario el cultivar S.A.D.An, logró vainas con un peso significativamente superior, principalmente debido al mayor tamaño y número de granos de las mismas (Cuadro 21). Esto queda corroborado al observar las correlaciones positivas observadas entre estos parámetros (APÉNDICE III).

El cultivar S.A.D.An, produjo un 30 % menos de vainas/planta que S.A.D.Ag, no obstante el peso de sus vainas fue un 40 % superior al de este último cultivar. Este hecho, de alguna forma mitigó la diferencia de rendimiento de vainas entre ambos cultivares, como se analizará más adelante.

Rendimiento

Innegablemente, a pesar de la alta influencia ambiental (Allard, 1999), la obtención de un alto rendimiento por planta y por hectárea obedece también a un potencial genético, siendo crucial en un programa de mejoramiento genético identificar las características de interés y de mayor heredabilidad (López Bellido *et al.* 2005).

Rendimiento de vainas verdes

En el Cuadro 26 se presenta el rendimiento en vaina verde promedio por planta y su

proyección a rendimiento por hectárea para cada cultivar de hábito determinado. Como se observa, no se presentaron diferencias significativas entre los cultivares; sin embargo, Retaca, tendió a presentar un menor rendimiento en vaina, tanto por planta como por hectárea. Este hecho obedece al menor peso de sus vainas, dado que a pesar de haber logrado producir más vainas por planta, en relación a los otros dos cultivares, el peso de ellas, fue significativamente inferior, lo que causó en definitiva el menor rendimiento observado. Los valores obtenidos en la presente investigación no son muy similares a los presentados por Nadal *et al.* (2006), en los cuales Retaca fue el que logró los más altos rendimientos con $7.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, luego fue Verde Bonita con $6.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y finalmente Alargá con $5.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Cabe destacar, que evaluaciones hechas con estos mismos cultivares, pero en las zonas de Talagante y Rancagua (datos no publicados), indican rendimientos promedio para Retaca de $12.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, en tanto que para Alargá y Verde Bonita éstos fueron de 9.500 y $11.000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, respectivamente⁴. El mayor rendimiento obtenido por los estudios antes mencionados, podría estar asociado a la diferencia en cuanto a fertilidad de suelo y densidad de plantas ($28,6 \text{ pl}/\text{m}^2$ para los estudios de Rancagua y Talagante versus $11,6 \text{ pl}/\text{m}^2$ para Antumapu).

Cuadro 26. Rendimiento en vaina verde por planta y por hectárea para los cultivares determinados.

Cultivar	Rendimiento	
	Planta	Hectárea
	$\text{g}\cdot\text{pl}^{-1}$	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$
Verde Bonita	62,2	7.245
Alargá	61,2	7.137
Retaca	53,0	6.182

No se produjeron diferencias significativas al 5% de significancia.

Con respecto a los resultados obtenidos por los cultivares indeterminados (Cuadro 27), se pudo constatar que sólo existieron diferencias significativas entre los cultivares S.A.D.An y Reina Mora, observándose valores de rendimiento por planta y por hectárea, superiores en un 34 % a favor de S.A.D.An. La principal razón de esta diferencia, radica en el menor peso por vaina obtenido por Reina Mora, debido tanto al menor número de granos / vaina como del peso de los granos.

Respecto al rendimiento por hectárea, sólo se observaron diferencias significativas entre Reina Mora y los cultivares Luz de Otoño y S.A.D.An, los cuales presentaron los más altos valores. Cabe destacar además, que junto con ello, estos últimos cultivares produjeron vainas que sobrepasaron los 20 cm, lo que los hace atractivo para el mercado fresco. Además el cultivar Luz de Otoño presentó un comportamiento precoz (Cuadro 4),

⁴ Cecilia Baginsky (cbaginsk@uchile.cl), Académico del Departamento de Producción Agrícola de la Universidad de Chile. Comunicación personal.

característica que puede llegar a ser beneficiosa cuando las siembras se hacen tardíamente en la temporada, ya que por ser de ciclo más corto se afectará menos con el alza de temperaturas producidas durante la primavera; sin embargo, y bajo esas circunstancias, se debería incrementar la población de plantas ya que al atrasar la fecha de siembra disminuiría el rendimiento por planta (López-Bellido, *et al.*, 2005 y Loss y Siddique, 1997). Bajo ese contexto y sabiendo de antemano el comportamiento más precoz de este cultivar (Faiguenbaum, 2003), la siembra se realizó a una mayor densidad de plantas, motivo por el cual los rendimientos por hectárea de Luz de Otoño fueron superiores, en comparación al de los otros cultivares que se sembraron a una menor densidad.

Ensayos llevados a cabo por Bascur (1997b), con Portuguesa INIA, mostraron valores muy contrastantes respecto de los obtenidos en esta investigación, los cuales fluctuaron entre 13.000 y 34.300 kg·ha⁻¹ en la Platina y San Fernando, respectivamente. Hay que recordar además, que este cultivar presenta vainas de pequeño tamaño, por lo que su principal objetivo sería para producción de granos, para el mercado del congelado, más que la obtención de vainas, dado que no cumpliría los estándares de aceptación para el mercado fresco.

Cuadro 27. Rendimiento en vaina verde por planta y por hectárea para los cultivares indeterminados.

Cultivar	Rendimiento	
	Planta	Hectárea
	g·pl ⁻¹	kg·ha ⁻¹
S.A.D.An	401,2 b ¹	23.882 b
Portuguesa INIA	376,8 ab	22.429 ab
Luz otoño	370,2 ab	24.681 b
S.A.D.Ag	338,7 ab	20.160 ab
Aguadulce Siria	320,4 ab	21.360 ab
Reina Mora	267,4 a	15.915 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Los resultados obtenidos con los cultivares del tipo Super Aguadulce, indican que las plantas provenientes de las semillas de ANASAC lograron un 16 % más de rendimiento en vaina verde en comparación a las de Agrical, a pesar de que este último produjo un mayor número de vainas comerciales por planta. Este resultado, y tal como se ha indicado anteriormente, se debe a que las plantas de Agrical, produjeron vainas con menor número y peso de los granos, lo que en definitiva provocó el menor rendimiento. Pese a ello y como se analizará mas adelante, el rendimiento industrial de ellas (relación grano / vaina) fue mayor que el de ANASAC, lo cual podría estar relacionado con que este cultivar produce capis (valvas) más delgados o de menor peso que los de ANASAC.

Rendimiento de granos verdes

El rendimiento de grano verde es un parámetro de primordial interés para la industria de congelados. En el Cuadro 28, se observan los valores obtenidos tanto por planta como por hectárea para los distintos cultivares determinados. Al igual que en el rendimiento en vaina, no se produjeron diferencias significativas entre ellos; no obstante, Verde Bonita fue el que logró los mayores valores. Este resultado, estaría asociado principalmente al mayor peso de los granos obtenidos por este cultivar (Cuadro 24).

Cuadro 28. Rendimiento en grano verde por planta y por hectárea para los cultivares determinados.

Cultivar	Rendimiento	
	Planta	Hectárea
	g·pl ⁻¹	kg·ha ⁻¹
Verde Bonita	11,6	1.350
Retaca	10,9	1.266
Alargá	10,7	1.252

No se produjeron diferencias significativas al 5% de significancia.

Respecto a los resultados obtenidos para los cultivares indeterminados, en el Cuadro 29, se puede apreciar que a nivel de rendimiento por planta, la diferencia significativa sólo se presentó entre el cultivar Reina Mora y Portuguesa INIA, en donde este último logró un rendimiento superior en un 32 %. Cabe destacar que el mayor rendimiento de Portuguesa INIA, está directamente relacionado con el mayor tamaño de sus granos, y por ende un mayor peso de ellos (granos tipo habón). Por el contrario, Reina Mora, presentó granos pequeños (Cuadro 23), de menor peso y además menos vainas por planta (Cuadro 25), lo que conllevó a tener menos granos y en definitiva un menor rendimiento por planta. El cultivar Luz de Otoño, como ya se mencionó anteriormente fue sembrado a una mayor densidad debido a su precocidad, observándose que bajo estas condiciones, logró compensar su menor rendimiento individual y lograr incluso rendimientos por hectárea más altos que Portuguesa INIA

El cultivar Reina Mora, debido a sus características en cuanto a arquitectura de plantas (menor altura, Cuadro 6 y menor ramificación, Cuadro 10), podría ser sembrado a una densidad de plantas mayor que la que se utilizó en este estudio, y lograr con ello una mejor eficiencia en el uso del espacio, lo cual podría determinar un aumento en los rendimientos por unidad de superficie, respecto de los obtenidos en el presente trabajo (Cuadros 27 y 29).

Como ya se mencionó anteriormente, Portuguesa INIA y Aguadulce Siria, fueron los que presentaron la mayor cantidad de vainas/planta, pero el menor número de granos/vaina. A su vez, este último cultivar, produjo granos pequeños y no logró compensar su rendimiento tanto por planta como por superficie como ocurrió con Portuguesa INIA, el cual llegó a tener tan altos rendimientos, debido al gran tamaño de sus granos (Cuadro 25).

Osorio (1998) obtuvo un rendimiento en grano verde para Luz de Otoño algo superior al obtenido en este ensayo, el que alcanzó los 8.213 kg·ha⁻¹ siendo este cultivar sembrado a una menor densidad pero en una fecha más temprana.

Cuadro 29. Rendimiento en grano verde por planta y por hectárea para los cultivares indeterminados.

Cultivar	Rendimiento	
	Planta	Hectárea
	g·pl ⁻¹	kg·ha ⁻¹
Portuguesa INIA	133,0 b ¹	7.913 b
Luz otoño	122,1 ab	8.136 b
S.A.D.Ag	110,7 ab	6.589 ab
S.A.D.An	108,8 ab	6.477 ab
Aguadulce Siria	100,9 ab	6.729 ab
Reina Mora	90,5 a	5.388 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Rendimiento industrial

El concepto de rendimiento industrial corresponde al porcentaje de producto realmente utilizado por la agroindustria (granos) respecto del total cosechado (vainas), es decir lo que finalmente será vendido como producto comercial en la industria. En el caso del haba para congelado, lo que le interesa en definitiva es el porcentaje de grano que se obtendrá a partir del total de vainas cosechadas.

En el Cuadro 30 se aprecia que el cultivar que presentó un mayor rendimiento industrial fue Retaca, siendo significativamente superior al logrado por Alargá. Este mejor comportamiento de Retaca podría deberse a que las vainas, pese a ser más pequeñas, presentaron un similar número de granos en comparación al de los otros cultivares (Cuadro 24); por ello, podrían haber utilizado mejor el espacio dentro de la vaina. A su vez, puede ser que Retaca presentara valvas menos suculentas que los otros dos cultivares. Otra posible explicación del mayor rendimiento industrial de Retaca, podría estar relacionado a una diferencia en el grado de madurez con el cual se cosecharon las vainas. En este sentido y tal como ya se mencionó anteriormente, los parámetros para determinar inicio de madurez, se basan en aspectos visuales de las vainas y granos, lo cual aumenta los riesgos de que el momento de cosecha no sea igual para todos los cultivares. Pese a ello, se intentó llevar a cabo esta labor utilizando el mismo criterio para los tres cultivares.

En el Cuadro 31 se presenta el rendimiento industrial de los cultivares indeterminados. La mayor parte de ellos presentó rendimientos que fluctuaron entre 31,4 y 35,1 %, exceptuando el cultivar S.A.D.An, el cual obtuvo un rendimiento industrial bastante más

bajo. La razón de ello, podría estar relacionada a que este cultivar fue el que presentó la mayor longitud de sus vainas y a pesar de que ellas tenían el mayor número de granos, el tamaño de estos granos, no fue capaz de llenar todo el espacio disponible dado por el largo de las vainas, existiendo por lo tanto espacios vacíos que originaron esta menor relación grano/capi. Por otra parte y tal como se indicara anteriormente puede ser que este cultivar produzca valvas más gruesas o succulentas lo que hace disminuir la relación grano/capi.

Cuadro 30. Rendimiento industrial de los cultivares determinados.

Cultivar	Rendimiento industrial	
	%	
Retaca	20,4	b ¹
Verde Bonita	18,5	ab
Alargá	17,6	a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Los valores obtenidos para los cultivares Luz de Otoño y S.A.D.Ag coinciden con los valores de 31,8 y 31,9 % respectivamente, obtenidos por Osorio (1998). Por otra parte, Bascur (1997b) muestra un rendimiento industrial para Portuguesa INIA de 45,9 %, siendo este porcentaje bastante superior al obtenido en la presente investigación. Cabe destacar, y tal como se indicara anteriormente que este valor, estaría muy relacionado al grado de madurez con que fueron cosechados los granos, lo cual estaría indicando que para el caso del presente estudio, las vainas habrían sido cosechadas con un estado de madurez menos avanzado, si se compara con el valor de rendimiento industrial obtenido por Bascur (1997b).

Cuadro 31. Rendimiento industrial de los cultivares indeterminados.

Cultivar	Rendimiento industrial	
	%	
Portuguesa INIA	35,1	b ¹
Reina Mora	34,0	b
Luz otoño	33,2	b
S.A.D.Ag	33,0	b
Aguadulce Siria	31,4	ab
S.A.D.An	27,2	a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Comparación entre cultivares determinados e indeterminados

A modo de comprobar estadísticamente las diferencias entre los cultivares determinados y los indeterminados, se realizaron pruebas T de Student para las principales características tanto morfológicas como de rendimiento.

En el Cuadro 32, se observan los días y las unidades calóricas requeridas para la floración y para la cosecha, de los cultivares determinados e indeterminados. Los cultivares determinados requirieron mayor cantidad de días y unidades calóricas para alcanzar el estado de floración. Para la cosecha en cambio, la situación se invirtió, puesto que los indeterminados requirieron en promedio 16 días más y 457 unidades calóricas más para llegar a este estado. Esto se debe a que los cultivares determinados presentan una duración de la floración más corta que los indeterminados, debido principalmente al hábito de crecimiento que presentan. Este hecho trae consigo ventajas en cuanto a la calidad y uniformidad de las vainas al momento de cosecha, puesto que las estructuras reproductivas se producen menos diferidas en el tiempo; además, existe una menor competencia dentro de la planta cuando las vainas están comenzando a formarse. En ensayos con cultivares indeterminados y determinados realizados por Nadal *et al.* (2005), se obtuvieron los mismos resultados obtenidos en el presente estudio.

Los cultivares determinados al ser más precoces, podrían cosecharse casi 20 días antes que los indeterminados, lo que puede ser beneficioso para la agroindustria en términos de un mejor aprovechamiento de la planta procesadora en el tiempo.

Cuadro 32. Número de días y unidades calóricas requeridas por los distintos cultivares determinados e indeterminados para alcanzar el estado de floración y cosecha.

Cultivares	Días siembra a floración	UC siembra a floración	Días siembra a cosecha	UC siembra a cosecha
Determinados	92 b ¹	524,0 b	128 a	828,7 a
Indeterminados	87 a	494,2 a	144 b	978,4 b

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba T de Student.

Uno de los mayores problemas de los cultivares determinados es el alto número de ramas improductivas que producen (Robertson y Filippetti, 1991). En el Cuadro 33, se presenta el número promedio de ramas totales y productivas producidas por los cultivares determinados e indeterminados, siendo los cultivares determinados por lejos los que presentaron el menor porcentaje de ramas productivas (21 % contra 69 %). La producción excesiva de ramas es considerada una característica negativa, puesto que provoca mayor desuniformidad en la madurez de las vainas. Este aspecto, para el caso de los cultivares determinados, es mitigado en parte por la mayor concentración de la producción de cada eje en particular, pero igualmente es un factor que genéticamente o a través de manejo agronómico habría que modificar.

En cuanto a la altura, se puede observar en el Cuadro 33, que tal como se habría esperado las plantas indeterminadas alcanzaron una altura significativamente mayor a las plantas determinadas. Esto es debido a que los cultivares determinados, producen entre cuatro y cinco nudos reproductivos (Cuadro 14) y luego determinan su crecimiento, además presentan internudos bastante pequeños (dato no mostrado), dando como resultado la reducción de la altura de la planta. En tanto, los cultivares indeterminados producen entre 6 y 9 nudos reproductivos en el eje central (Cuadro 16) y a su vez la longitud de sus internudos fue bastante mayor (dato no mostrado).

Cuadro 33. Número promedio de ramas totales, ramas productivas y altura de los cultivares determinados e indeterminados.

Cultivares	Ramas totales		Ramas productivas		Altura	
	N°		%		cm	
Determinados	7,5	b ¹	1,6	a	21	51,3 a
Indeterminados	3,6	a	2,5	b	68	86,7 b

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba T de Student.

Los cultivares determinados, a pesar de haber logrado la mayor cantidad de ramas totales, presentaron una menor cantidad de nudos reproductivos totales (Cuadro 34); esto está dado, por la poca producción de nudos por rama. A su vez, en estos cultivares la producción de ramas productivas fue significativamente menor, lo que conllevó a una escasa producción de nudos productivos. Sin embargo, el porcentaje de nudos productivos en relación al total producido por los cultivares determinados fue de 48 % versus 31 % obtenido en promedio por los indeterminados (Cuadro 34). Esta diferencia puede atribuirse al hecho que los cultivares determinados, como su nombre lo indica, son plantas con inflorescencias terminales, cuyo número de nudos reproductivos, tanto en el eje central como en las ramas es bajo, lo cual conlleva a una producción de vainas poco diferida en el tiempo, y de similar estado de madurez al momento de la cosecha (Robertson y Filippetti, 1991).

Los cultivares determinados presentaron una mayor cantidad de vainas comerciales por nudo, esto es un carácter interesante al momento de hacer mejoramiento genético, ya que esto es lo que establece una mayor concentración en la producción.

Cuadro 34. Nudos reproductivos y productivos totales por planta al estado de cosecha en verde y número de vainas comerciales por nudo.

Cultivar	Nudos reproductivos/planta				Vainas/nudo	
	Totales		Productivos		N°	
	N°		%		N°	
Determinados	13,8	a ¹	6,5	a	47,5	1,4 b
Indeterminados	40,8	b	12,6	b	30,7	1,1 a

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba T de Student.

Respecto a las características de vainas y granos, todos los valores de ancho y largo de vainas de los cultivares indeterminados fueron superiores a los cultivares determinados, reflejando claras diferencias entre los dos tipos a nivel de desarrollo de vaina (Cuadro 35). La longitud promedio de las vainas de los cultivares determinados fue aproximadamente un 44 % inferior a lo obtenido por los cultivares indeterminados. En cuanto al ancho, fue un 39 % inferior. En los granos, la longitud promedio de ellos en los cultivares determinados fue aproximadamente un 46 % inferior a la obtenida por los cultivares indeterminados. En tanto que el ancho, fue de tan sólo la mitad de lo obtenido por los indeterminados. Este hecho radica, por una lado en factores genéticos dado que los cultivares determinados evaluados fueron seleccionados por sus vainas y granos de menor tamaño; y por otro lado debido a que el objetivo de cosecha de ellos es para la obtención de haba “baby”, y por lo tanto fueron cosechados en un estado de madurez menos avanzado y con menor desarrollo que el de los indeterminados.

Cuadro 35. Largo y ancho promedio de vainas de los cultivares determinados e indeterminados.

Cultivares	Vaina		Granos	
	Largo	Ancho	Largo	Ancho
	cm			
Determinados	10,9 a ¹	1,2 a	1,29 a	0,85 a
Indeterminados	19,3 b	2,0 b	2,45 b	1,67 b

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba T de Student.

En el Cuadro 36 se observa el rendimiento promedio por hectárea de vainas y granos verdes de los cultivares determinados e indeterminados, asumiendo una población de 116.550 y 61.905 pl/ha, para los cultivares determinados e indeterminados, respectivamente. En ambos casos los cultivares indeterminados presentaron rendimientos muy superiores a los obtenidos por los cultivares determinados. Así por ejemplo, los cultivares indeterminados triplicaron la producción en comparación a los determinados. Para el caso de producción de granos esta diferencia fue de cinco veces más. El bajo rendimiento obtenido por los cultivares determinados, está principalmente relacionado al distinto objetivo de la producción (habas “baby” y habas de calibre grande); motivo por el cual al momento de la cosecha se sacrifica el rendimiento en función de la calidad del producto obtenido. Esto queda reflejado en el bajo rendimiento industrial observado en los cultivares determinados, lo cual estaría asociado tanto al menor crecimiento de los granos como al menor tamaño de sus vainas (Robertson y Filippetti, 1991). Cabe destacar además, que las diferencias entre ambos tipos de cultivares se debió al menor número de vainas por planta producidas por ellos, en comparación a los indeterminados. Este hecho estaría asociado al bajo número de nudos productivos totales. En este sentido Saxena *et al.* (1986), citado por Robertson y Filippetti (1991), señalan que una de las causas del bajo rendimiento de los cultivares determinados, está relacionado con el alto número de ramas improproductivas que produce este tipo de cultivar.

Cuadro 36. Rendimiento de vaina, grano verde y rendimiento industrial de los cultivares determinados e indeterminados.

Cultivares	Rendimiento		Rendimiento industrial	
	Vaina	Grano		
	kg·ha ⁻¹		%	
Determinados	6.855,0 a ¹	1.298,2 a	18,8	a
Indeterminados	21.404,0 b	6.873,0 b	32,3	b

1/ Valores con letras iguales en sentido vertical, no difieren significativamente ($p \leq 0,05$), según la prueba T de Student.

Resumen de los principales parámetros de los cultivares

A modo de comparar en forma global los cultivares, en los cuadros 37 y 38 se presentan los principales parámetros evaluados en este trabajo, esto con el fin de facilitar un análisis de los datos para un futuro plan de mejoramiento.

Cuadro 37. Resumen principales parámetros evaluados de los cultivares determinados.

Parámetros	Retaca	Alargá	Verde Bonita
UC cosecha	833,7	823,9	828,8
Altura (cm)	45,7	54,0	54,3
Grosor (cm)	0,8	0,8	0,8
Nº ramas totales	7,5	7,8	7,1
Nº ramas productivas	1,7	1,7	1,5
Nº nudos vegetativos eje central	5,5	6,2	6,1
Nº nudos vegetativos / rama	4,3	5,1	4,7
Nº nudos reproductivos eje central	4,3	4,7	4,5
Nº nudos reproductivos / rama	3,7	3,9	3,5
Nº nudos reproductivos totales	12,1	15,9	13,3
Nº nudos productivos	7,0	6,4	6,0
Nº vainas / nudo	1,4	1,3	1,5
Largo vaina (cm)	9,9	10,9	11,8
Ancho vaina (cm)	1,2	1,3	1,2
Largo grano (cm)	1,3	1,3	1,3
Ancho grano (cm)	0,9	0,9	0,8
Vainas / planta	9,4	8,4	8,8
Granos / vaina	3,4	3,7	3,6
Peso 100 granos (g)	42,5	41,7	48,4
Peso vaina (g)	5,7	7,3	7,1
Rendimiento vaina (kg·ha ⁻¹)	6.182	7.137	7.245
Rendimiento grano (kg·ha ⁻¹)	1.266	1.252	1.350
Rendimiento industrial (%)	20,4	17,6	18,5

Cuadro 38. Resumen principales parámetros evaluados de los cultivares indeterminados.

Parámetros	Portuguesa INIA	Aguadulce Siria	S.A.D.Ag	S.A.D.An	Luz de Otoño	Reina Mora
UC cosecha	1.091,9	1.002,1	985,3	959,5	922,9	909,1
Altura (cm)	122,9	94,5	82,9	93,3	63,8	62,7
Grosor (cm)	1,0	0,9	1,0	1,1	0,8	0,7
Nº ramas totales	3,9	4,8	4,0	3,0	3,3	2,9
Nº ramas productivas	2,8	3,6	2,6	1,9	2,3	1,9
Nº nudos vegetativos eje central	5,8	5,8	5,0	5,2	5,3	5,2
Nº nudos vegetativos / rama	5,7	3,7	3,7	4,7	3,7	3,3
Tendedura	30,2	24,6	52,0	33,0	13,0	3,2
Nº nudos reproductivos eje central	13,8	13,9	14,1	13,0	12,2	12,8
Nº nudos reproductivos / rama	13,0	11,9	12,9	12,2	11,8	12,1
Nº nudos reproductivos totales	41,6	41,9	45,7	39,7	39,3	36,8
Nº nudos productivos	14,2	22,2	12,2	8,4	9,1	9,6
Nº vainas / nudo	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	1,0
Largo vaina (cm)	15,8	13,1	20,3	26,0	20,0	20,1
Ancho vaina (cm)	2,3	1,7	1,9	2,2	2,1	1,9
Largo grano (cm)	3,1	2,3	2,3	2,4	2,4	2,3
Ancho grano (cm)	2,1	1,4	1,7	1,7	1,6	1,5
Vainas / planta	14,6	23,4	13,1	9,3	12,2	10,0
Granos / vaina	2,7	3,4	4,6	5,5	4,7	4,8
Peso 100 granos (g)	408,8	173,0	230,3	253,9	229,2	209,2
Peso vaina (g)	25,8	13,7	26,2	44,4	30,4	26,5
Rendimiento vaina (kg·ha⁻¹)	22.429,0	21.360,0	20.160	23.882,0	24.681,0	15.915,0
Rendimiento grano (kg·ha⁻¹)	7.913,0	6.729,0	6.589	6.477,0	8.136,0	5.388,0
Rendimiento industrial (%)	35,1	31,4	33,0	27,2	33,2	34,0

En general se aprecia entre los cultivares determinados (Cuadro 37) valores similares para los parámetros evaluados en este ensayo, presentando pocas diferencias significativas. A pesar de ello, el cultivar Verde Bonita fue el que presentó los mayores rendimientos y Retaca el que presentó los valores más bajos.

En tanto, en los cultivares indeterminados (Cuadro 38) Portuguesa INIA junto a Aguadulce Siria, fueron los que presentaron los valores más altos, en lo que respecta a arquitectura de planta. En cuanto a tamaño de vaina Portuguesa INIA y Aguadulce Siria presentaron las vainas más pequeñas. Por otra parte, Luz de Otoño fue el que obtuvo los mayores valores en rendimiento. Reina Mora por el contrario, fue el cultivar que presentó en gran parte de los parámetros evaluados los valores más bajos.

CONCLUSIONES

Conforme con los resultados obtenidos en este trabajo se pueden plantear las siguientes conclusiones:

- Existe suficiente variabilidad morfológica y productiva para realizar un futuro plan de mejoramiento genético, especialmente en los cultivares indeterminados.
- Los cultivares de crecimiento indeterminado presentan un potencial superior de rendimiento por presentar granos grandes en comparación a los determinados; no obstante, los objetivos de cosecha son diferentes y por ende para la obtención de rendimiento en fresco no se pueden comparar.
- Los tres cultivares determinados presentaron un desarrollo vegetativo y rendimiento similar. En tanto que entre los cultivares indeterminados, Luz de Otoño presenta el mayor rendimiento por hectárea, siendo incluso superior al obtenido por los cultivares tipo Aguadulce, que son los más utilizados actualmente en el país. Además este cultivar es el que más concentra su producción en el tiempo, lo que incide directamente en una mayor uniformidad en el calibre de los granos.
- Existen diferencias tanto morfológicas como productivas de plantas pertenecientes a un mismo cultivar (Super Aguadulce), pero provenientes de diferentes empresas de semillas, lo que indica que su origen y procesos de selección de materiales no han sido los mismos.
- La característica de hábito de crecimiento determinado de los cultivares evaluados, así como el mayor número de vainas por nudo reproductivo producidos por ellos (concentran la producción en el tiempo), son aspectos a considerar en un programa de mejoramiento genético luego de cruza y selecciones con los cultivares indeterminados cuyos potenciales de rendimiento son superiores.

BIBLIOGRAFÍA

- Allard, R.W. 1999. Principles of plant breeding. John Wiley & Sons, New York, EUA. 254 p.
- Arnold, C.H. 1980. Maximum-minimum temperatures as basic for computing heat unit. Proceeding of the Amer. Soc. For Hort Science 76: 682-692.
- Barreyro, R., J. Ringuelet y S. Agrícola. 2005. Fertilización nitrogenada y rendimiento en Orégano (*Origanum x applii*). Ciencia e Investigación Agraria 32(1): 39-43.
- Bascur, G. 1997a. Adaptación de la variedad de haba (*Vicia faba* L.) Portuguesa INIA para producción en grano seco y uso agroindustrial en la zona centro norte de Chile. Agricultura Técnica 57(1): 70-76.
- Bascur, G. 1997b. Las leguminosas de grano como alternativas de cultivos para producción en fresco. Anuario del campo. Edición extraordinaria INIA, Publicaciones Lo Castillo, p: 221-229.
- Bianco, V. 1990. Fava (*Vicia faba* L.) p. 672-700. In: Bianco, V. and F. Pimpini (Ed). Orticultura. Patron Editore, Bologna, Italia. 991 p.
- Bravo, A. y P. Aldunate. 1990. El cultivo del haba. El campesino 121(5): 42-51.
- Carrasco, J. 2004. Efecto de tres densidades de plantas en una fecha de siembra en un cultivar de haba (*Vicia faba* L.) tipo Aguadulce. Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 45p.
- Castro, C. y P. Aguiar. 1989. Plant density effects on the growth and development of winter faba bean (*Vicia faba* L. var minor). Fabis Newsletters 25: 26-30.
- Chang, J. 1968. Climate and agriculture: An ecological survey. Aldine publi, Chicago, EUA. 304p.
- Comisión Nacional de Riego. 1981. Estudio de los suelos del proyecto Maipo. Agrolog-Chile Ltda, Santiago. 802p.
- Duc, G. 1997. Faba bean (*Vicia faba* L.). Field Crops Research 56: 99-109.
- Fauguenbaum, H. 1986. El cultivo de la arveja en la zona central de Chile, p.151-192. In: IV Seminario Nacional de leguminosas de grano. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Santiago. 316p.

Faiguenbaum, H. 1993. Producción de arvejas y habas para la agroindustria de congelados. *Agroeconómico* 15: 29-35.

Faiguenbaum, H. 1999. Habas para congelado y fresco. *Agroeconómico* 48: 25-29.

Faiguenbaum, H. 2003. Haba pp. 423-469. *In: Labranza, Siembra y Producción de los principales cultivos de Chile*. Ediciones Vivaldi y Asociados, Santiago, Chile. 760p.

FAO, 2008. [En línea]. Faostat Agricultural data. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> Citado: 31/10/08.

Gubbins, X. 1996. Efecto de distintas distancias sobre hilera en tres cultivares de haba (*Vicia faba* L.). Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 42 p.

Gurung, P. and T. Katwal. 1993. Growth and yield of faba bean at different plant densities. *FABIS Newsletter* 33: 14-15.

Kambal, A.E. 1969. Components of yield in field beans, *Vicia faba* L. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 72: 359-363.

Kalia, P. and N.K. Pathania. 2007. Variability and trait relationships for quantitative and quality characters in winter bean (*Vicia faba* L.). *Acta Horticulturae* 752: 405-409.

Icaza, M. 1996. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre la abscisión de elementos reproductivos en haba (*Vicia faba* L) variedad Portuguesa-INIA. Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 70p.

Jacquiery, R. and E.R. Keller. 1978. Influence of the distribution of assimilates on pod set in field beans (*Vicia faba* L.). *Angew. Bot.* 52: 261-276.

Lawes, D.A. 1974. Field beans: improving yield and reliability. *Span* 17: 21-23.

López-Bellido, F.J., L. López-Bellido and R.J. López-Bellido. 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L). *Europ. J. Agronomy* 23: 359-378.

Loss S.P. and K.H.M. Siddique. 1997. Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments I. Seed yield and yield components. *Field Crops Research* 52: 17-28.

Loss, S.P., K.H.M. Siddique and L.D. Martin. 1997. Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments II. Phenology, canopy development, radiation absorption and biomass partitioning. *Field Crops Research* 52: 29-41.

Loss, S.P., K.H.M. Siddique, R. Jettner and L. Martin. 1998. Responses of faba bean (*Vicia faba* L.) to sowing rate in South-western Australia. Part I: Seed yield and economic optimum plant density. Aust. J. Agric. Res. 49: 989-997.

Nadal, S., M.T. Moreno, y J.I. Cubero. 2004a. Habas (*Vicia faba* L.) pp: 201-303. In: Las leguminosas grano en la agricultura moderna. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 318p.

Nadal, S., M.T. Moreno, and J.I. Cubero. 2004b. Registration of "Retaca" Faba Bean. Crop Science 44: 1865.

Nadal, S., A. Cabello, F. Flores, and M.T. Moreno. 2005. Effect of growth habit on agronomic characters in faba bean. Agriculturae Conspectus Scientificus 70(2): 43-47.

Nadal, S. and M.T. Moreno. 2006. Optimal population density on determinate growth habit faba bean for immature green pod production. Agriculturae Conspectus Scientificus 71(1): 37-39.

ODEPA, 2006 [en línea]. Estadísticas macrosectorales y productivas. Disponible en: <http://www.odepa.cl> Citado: 31/10/2008

Osorio, P. 1998. Evaluación de seis cultivares de haba (*Vicia faba* L.) para la agroindustria de congelados. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 59p.

Pilbeam, C.J., P.D. Hebblethwaite, and H. Ricketts. 1989. The response of determinate and semi-determinate faba bean varieties to different sowing dates in the spring. Ann. Appl. Biol. 114: 377-390.

Pilbeam, C.J., P.D. Hebblethwaite, H. Ricketts and T. Nyongesa. 1991. Effects of plant population density on determinate and indeterminate forms of winter fields beans (*Vicia faba*). Part I: Yield and yield components. Journal Agricultural Science 116:375-383.

Poulain, D. 1984. Influence of density on the growth and development of winter field bean (*Vicia faba* L.), pp: 159-167. In: Hebblethwaite P. D., T.C.K. Dawkins, M.C. Heath and G. Lockwood (Ed). *Vicia faba: Agronomy, Physiology and Breeding*. Martinus Nijhoff/ Dr W. Junk Publishers, Netherlands. 316p.

Rex, E. 1993. Evaluación de nuevos cultivares de haba (*Vicia faba* L.) para consumo en verde. Memoria de título Ingeniero Agrónomo, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 63p.

Rex, E. y H. Faiguenbaum. 1995. Determinación del porcentaje de abscisión de elementos reproductivos en siete cultivares de haba. Ciencia e Investigación Agraria 22(3): 87-92.

Robertson, L.D. and A. Filippetti. 1991. Alternative plant types of faba bean. Options Méditerranéennes–Série Séminaires 10: 33-39.

Rodríguez, J., D. Pinochet y F. Matus. 2001. La fertilización de los cultivos. Impr. Lom Eds, Santiago, Chile. 117p.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant physiology. 3^{ed}. Sinauer, Sunderland, Mass. 690 p.

Tapia, F. y G. Bascur. 1992. El haba: un cultivo con proyecciones (II). IPA La platina 73: 33-44.

Tapia, F., C. Covarrubias, y P. Sepúlveda. 1995. El cultivo del haba. El campesino 121(5): 24-36.

Urbina, C. 1998. Efecto de densidad y arreglo espacial en el rendimiento del poroto verde (*Phaseolus vulgaris* L.) para la agroindustria de congelados [cv Summit]. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 45p.

APÉNDICE

APÉNDICE I. Coeficiente variación para el largo y ancho de granos en cultivares determinados.

Cultivar	Coeficiente variación largo	Coeficiente variación ancho
Retaca	4,20	4,59
Alargá	7,52	5,12
Verde Bonita	7,55	10,01

APÉNDICE II. Coeficiente variación para el largo y ancho de granos en cultivares indeterminados.

Cultivar	Coeficiente variación largo	Coeficiente variación ancho
Aguadulce Siria	7,65	2,79
S.A.D.Ag	2,96	12,36
S.A.D.An	3,59	4,21
Reina Mora	2,16	1,96
Portuguesa INIA	2,50	3,89
Luz de Otoño	1,86	1,94

APÉNDICE III. Correlaciones cultivares indeterminados. Primer valor corresponde al coeficiente de correlación (r) y el segundo al nivel de significancia de la correlación (p).

	Precocidad	Altura	Grosor	Ramas productivas	Ramas totales	Nudos vegetativos eje	Nudos vegetativos rama
Altura	0.908						
Grosor	0.000	0.687					
Ramas productivas	0.462	0.000	0.060				
Ramas totales	0.005	0.439	0.728	0.615			
Nudos vegetativos eje	0.002	0.007	0.133	0.000			
Nudos vegetativos rama	0.347	0.335	0.438	0.017	0.064		
Altura primera vaina	0.038	0.046	0.573	0.923	0.712	0.430	0.304
Tendedura	0.000	0.806	0.000	0.000	0.260	0.009	0.072
Nudos reproductivos	0.415	0.402	0.071	0.356	0.125	0.000	0.024
Nudos productivos	0.012	0.015	0.682	0.033	0.037	0.923	0.375
Largo vaina	0.838	0.826	0.532	0.160	0.031	0.000	0.024
Ancho vaina	0.000	0.000	0.001	0.350	0.831	0.000	0.004
Largo grano	0.198	0.329	0.617	0.000	0.246	0.000	0.004
Ancho grano	0.247	0.050	0.000	0.386	0.148	0.528	0.145
Vainas / planta	0.598	0.534	0.174	0.942	0.646	0.105	0.394
Granos / vaina	0.000	0.010	0.311	0.000	0.000	0.543	0.017
Peso / vaina	0.473	0.411	0.018	0.896	0.622	-0.051	0.375
Rendimiento vaina	0.004	0.013	0.915	0.000	0.000	0.767	0.024
Rendimiento grano	-0.512	-0.287	0.312	-0.640	-0.447	-0.059	-0.470
	0.001	0.090	0.064	0.000	0.006	0.730	0.004
	0.236	0.297	0.254	-0.302	-0.402	0.524	-0.103
	0.166	0.078	0.134	0.073	0.015	0.001	0.548
	0.822	0.764	0.352	0.161	0.045	0.844	0.303
	0.000	0.000	0.035	0.350	0.796	0.000	0.073
	0.686	0.599	0.328	0.034	-0.077	0.764	0.130
	0.394	0.316	0.051	0.845	0.656	0.000	0.451
	0.017	0.060	-0.058	0.864	0.666	-0.094	0.351
	-0.790	-0.580	0.737	0.000	0.000	0.585	0.036
	0.000	0.000	0.052	-0.553	-0.361	-0.479	-0.532
	0.287	-0.074	0.762	0.000	0.031	0.003	0.001
	0.090	0.667	0.399	-0.621	-0.396	0.246	-0.320
	0.111	0.242	0.016	0.000	0.017	0.149	0.057
	0.520	0.156	0.288	0.350	0.354	0.191	0.026
	0.273	0.238	0.089	0.037	0.034	0.265	0.880
	0.107	0.161	0.040	0.447	0.328	0.224	0.059
			0.815	0.006	0.051	0.190	0.733

APÉNDICE III (Continuación)

	Altura primera vaina	Tendedura	Nudos reproductivos	Nudos productivos	Largo vaina	Ancho vaina	Largo grano
Altura							
Grosor							
Ramas productivas							
Ramas totales							
Nudos vegetativos eje							
Nudos vegetativos rama							
Altura primera vaina							
Tendedura	0,137						
Nudos reproductivos	0,426	0,221					
Nudos productivos	0,215	0,195	0,933				
Largo vaina	0,033	0,078	0,000	-0,722			
Ancho vaina	0,849	0,650	-0,658	0,000	0,338		
Largo grano	-0,120	0,135	-0,371	-0,450	0,044		
Vainas / planta	0,484	0,434	0,026	0,071	-0,220	0,551	0,876
Granos / vaina	0,571	-0,033	0,198	0,683	0,000	0,000	0,000
Peso / vaina	0,000	0,848	0,246	0,000	0,198	-0,444	0,945
Rendimiento vaina	0,935	-0,038	0,052	-0,142	-0,009	0,002	-0,618
Rendimiento grano	0,000	0,826	0,761	0,410	0,958	0,991	0,000
	0,891	-0,015	0,866	0,922	-0,765	0,507	0,050
	0,000	0,930	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
	-0,031	0,128	-0,594	-0,558	0,862	0,000	-0,012
	0,086	0,458	0,000	0,000	0,000	0,507	0,945
	-0,532	0,170	-0,636	-0,737	0,908	0,000	-0,618
	0,001	0,321	0,000	0,000	0,000	0,991	0,000
	0,143	0,079	0,000	-0,737	0,908	0,507	0,050
	0,470	0,645	0,000	0,000	0,000	0,002	0,771
	0,256	0,298	0,231	0,120	0,135	0,238	0,173
	0,132	0,077	0,175	0,487	0,434	0,163	0,314
	0,378	0,171	0,326	0,215	-0,162	0,207	0,376
	0,023	0,317	0,520	0,207	0,344	0,226	0,024

Continúa

APÉNDICE III (Continuación)					
	Ancho grano	Vainas / planta	Granos / vaina	Peso / vaina	Rendimiento vaina
Altura					
Grosor					
Ramas productivas					
Ramas totales					
Nudos vegetativos eje					
Nudos vegetativos rama					
Altura primera vaina					
Tendedura					
Nudos reproductivos					
Nudos productivos					
Largo vaina					
Ancho vaina					
Largo grano					
Ancho grano					
Vainas / planta	-0.215				
Granos / vaina	0.209				
Peso / vaina	-0.432	-0.548			
Rendimiento vaina	0.008	0.001			
Rendimiento grano	0.213	-0.767	0.630		
	0.213	0.000	0.000	0.268	
	0.157	0.271	0.067	0.114	
	0.359	0.110	0.699	-0.009	0.837
	0.328	0.350	-0.248	0.959	0.000
	0.051	0.036	0.145		

APÉNDICE IV. Correlaciones cultivares determinados. Primer valor corresponde al coeficiente de correlación (r) y el segundo al nivel de significancia de la correlación (p).

	Precocidad	Altura	Ramas productivas	Ramas totales	Nudos vegetativos eje	Nudos vegetativos vaina
Altura	-0,589					
Ramas productivas	0,001	0,160				
	0,037	0,527				
	0,383					
Ramas totales	-0,116	0,224	0,485			
	0,648	0,371	0,041			
	-0,228	0,353	0,077	-0,194		
Nudos vegetativos eje	0,636	0,151	0,767	0,442		
	-0,533	0,542	-0,188	0,126		
	0,023	0,020	0,454	0,618	0,602	
	-0,676	0,750	-0,150	0,029	0,457	0,646
Altura primera vaina	0,002	0,000	0,553	0,909	0,057	0,004
	-0,179	0,336	0,862	0,391	0,297	0,086
Nudos reproductivos	0,477	0,172	0,000	0,109	0,232	0,734
	0,199	0,042	0,849	0,472	0,017	-0,112
	0,430	0,868	0,000	0,048	0,948	0,659
Largo vaina	-0,432	0,708	-0,346	-0,133	0,441	0,553
	0,073	0,001	0,159	0,598	0,067	0,017
	-0,298	0,412	0,139	0,227	0,449	0,656
Ancho vaina	0,230	0,089	0,582	0,364	0,062	0,003
	-0,030	0,480	0,012	0,123	0,438	0,355
Largo grano	0,907	0,851	0,963	0,627	0,069	0,148
	0,114	-0,284	0,257	0,230	0,176	0,257
Ancho grano	0,652	0,253	0,602	0,359	0,484	0,303
	0,218	0,213	0,417	0,565	-0,231	-0,058
Vainas / planta	0,384	0,397	0,085	0,015	0,356	0,820
	-0,434	0,387	-0,084	0,410	0,366	0,683
Granos / vaina	0,072	0,112	0,741	0,091	0,136	0,002
	0,235	0,086	-0,425	-0,380	0,283	0,115
Peso 100 granos	0,347	0,734	0,078	0,119	0,256	0,650
	-0,507	0,489	-0,277	-0,199	0,724	0,650
Peso / vaina	0,032	0,039	0,266	0,430	0,001	0,003
	-0,155	0,562	0,229	0,424	0,306	0,428
Rendimiento vaina	0,540	0,002	0,360	0,080	0,217	0,076
	0,128	0,298	0,260	0,428	0,145	0,113
Rendimiento grano	0,613	0,230	0,298	0,077	0,565	0,656

Continúa

APÉNDICE IV (Continuación)

	Altura primera vaina	Nudos reproductivos	Nudos productivos	Largo vaina	Ancho vaina	Largo grano
Altura						
Ramas productivas						
Ramas totales						
Nudos vegetativos eje						
Nudos vegetativos rama						
Altura primera vaina						
Nudos reproductivos	0,150					
Nudos productivos	0,553	0,766				
Largo vaina	-0,230	0,000	-0,314			
Ancho vaina	0,358	-0,215	0,205	0,145		
Largo grano	0,500	0,392	0,113	0,567		
Ancho grano	0,035	0,421	0,655	0,045	0,556	0,641
Vainas / planta	0,445	0,082	-0,071	0,017	0,017	0,004
Granos / vaina	0,119	0,143	0,779	0,859	0,413	0,033
Peso 100 granos	0,638	0,571	0,252	-0,425	0,088	0,895
Peso / vaina	-0,094	0,184	0,312	0,079	0,117	0,399
Rendimiento vaina	0,710	0,464	0,649	-0,036	0,644	0,101
Rendimiento grano	-0,149	0,431	0,004	0,888	0,574	0,292
	0,556	0,074	-0,069	0,474	0,669	0,240
	0,247	0,139	0,786	0,047	0,540	0,578
	0,323	0,582	-0,322	0,480	0,021	0,012
	0,130	-0,356	0,193	0,044	0,523	0,457
	0,607	0,147	-0,392	0,644	0,026	0,056
	0,626	-0,061	0,107	0,004	0,303	0,448
	0,005	0,809	0,386	0,415	0,221	0,062
	0,317	0,408	0,114	0,087		
	0,199	0,093	0,392	0,153		
	0,146	0,292	0,107	0,545		
	0,564	0,239				

Continúa

APÉNDICE IV (Continuación)

	Ancho grano	Vainas / planta	Granos / vaina	Peso 100 granos	Peso / vaina	Rendimiento
Altura						
Ramas productivas						
Ramas totales						
Nudos vegetativos eje						
Nudos vegetativos rama						
Altura primera vaina						
Nudos reproductivos						
Nudos productivos						
Largo vaina						
Ancho vaina						
Largo grano						
Ancho grano						
Vainas / planta	0,021					
	0,934					
Granos / vaina	0,094	0,154				
	0,710	0,543				
Peso 100 granos	-0,074	-0,003	0,036			
	0,772	0,989	0,887			
Peso / vaina	0,159	-0,378	0,459	0,440		
	0,529	0,122	0,055	0,067		
Rendimiento vaina	0,163	0,735	0,493	0,321	0,339	
	0,517	0,001	0,038	0,194	0,169	
Rendimiento grano	0,295	0,730	0,188	0,388	0,186	0,869
	0,234	0,001	0,456	0,112	0,459	0,000