

Félix Camarena Mayta
Amelia Huaranga Joaquín
Ulises Osorio Ángeles

INNOVACIÓN FITOTÉCNICA
DEL HABA (*Vicia faba* L.),
ARVEJA (*Pisum sativum* L.)
Y LENTEJA (*Lens culinaris* Medik.)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

DR. JESÚS ABEL MEJÍA MARCACUZCO
Rector

DR. JORGE LUIS ALIAGA GUTIÉRREZ
Vicerrector Académico

MG.SC. EFRAÍN DONALD MALPARTIDA INOUBE
Vicerrector de Investigación

DR. JOSÉ CARLOS VILCAPOMA
Jefe del Fondo Editorial

Félix Camarena Mayta / Amelia Huaranga Joaquín / Ulises Osorio Ángeles
INNOVACIÓN FITOTÉCNICA DEL HABA (*Vicia faba* L.), ARVEJA (*Pisum sativum* L.) Y LENTEJA (*Lens
culinaris* Medik.)
Lima: Fondo Editorial - UNALM. 2014; 190 p.

© Félix Camarena Mayta
Amelia Huaranga Joaquín
Ulises Osorio Ángeles
© Universidad Nacional Agraria La Molina
Av La Universidad s/n La Molina

Derechos reservados
ISBN : N° 978-612-4147-26-5
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú
Registro : N° 2014-08705

Primera Edición: mayo del 2014 - Tiraje: 500 ejemplares
Impreso en Perú – Printed in Peru

Coordinación editorial:
José Carlos Vilcapoma

Diseño y diagramación de carátula:
Roxana Perales Flores

Diseño, diagramación e impresión:
Q y P Impresores S.R.L
Av. Ignacio Merino 1546 Lince
E-mail: qypimpresores2005@yahoo.com

Queda terminantemente prohibida por la Ley del Perú la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, químico, óptico, incluyendo sistema de fotocopiado, sin autorización escrita de la Universidad Nacional Agraria La Molina y los Autores.
Todos los conceptos expresados en la presente obra son responsabilidad de los autores.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su sincero agradecimiento a la Oficina de Investigación de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) por hacer posible esta publicación.

A la UNALM, fuente del saber, de creatividad y de innovación tecnológica de las ciencias agrarias, por su apoyo para difundir los logros de investigación a todo el sector productivo de las menestras, esperando así contribuir al mejoramiento nutricional de sectores con escasos recursos económicos y sistemas de vida en condición marginal.

Muy especialmente al Dr. José Carlos Vilcapoma Ignacio jefe del Fondo Editorial y al FONDO EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA por el apoyo financiero para la publicación de este trabajo.

Los autores agradecen a todas las personas que de una u otra manera han contribuido a la preparación y edición de este texto, en forma especial a los productores de haba, arveja y lenteja que son fuente de inspiración para las investigaciones y son quienes nos hacen apreciar la importancia trascendente de este trabajo. A la Ing. Elvia Mostacero de Bustillos por su constante apoyo en las diferentes etapas de la presente publicación.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	9
PRÓLOGO	11
RESUMEN INTERPRETATIVO	13
CAPÍTULO I	
CULTIVO DEL HABA	15
1. Introducción	15
2. Estadística de la producción	16
3. Taxonomía y Morfología de la Planta	19
3.1 Taxonomía	19
3.2 Morfología	19
4. Valor nutritivo y utilización del grano	21
5. Mejoramiento genético	25
5.1 Mejoramiento genético y recursos genéticos	25
5.2 Objetivos del mejoramiento	28
5.3 Sistema de reproducción	30
5.4 Métodos utilizados en el mejoramiento genético del haba	35
5.5 La biotecnología como técnica de apoyo al mejoramiento	50
6. Variedades	63
6.1 Descripción de las variedades de haba	63
6.2 Fenología del cultivo del haba	72
7. Labores agronómicas	75
7.1 Requerimiento de clima y suelo	75
7.2 Preparación del terreno	76
7.3 Rotación de cultivos y época de siembra	76
7.4 Siembra	77
7.5 Abonamiento	79
7.6 Riego	80

7.7	Aporque y control de malezas	81
7.8	Control de plagas y enfermedades	81
7.9	Desmoche o decapitación y reguladores de crecimiento	85
7.10	Cosecha	85
8.	ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN	87
9.	COSTOS DE PRODUCCIÓN	92
	BIBLIOGRAFIA	95

CAPÍTULO II

	CULTIVO DEL ARVEJA	101
1.	Introducción	101
2.	Estadística de producción	102
3.	Taxonomía y morfología de la planta	107
3.1	Taxonomía	107
3.2	Morfología	108
4.	Valor nutritivo y utilización del grano	112
5.	Mejoramiento genético	114
5.1	Mejoramiento	114
5.2	Genética y genómica	116
5.3	Hibridación artificial y autopolinización	118
5.4	Estudio de la viabilidad del polen en arveja (<i>Pisum sativum L.</i>)	121
6.	Variedades	127
6.1	Descripción de las variedades de arveja	127
6.2	Fenología del cultivo de la arveja	135
7.	Labores agronómicas	138
7.1	Requerimiento de clima y suelo	138
7.2	Preparación del terreno	138
7.3	Rotación de cultivo y época de siembra	139
7.4	Siembra	140
7.5	Abonamiento	143
7.6	Riegos	146
7.7	Control de malezas	146
7.8	Control de plagas y enfermedades	146
7.9	Cosecha	149
8.	Comercialización y almacenamiento	150
9.	Costo de producción	150
	BIBLIOGRAFIA	153

CAPÍTULO III

CULTIVO DE LALENTEJA	159
1. Introducción	159
2. Estadística de producción	160
3. Taxonomía y Morfología	162
3.1 Taxonomía	162
3.2 Morfología	163
4. Valor nutritivo y utilización del grano	165
5. Mejoramiento genético	168
6. Variedades	171
7. Labores agronómicas	175
7.1 Requerimiento de clima y suelo	175
7.2 Preparación de terreno	176
7.3 Época de siembra	176
7.4 Siembra	177
7.5 Abonamiento	178
7.6 Riegos	180
7.7 Aporque y control de malezas	181
7.8 Control de plagas y enfermedades	181
7.9 Cosecha	183
8. ALMACENAMIENTO Y COMERCIALIZACIÓN	184
9. COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA	185
BIBLIOGRAFIA	187

PRESENTACIÓN

La Universidad Nacional Agraria La Molina se complace en presentar el libro titulado *Innovación Fitotécnica del Haba (Vicia faba L.), Arveja (Pisum sativum L.) y Lenteja (Lens culinaris Medik)*, el cual constituye un valioso aporte al desarrollo de la ciencia y tecnología en la producción de alimentos. Esta publicación se realiza dentro del programa de publicaciones del Fondo Editorial de esta casa de estudios, la cual viene publicando libros de las diferentes especialidades que abarca la universidad y cuyos autores son profesores de este centro superior de estudios.

Los ingenieros Félix Camarena Mayta, Amelia Huaranga Joaquin y Ulises Osorio Ángeles, autores del libro, son profesores del Departamento de Fitotecnia de la Facultad de Agronomía, con una amplia experiencia en el campo de cultivos de leguminosas y autores de diversas publicaciones sobre temas relacionados a ciencias agrarias.

El cultivo de las leguminosas de grano, en nuestro país, bordea un promedio, de cien mil hectáreas. Por su amplitud de adaptación y de período vegetativo permiten cultivarlas desde el nivel del mar hasta los 3600 msnm, proveyendo muchas proteínas y minerales a los pobladores de regiones alto andinas, pese a los bajos rendimientos y baja tecnología usada.

En el libro se destaca las medidas a considerar para el incremento de la producción como la utilización de tecnologías agronómicas adecuadas y modernas, el uso de semilla de variedades mejoradas y de buena calidad para los sistemas de cultivo que permitan la sostenibilidad de la producción.

La Universidad Nacional Agraria La Molina, agradece a los autores por su aporte, al hacer realidad la publicación de este excelente libro.

Dr. Jesús Abel Mejía Marcacuzco
Rector
Universidad Nacional Agraria La Molina

PRÓLOGO

Las leguminosas de grano de clima templado, tales como el haba (*Vicia faba* L.), la arveja (*Pisum sativum* L.) y la lenteja (*Lens culinaris* Medick), fueron introducidas a América en el siglo XVI, y constituyen desde entonces parte importante en la dieta alimenticia básica de los pobladores, especialmente en la zona altoandina, menos favorecida económicamente y con menor acceso al consumo de alimentos proteicos de origen animal, más caros que los de origen vegetal.

En el Perú, según las estadísticas del Ministerio de Agricultura, durante los últimos 10 años la producción de estas tres especies llega a las 100 000 toneladas y supera las 100 000 ha de cultivo, en promedio, pero la importación de arveja y lenteja se va incrementando aceleradamente, ocasionando un desbalance económico y social agravado con el incremento de la población a una tasa del 2%, y si avizoramos la oportunidad que representan para la exportación es claro, entonces, que tenemos la necesidad de incrementar esa producción. Entre las medidas urgentes a tomar para el incremento de la misma está la utilización de tecnologías agronómicas modernas adecuadas y el uso de semilla de variedades mejoradas y de buena calidad para los sistemas de cultivo que permitan la sostenibilidad productiva.

Estas tres especies, entre otras leguminosas, juegan un rol importante en el mejoramiento de los suelos y en la preservación del ambiente al fijar el N atmosférico con bacterias del género *Rhizobium* hasta una tasa de 200 kg de N/ha, según la especie de que se trate, permitiendo además una rotación adecuada de cultivos leguminosa-cereal. Su amplitud de adaptación y de período vegetativo nos permite cultivarlas desde el nivel del mar hasta los 3600 msnm.

Una característica principal de estas leguminosas es su alto contenido proteico, con valores de 20 al 30 %, además de fibra, pero bajo en grasa. Se consumen en grano seco, tanto en la alimentación humana como en la de animales; además, las habas y arvejas se consumen como hortalizas en grano verde y la planta para alimentación animal.

Estas leguminosas no solamente son fuentes de proteínas, una parte importante del interés está ligado a su elevado valor energético, similar al de los cereales, para la alimentación animal. Desde 1973, la demanda en el mundo por alimentos ricos en proteínas para la alimentación animal se triplicó, es de remarcar que el 70% de esa demanda está cubierta por la soya. En el país, para afrontar situaciones futuras se requiere el incremento de la

producción de las menestras, tales como el haba, arveja y lenteja, entre otras leguminosas de grano, puesto que se prevé una elevación de la demanda de ellas.

La fibra dietética, definida fisiológicamente como la suma de polisacáridos y lignina no digerida por las secreciones endógenas en el tracto intestinal del ser humano, tiene allí un efecto directo (regula sus funciones), permitiendo así reducir el desarrollo del cáncer en el tracto gastrointestinal y en las glándulas mamarias de la mujer.

Los alimentos de origen vegetal, tales como la soya y el frijol común, entre otras leguminosas, tienen propiedades hipocolesterolémicas, cuyo efecto ejerce influencia positiva en el tránsito acentuado gastrointestinal, evitando la carcinogénesis del colon. Se incorpora, por ello, en la preparación culinaria (Leterme, 1994) ciertos aislados proteicos de fibra y almidón. El de arveja juega un rol importante en la regulación de la función digestiva y en la prevención de enfermedades del presente siglo, como la obesidad, diabetes, cáncer al colon y enfermedades cardiovasculares, pues la presencia de geles de amilasa presentes en este almidón juega un rol importante (Colonna *et al.*, 1993).

Las proteínas de las leguminosas son deficitarias en ciertos aminoácidos azufrados, tales como la metionina y la cistina, mientras que los cereales, por su parte, son deficitarios en lisina y triptófano. Por esta razón el consumo balanceado que combine cereal-leguminosa hace que se eleve la calidad proteica, equiparándola a la de la proteína de origen animal; se obtiene así una proteína barata y más accesible al poblador de bajos recursos.

Además de las ya enumeradas propiedades funcionales y nutraceuticas, el haba y la arveja tienen un alto contenido de calcio, además de vitaminas y minerales, y la lenteja tiene un alto contenido de hierro, que podría evitar que se eleve la tasa de anemia en el Perú.

Las semillas de las leguminosas contienen factores antinutricionales (ANFs, que dan a las plantas protección al ataque de predadores tales como hongos, bacterias, pájaros, entre otros) que reducen la digestibilidad y, en animales, la ingesta. Se tiene entre ellos: inhibidor de la tripsina, lactosa, antígenos proteicos, taninos y alcaloides. Sin embargo, ya se ha obtenido variedades con cero de ANFs.

El Programa de Investigación y Proyección Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO) de la UNALM podrá contar con estos materiales genéticos para adaptarlos a nuestras condiciones o recombinar estos caracteres para introducir en nuestras variedades locales. Aquí juega un rol importante la biotecnología, con procesos que aceleren el análisis de los recursos genéticos, su mejoramiento y la producción de semillas en apoyo a las tecnologías convencionales.

Finalmente, manifestamos que el PLGO, como producto de sus trabajos de investigación, desde su creación, hace más de 30 años, viene generando tecnologías que permitirán elevar la producción y la productividad, y asimismo reducir las importaciones de arveja y lenteja.

RESUMEN INTERPRETATIVO

Este libro trata sobre el estudio y difusión de los avances de investigación hechos en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) de tres especies pertenecientes a la tribu de las *Viciae*, géneros *Vicia* (*V. faba* L.), *Pisum* (*P. sativum* L.) y *Lens* (*L. culinaris* Medik).

Estas especies, conocidas en el Perú como menestras, se han adaptado a las zonas templadas de los Andes desde el nivel del mar hasta los 3600 msnm en el lapso que media entre su temprana introducción, en el siglo XVI, y nuestros días. Su consumo es básicamente como grano seco, y también como vaina verde, además de otros usos. Son fuente importante y económica de proteínas y calorías, además de vitaminas y sales minerales indispensables para la nutrición humana. El contenido proteico de sus granos fluctúa de 17 a 40%, en base a la materia seca que le confiere una mayor productividad por cantidad de proteínas por hectárea en comparación a las de origen animal. El consumo en forma equilibrada de los granos de las leguminosas en mezcla con los cereales equipara e inclusive supera la calidad proteica de la proteína animal.

Estas especies son cultivadas mayormente en pequeñas áreas y a diferentes pisos altitudinales, se obtiene una baja producción y productividad; de ahí la importancia de la aplicación de procesos técnicos desarrollados por el Programa de Investigación y Proyección Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO) de la UNALM.

Capítulo I. Trata sobre el cultivo de la haba (*V. faba*), su centro de origen, taxonomía, variedades, los métodos de mejoramiento (tanto convencionales como biotecnológicos) así como el proceso agronómico, proponiendo tecnologías avanzadas que nos permitirían elevar la producción. Como punto importante se menciona la cosecha y postcosecha que nos permite obtener semilla de buena calidad además de bajar los costos de producción con una información necesaria para quienes producen este cultivo, tanto en verde como en grano seco. Se finaliza este capítulo con una bibliografía abundante.

Capítulo II. Trata sobre la arveja (*P. sativum*), que es el cultivo que más se ha investigado a través de la historia, sobre todo después de los resultados de Mendel a fines del siglo XIX. Destaca, además de una amplia discusión sobre su origen, los recursos genéticos, el mejoramiento genético y variedades, la obtención del cultivar UACEN-2, una arveja áfila con el gen *af* de tipo determinado y cuyas hojas se modificaron en zarcillos permitiendo el paso de la luz solar a través de toda la planta y la reducción del ataque de insectos por carecer de hojas. Las funciones fisiológicas de las hojas son realizadas por los zarcillos.

Se discute igualmente sus propiedades anticancerígenas y el uso industrial del grano. En el proceso de mejoramiento genético se menciona las cruza que viene realizando el PLGO en busca de una mayor producción en vaina verde, de acuerdo a los requerimientos del mercado. Se detalla, además, el manejo agronómico adecuado para maximizar la cosecha en vaina verde con el uso de tutores y de otras tecnologías para la cosecha y postcosecha, culminando en el análisis de los costos de producción tanto en verde como en seco.

Capítulo III. Trata sobre la lenteja (*L. culinaris*), alimento rico en fierro y otros componentes minerales. Se propone las medidas necesarias para un manejo agronómico adecuado con semillas de buena calidad que al final permiten reducir las importaciones, cada vez crecientes, de esta menestra.

En suma, este texto presenta los resultados tecnológicos obtenidos por el Programa de Investigación y Proyección Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la UNALM. Esperamos que sean útiles a los productores, profesionales, técnicos y estudiantes, permitiendo una mayor producción de estas leguminosas de grano.

Los Autores

CAPÍTULO I

CULTIVO DEL HABA

1. Introducción

El haba (*Vicia faba* L.) es una leguminosa adaptada a las zonas altoandinas y a la costa del Perú en épocas invernales. La variedad que en el país se cultiva pertenecen según su clasificación taxonómica, al grupo *major*, de grano grande, no a las del grupo *minor* ni al *caballar*, que son para la alimentación animal. Contribuyen a esta adaptación al ambiente de las laderas andinas, el que esta leguminosa tolere los descensos de temperaturas, “heladas”, y su inserción en el ciclo de rotación tradicional, pues frecuentemente se le cultiva después de una campaña de papa.

Esta leguminosa puede ser consumida, como legumbre, en vaina verde, fresca, granos verdes, inmaduros, congelados y enlatados, y, como menestra, en grano seco, harinas, granos tostados, sancochados y como bocaditos o *chips* y otros. También se preparan diversidad de platos. Debido a su alto contenido proteico y carbohidratos en grano seco, es considerada importante tanto para la alimentación humana como animal.

Se consume la vaina y el grano verde en varios países del Mediterráneo y de América Latina (Torres *et al.*, 2012). Entre los aminoácidos, el contenido de lisina es alto y son bajos en aminoácidos sulfurados, pudiendo ser compensada la deficiencia con los aminoácidos de los cereales (Bressani & Elías, 1988). También tiene un elevado contenido de calcio. El contenido proteico en el grano seco fluctúa de 20 a 40 %. El contenido de amilosa fluctúa del 35 al 45%, siendo mayor que el almidón de cereales (Torres *et al.*, 2012).

Si la cosecha es en vaina verde, el follaje sirve como alimento para los animales y la planta en verde y en madurez de cosecha puede usarse como materia orgánica para mejorar el suelo. Los restos de la planta también sirven como leña en las zonas altoandinas.

Como todas las leguminosas, tiene la capacidad de fijar nitrógeno por acción de las bacterias del género *Rhizobiaceae*, de la especie *Rhizobium leguminosarum* Frank *bv viciae*, en simbiosis con este cultivo. Los nódulos formados con otros biovars son generalmente menos efectivos. Por tanto, se recomienda a los productores utilizar la bacteria específica para este cultivo y aprovechar así el potencial de fijación del nitrógeno de su raíz, ésta puede fijar entre 60 a 250 kg/ha/año (algunos reportes indican sobre los 600 kg/ha/año). El estudio de la genética molecular en varias especies de *Rhizobium* indica que esta cepa tiene alto potencial de mejoramiento y asimismo de incrementar su capacidad de fijación de nitrógeno al ser modificada.

2. Estadística de la Producción

A. En el mundo

Cifras de la FAO (FAOSTAT, 2011) registran una producción mundial de haba grano seco de 4032 310 toneladas. Los principales países productores de haba (Gráfico 1 y Tabla 1) son China, Etiopía y Francia, con 1550 000 t, 697 798 y 344 786 t respectivamente, el Perú ocupa el séptimo lugar, con 64 670 t.

El área cosechada de haba grano seco en el mundo, en el año 2011 (Tabla 2) fue de 2 353 116 ha; en la Unión Europea, de 239 741 ha; en América total, de 184 131 ha, y en América del Sur se cosecharon 137 430 ha, sobresaliendo Perú con 52 023 ha, Brasil con 37 132 ha y Ecuador con 16 175 ha.

A nivel mundial, el rendimiento por hectárea de haba grano seco en el año 2011 fue de 1 714 kg/ha; en América, total de 1 016 kg/ha, y en América del Sur de 1045 kg/ha. Sobresalen en este continente (Tabla 2) Argentina, Colombia y Uruguay, respectivamente con 8 828 kg/ha, 6 184 kg/ha y 1 931 kg/ha; el Perú ocupó el cuarto lugar, con rendimientos de 1243 kg/ha, seguido de Paraguay con 1 058 kg/ha. En Bolivia y Ecuador presentaron rendimientos menores de 970 y 396 kg/ha, respectivamente.

Gráfico 1: Producción mundial de haba grano seco en el año 2011.

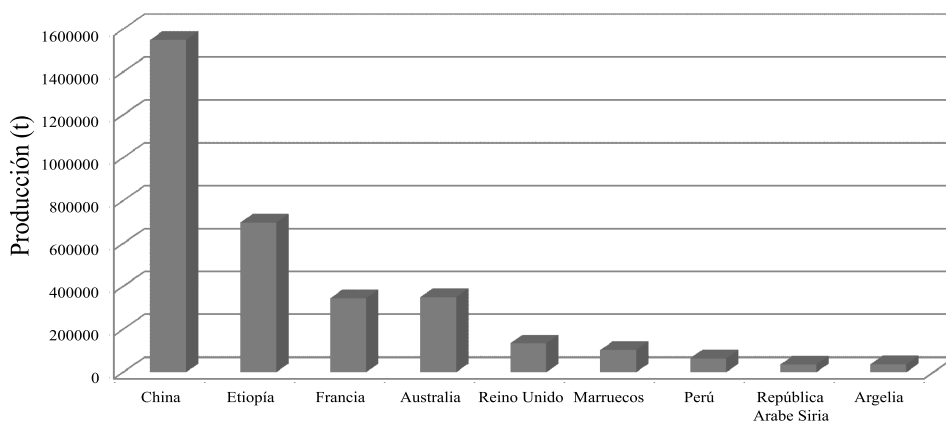


Tabla 1. Producción de haba grano seco en el mundo en el año 2011.

Nº	Región	Toneladas
1	China	1550 000
2	Etiopía	697 798
3	Francia	344 786
4	Australia	349 958
5	Reino Unido	133 878
6	Marruecos	103 820
7	Perú	64 670
8	(República Árabe) Siria	36 167
9	Argelia	37 000

Tabla 2. Área cosechada y rendimiento mundial de haba grano seco y en países de América del Sur en el año 2011.

N°	País	Área cosechada (ha)	Rendimiento kg/ha
		2353 116	1714
1	Perú	52 023	1243
2	Brasil	37 132	449
3	Ecuador	16 175	396
4	Paraguay	14 635	1058
5	Bolivia	13 172	970
6	Argentina	1780	8828
7	Colombia	1764	6184
8	Uruguay	376	1931
9	Guyana	372	578

B. En el país

Las áreas de producción más importantes en el Perú están localizadas en la sierra entre los 3000 y los 3600 metros sobre el nivel del mar.

En el Tabla 3 se muestra la producción (t), superficie cosechada (ha), rendimiento (kg/ha) y precio en chacra a nivel peruano de haba en grano verde para el año 2010.

Tabla 3. Producción (t), superficie cosechada (ha), rendimiento (kg/ha) y precio en chacra a nivel nacional de haba en grano verde. Año 2010.

Departamento	Producción total (t)	Superficie cosechada total (ha)	Rendimiento promedio (kg/ha)	Precio promedio (S/. x kg)
Nacional	61 806	13 336		
Promedio nacional	3434		4634	0,82
Junín	15 949	2387	6681	0,61
Arequipa	7827	1423	5500	0,73
Huancavelica	6524	1767	3692	0,80
Lima	4253	1023	4157	0,89
Cuzco	4180	583	7169	0,92
Apurímac	3799	1239	3065	0,84
Puno	3790	562	6744	0,63
Huánuco	3526	515	6847	0,58
Ayacucho	3442	1333	2582	0,90
Cajamarca	2306	1034	2231	0,89
Pasco	2298	422	5445	0,93
Amazonas	913	300	3047	0,87
Tacna	702	132	5318	0,96
La Libertad	606	134	4543	0,77
Ica	562	97	5796	0,85
Moquegua	514	114	4513	0,79
Ancash	406	117	4466	0,72
Lambayeque	210	155	1355	1,14

Fuente: Ministerio de Agricultura. 2011.

En el año 2010, fue de 61 806 t la producción nacional de haba grano verde, mientras que el promedio llegó a 3 434 t, y muy por encima de ese promedio sobresalió el departamento de Junín con 15 949 t, le siguen en importancia Arequipa, Huancavelica, Lima, Cuzco, Apurímac, Puno, Huánuco y Ayacucho, que también obtuvieron una producción por encima del promedio. La superficie cosechada nacional fue de 13 336 ha, ubicada mayormente en los departamentos del sur, como Junín, Huancavelica, Arequipa, Ayacucho y Apurímac, con 2387, 1767, 1423, 1333 y 1239 ha, respectivamente. En cuanto al rendimiento, el departamento que sobresale es también el Cuzco, con 7169 kg/ha; le siguen Huánuco, Puno y Junín con 6847, 6 744 y 6681 kg/ha respectivamente. El precio promedio nacional es de 0,82 S/. kg y varía entre 1,14 S/. kg en Lambayeque y el menor, de 0,61 S/. kg, en Junín, que es el mayor productor de haba grano verde (Ministerio de Agricultura, 2011).

Para haba grano seco (Tabla 4) la producción nacional fue de 67 110 t, sobresaliendo en primer lugar el departamento del Cuzco con 16 688 t, le siguen en importancia con rendimientos superiores al promedio nacional Puno, Huancavelica, La Libertad, Ayacucho y Apurímac.

En cuanto a superficie cosechada, a nivel nacional fue de 53 534 ha, sobresaliendo los departamentos de Cuzco, Puno, Ayacucho, La Libertad y Huancavelica con las mayores áreas cosechadas. El rendimiento promedio nacional por hectárea fue de 1 254 kg/ha. Destacan los departamentos de Arequipa (con 2 256 kg/ha), Junín, Pasco, Cuzco, Huancavelica, Lima y La Libertad con valores superiores al promedio nacional. Ese precio promedio es de 1,54 S/. kg y varía entre 2,09 S/. kg en Puno y el menor de 1,13 S/. por kilogramo en el departamento del Cuzco, que es el mayor productor de haba grano seco.

Tabla 4. Producción (t), superficie cosechada (ha), rendimiento (kg/ha) y precio en chacra a nivel nacional de haba grano seco. Año 2010.

Departamento	Producción total (t)	Superficie cosechada total (ha)	Rendimiento promedio (kg/ha)	Precio promedio (S/. x kg)
Nacional	67 110	53 534		
Promedio nacional	4547		1254	1,54
Cuzco	16 688	11 879	1405	1,13
Puno	10 878	8826	1232	2,09
Huancavelica	7220	4901	1473	1,53
La Libertad	6487	5031	1290	1,45
Ayacucho	5011	5570	900	1,42
Apurímac	4185	3585	1167	1,31
Junín	3987	2064	1932	1,60
Huánuco	3698	3407	1085	1,59
Cajamarca	3262	3449	946	1,88
Ancash	2359	2348	1005	1,94
Amazonas	1786	150	975	1,23
Pasco	993	592	1677	1,45
Arequipa	729	323	2256	1,72
Lima	642	464	1384	1,51
Lambayeque	275	401	686	1,23
Moquegua	142	119	1194	1,64

Fuente: Ministerio de Agricultura. 2011.

3. Taxonomía y morfología de la planta

3.1 Taxonomía

En su descripción botánica, Torres *et al.*, (2012) hacen la siguiente clasificación taxonómica:

Orden : Fabales
 Familia : Fabaceae (sin. Leguminoseae, Palilionaceae)
 Tribu : Fabeae (sin. Vicieae)
 Género : *Vicia*
 Especie : *Vicia faba* L.
 n.v. : haba (español), *féverole* (francés), *broad bean* (inglés), *fabeira* (portugués).

Esta planta es una especie diploide $2n=12$ (Witcombe, 1982). Según Bond (1979) las subespecies o variedades botánicas son: paucijuga, minor (*tick beans* o *field beans*), equina (*horse beans* o *field beans*) y major (*broad beans*). En general, *Vicia faba* L. se conoce en inglés como *broad beans* o *faba beans*.

Major, comprende todas las habas cultivadas para la obtención de granos destinados al consumo humano. Estos cultivares producen granos aplanados y de tamaño grande, con un diámetro mayor variable entre 15 y 25 mm. El peso de 100 granos normalmente es mayor de 100 gramos.

Caballar o Equina, comprende cultivares sembrados para la obtención de forraje, de abono verde o de grano seco para la alimentación de animales. Los granos son de tamaño intermedio, el peso de 100 de ellos fluctúa entre 50 y 100 gramos.

Minor, comprende cultivares sembrados para la obtención de productos utilizados en la alimentación animal. El peso de 100 granos es siempre menor de 50 gramos, lo que nos indica que los granos son de tamaño pequeño.

Paucijuga, subespecie silvestre en vías de extinción, probable antecesor de *Vicia faba* major.

Las subespecies Caballar y Minor, cuyos granos contienen un principio químico que en algunos grupos humanos causan una degeneración muscular y cerebral irreversible conocida como “fabosis”, no deben ser consumidas por el hombre sin antes liberarlos de dicho principio.

3.2 Morfología

El haba es una planta anual de porte más o menos erecto. Huaranga *et al.*, (2003), la describen como veremos a continuación:

La raíz principal es pivotante, logra profundizar en el suelo en forma relativamente rápida, constituyendo un sistema radical bastante vigoroso, genera largas raíces laterales a partir de la raíz pivotante que puede alcanzar hasta un metro de profundidad, pero lo normal es que su crecimiento se produzca en los primeros 50 a 60 cm del suelo.

Los tallos son erectos, robustos, huecos y pueden alcanzar hasta dos metros de altura, aunque lo normal es que fluctúe entre 0,8 y 1,20 m. A partir de los nudos basales del tallo principal pueden originarse entre una y hasta cinco ramas por planta. El número promedio

depende fundamentalmente de la densidad de población, de la fertilidad del suelo y de la fecha de siembra, pero en general se aproxima a tres. La mayor parte de las ramas comienza su desarrollo tempranamente luego de ocurrida la emergencia, haciéndose visibles cuando el tallo principal presenta aproximadamente tres hojas como promedio.

Las ramas basales, que son en general bastante vigorosas, alcanzan un crecimiento que en muchos casos se asemeja al del tallo principal. Aportan en promedio, entre 50 y 70 % del total de las vainas producidas por una planta.

Las ramas al ir adquiriendo peso en la medida que ocurre el llenado de granos, se van apartando del eje central hasta llegar incluso a quebrarse. Esta situación dificulta, en mayor o menor medida, la labor de cosecha de las vainas.

El número de nudos vegetativos es normalmente de cinco a siete. El número promedio de nudos vegetativos en las ramas basales, varía generalmente entre tres y cuatro. Los nudos reproductivos se producen en gran número, existiendo escasas diferencias entre la cantidad producida por el tallo principal y por cada rama basal. El promedio de nudos reproductivos por tallo, varía entre 12 y 18.

Las hojas son compuestas, más o menos ovaladas y de color verde grisáceo, su disposición es alterna y no presenta zarcillos. Las hojas basales empiezan a morir durante la etapa de llenado de granos y esta situación continúa ocurriendo gradualmente en forma ascendente. La muerte se produce principalmente debido al sombreado que van sufriendo las hojas y a que las raíces van finalizando su actividad, como también a incrementos en la temperatura y a la presencia de *Botrytis fabae*.

Las flores del haba son grandes y se presentan dispuestas en inflorescencias que corresponden a cortos racimos. En una planta el número de flores por racimo alcanza un promedio que varía entre tres y cuatro.

Aunque la mayor parte de los racimos produce entre tres y cinco flores, lo común es que se obtenga entre cero y dos vainas por nudo. En este sentido, en el 80 % o más de los nudos reproductivos se produce una caída (abscisión) total, ya sea de flores o de vainas jóvenes; esta situación determina un número promedio muy bajo de vainas por nudo, a nivel de toda la planta.

Los antecedentes señalados determinan que, si bien cada planta puede llegar a producir más de 300 flores, considerando un total de 80 a 100 nudos reproductivos totales por planta, el porcentaje de cuaje no supera en promedio el 10 a 15 %.

Por otra parte, debido al tipo de floración y a lo extenso del período vegetativo de la planta de haba, llega una etapa en que las plantas presentan simultáneamente crecimiento de tallos y hojas, apertura de flores, crecimiento de vainas y llenado de granos.

La polinización en la planta de haba ocurre en forma cruzada, pudiendo llegar incluso a valores tan altos como 70 %. El porcentaje depende del cultivar, de las condiciones climáticas y de la población de insectos polinizadores. De cualquier forma, la polinización cruzada generalmente alcanza entre 30 y 50 %.

La floración se prolonga por un largo período (60 a 75 días en cultivos sembrados en fechas óptimas). Las inflorescencias de los primeros nudos reproductivos tienen menos

flores (tres o cuatro por nudo), siendo lo normal que no prospere ninguna de ellas, en siembras tempranas en que la floración ocurre con temperaturas aún muy bajas. A partir del tercer nudo reproductivo aumenta el número de flores y el cuajado es más probable.

Las vainas o legumbres corresponden a los frutos, los cuales son rectos y carnosos en sus estados iniciales. La longitud de vainas, fluctúa entre 12 y 35 cm. El ancho de las vainas varía entre 2,0 y 2,5 cm como promedio.

El número de semillas por vaina varía considerablemente según la posición que presenten las vainas en los tallos. Así, las de los nudos inferiores logran producir un mayor número de semillas que las de los nudos superiores. Se producen entre dos y cinco semillas por vaina como promedio, con un máximo individual de hasta siete semillas en las vainas inferiores y un mínimo de dos en las vainas ubicadas en los nudos productivos más altos. En los cultivares que producen semillas más grandes, se obtiene un promedio de tres semillas por vaina.

A diferencia de otras leguminosas de grano, el crecimiento de vainas y granos se produce en forma simultánea; los granos inmaduros van incrementando su tamaño hasta alcanzar su madurez óptima para consumo en verde con una humedad de 72 a 74 % como promedio.

El color de la cáscara de la vaina es inicialmente verde, alcanzando en su estado de madurez para consumo en verde un color que usualmente es crema o verde grisáceo, aunque también puede ser verde relativamente brillante. Luego, los granos comienzan rápidamente a perder humedad y toman un color cada vez más opaco y menos verdoso.

En los cultivares de semillas pequeñas el peso de 100 semillas secas varía entre 30 y 70 g; en los de semilla mediana fluctúa entre 70 y 110 g y en los de semilla grande entre 120 y 180 g. Entanto, el color de las semillas secas, puede ser crema, café, café púrpura, rojo, negro o verde plumizo.

En la región Puno las plantas de haba son semierectas, la raíz es pivotante, la altura de planta promedio es de 1,60 m, presentan racimos con dos a ocho flores con pétalos blancos machados con violeta, púrpura o negro. Las vainas son alargadas hasta de 30 cm en madurez fisiológica (Asociación de Agricultores de Kaphi Wiñaymarca de Yunguyo, Puno. Comunicación personal, 2013).

4. Valor nutritivo y utilización del grano

a) Valor nutritivo

Según Cubero y Moreno (1983) es importante mencionar ciertos componentes del contenido de elementos nutritivos del haba: en cuanto a carbohidratos, las habas pueden contener hasta un 60 %; según Beroard *et al.*, 1977, citados por Cubero y Moreno (1983), las habas contienen 25 % de sacarosa, 39,9 % de almidón, 4,7 % de xilosa, 5 % de celulosa, el resto de carbohidratos son α -galactósidos (rafinosa, verbascosa, estaquiosa, etc). Por otra parte, como la mayoría de las leguminosas, el contenido de grasa en las habas es bajo, fluctuando entre 2,3 a 2,5 %; así mismo, aproximadamente 65 % de sus ácidos grasos son esenciales, como el oleico y el linoleico.

Las proteínas de las habas están compuestas por un 20 % de albúminas, 60 % de globulinas, 15 % de glutelinas y menos del 5 % de prolaminas; en las albúminas se encuentra la mayoría de las enzimas de las semillas y también la mayor fracción de metionina, cisteína y lisina.

Las globulinas son las proteínas de reserva o almacenamiento, sintetizadas durante la formación de la semilla para ser utilizadas en la germinación, sirviendo como fuente de nitrógeno durante el comienzo de desarrollo de la planta. Estas proteínas de almacenamiento contienen grandes cantidades de ácido aspártico, glutámico, leucina, aminoácidos básicos y amidas.

Según Pérez de la Vega *et al.*, (2012), el aminoácido limitante en los granos de habas es la metionina (0,7 g/100 g de proteína total), seguido por la cistina (0,8 g/100 g de proteínas total). La composición aproximada del grano de haba seco y con cáscara se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Composición químico-proximal del haba en 100 g de muestra.

Componente	Contenido (g/100g) ¹	Contenido (g/100 g) ²
Proteína	24,7	23,8
Grasa	2,4	1,5
Carbohidratos	55,3	60,2
Fibra	5,0	6,4
Humedad	11,0	11,5
Ceniza	1,6	3,1

Fuente: ¹ Huaranga *et al.*, (2003).

² Collazos *et al.*, (1996).

Calvimontes, en el 2011, estudió cinco variedades de haba Amarilla, Blanca, Gergona, Señorita y Verde, a las cuales se les realizó el análisis proximal y se les determinó el contenido y composición del almidón, no encontrándose diferencias significativas entre ellas (Tabla 6). Los productos obtenidos con mayor índice de expansión fueron los que ingresaron con una humedad de 12 % (Tabla 7), siendo los mejores valores los pertenecientes a las variedades Gergona (1,4), Señorita (1,39) y Blanca (1,31). De estas tres, la que obtuvo el porcentaje de humedad final más adecuado para la conservación de este producto fue la variedad Blanca con 3,31 % (Tabla 8) y en cuanto al color y olor, las variedades más cercanas a lo que el consumidor percibe como ideal fueron la Verde, Gergona y Blanca. En cuanto al sabor, las variedades más cercanas al ideal fueron la Blanca, Señorita y Verde; y en cuanto a la textura, las más cercanas al ideal fueron las variedades Señorita, Blanca y Gergona. Finalmente, se comparó la variedad Blanca expandida con un haba frita comercial, mediante un perfil de textura y un análisis químico aproximado, superando en crocantes el haba frita comercial, pero con un mayor contenido de grasa.

Tabla 6: Composición químico-proximal de las cinco variedades de habas (g/100 g base húmeda).

Componentes	Variedades de haba				
	Amarilla	Blanca	Gergona	Señorita	Verde
Humedad (%)	13,18	11,39	12,68	12,60	11,53
Carbohidratos (%)	50,68	53,45	52,83	49,74	52,43
Proteína (%)	24,59	23,39	22,76	25,40	22,92
Grasa (%)	1,48	1,63	1,30	1,52	1,41
Fibra (%)	6,39	6,12	6,70	7,17	7,47
Ceniza (%)	3,68	4,02	3,73	4,01	4,04

Fuente: Calvimontes, 2011.

Tabla 7. Comparación del rendimiento, humedad final del producto expandido y el índice de expansión obtenido por cada tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento de la expansión (%)	Humedad final (%)	Índice de expansión
A12	76,09	6,37	1,07
A15	65,22	8,95	1,00
B12	87,14	3,31	1,31
B15	62,73	5,84	1,13
G12	87,66	7,01	1,40
G15	71,97	9,13	1,08
S12	90,60	7,25	1,39
S15	56,32	8,17	1,21
V12	58,37	2,72	1,06
V15	57,21	8,23	1,01

A: Amarilla, B: Blanca, C: Gergona, S: Señorita y V: Verde

Tabla 8. Comparación del contenido y composición del almidón contra el índice de expansión.

Variedad	Porcentaje de almidón (base seca)	Porcentaje de amilasa	Porcentaje de amilopectina	Índice de expansión
Amarilla	14,53	46,51	53,49	1,07
Blanca	12,70	46,51	53,49	1,31
Gergona	11,43	45,02	54,98	1,40
Señorita	16,78	44,14	55,86	1,39
Verde	14,49	44,97	55,03	1,06

En la Tabla 9, se puede ver el contenido de aminoácidos de las habas comparadas con el patrón ideal de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla 9. Contenido de aminoácidos en las habas (g/100 g).

Aminoácidos esenciales	Haba ¹	Haba ²	OMS (1973) Patrón ideal
Cistina	0,39	0,8	3,5
Metionina	0,42	0,7	
Lisina	5,97	6,5	5,5
Isoleucina	4,6	4,0	4,0
Leucina	7,83	7,1	7,0
Fenilalanina	4,25	4,3	6,0
Tirosina	3,47	3,2	
Treonina	3,63	3,4	4,0
Triptófano	0,22	-	1,0
Valina	5,15	4,4	5,0

Fuente: ¹ Nagl (1978) citado por Cerrate *et al.*, (1991). / ² Boutler (1977) citado por Cubero y Moreno (1983).