

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE 180 ACCESIONES DE
GERMOPLASMA DE HABA (*Vicia faba* L.) EN EL
ALTIPLANO NORTE**

JUAN ELISEO MAMANI ALVAREZ

La Paz - Bolivia

2007

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE 180 ACCESIONES DE
GERMOPLASMA DE HABA (*Vicia faba* L.) EN EL
ALTIPLANO NORTE

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

JUAN ELISEO MAMANI ALVAREZ

Tutores:

Ing. M.Sc. Félix Wilfredo Rojas _____

Ing. Raúl Celedonio Esprella Elías _____

Asesores:

Ing. Milton Víctor Pinto Porcel _____

Ing. Miguel Ángel Gonzáles Aldana _____

Comité Revisor:

Ph. D. Alejandro Bonifacio Flores _____

Ing. M.Sc. Félix Mamani Reynoso _____

Ing. David Callisaya Gutiérrez _____

APROBADA

Presidente:

Dedicado

A mis queridos padres Paulina y Francisco

Agradecimientos

Este trabajo no se habría podido realizar sin la generosa colaboración de muchas personas e instituciones a quienes expreso mi agradecimiento.

A mis padres, Francisco Mamani y Paulina Alvarez, a mis hermanos Fredy, Mery y Julio, y a todos mis familiares por el apoyo incondicional el presente trabajo de investigación.

A mis tutores y asesores, Ing. M.Sc. Wilfredo Rojas, Ing. Raúl Esprella, Ing. Milton Pinto e Ing. Miguel Ángel Gonzáles, por haberme guiado y colaborado en las distintas etapas de la investigación.

A mis revisores, Ph.D. Alejandro Bonifacio, Ing. M.Sc. Félix Mamani e Ing. David Callisaya, por las sugerencias emitidas para mejorar lo escrito.

A la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, PROINPA, en especial al Área de Recursos Genéticos por el apoyo técnico y por haberme facilitado los medios para desarrollarme en la práctica profesional.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, casa de estudio que me cobijo y me impartió sus conocimientos durante mi carrera universitaria.

Al Programa Ayni Juvenil y a la Unidad de Producción Socialista UPS, por haberme facilitado los medios para que concluyera mis estudios.

Al Ing. José Luís Soto por su desinteresada colaboración en el presente trabajo y a Manuel Morales Olivera por su apoyo incondicional en mis estudios.

A todos mis amigos y compañeros, en especial a Fabián Trillo y Leticia Quispe, quienes apoyaron desinteresadamente en el presente trabajo.

Y por sobre todas las cosas a Dios, por regalarme la vida y por darme la sabiduría para desarrollarme como persona.

INDICE GENERAL

	Pág.
CONTENIDO	i
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE FOTOS	vii
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivos general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Cultivo de haba	3
2.1.1 Origen y distribución.....	3
2.1.2 Importancia del cultivo en Bolivia.....	3
2.1.3 Condiciones climáticas del cultivo.....	5
2.1.4 Condiciones del suelo para el cultivo.....	5
2.1.5 Posición taxonómica.....	5
2.1.6 Variedades botánicas.....	6
2.1.7 Morfología.....	7
2.1.8 Ciclo del cultivo y fases fenológicas.....	10
2.2 Recursos Fitogenéticos	11
2.2.1 Germoplasma.....	12
2.2.2 Conservación de recursos fitogenéticos.....	12
2.2.3 Conservación ex – situ.....	13
2.2.4 Bancos de germoplasma de haba en Bolivia.....	16
2.2.5 Variabilidad genética de haba en Bolivia.....	16

2.3 Métodos estadísticos para el análisis de datos de caracterización	20
2.3.1 Estadística descriptiva.....	20
2.3.2 Coeficiente de correlación simple.....	20
2.3.3 Métodos multivariados.....	21
2.3.3.1 Análisis de componentes principales.....	22
2.3.3.2 Análisis cluster o conglomerados.....	23
2.3.3.3 Correspondencia múltiple.....	24
2.4 Aplicación de métodos multivariados en estudios de variabilidad genética de haba	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Localización	26
3.1.1 Clima.....	27
3.1.2 Suelo.....	27
3.1.3 Vegetación.....	28
3.2 Materiales	28
3.2.1 Material de campo.....	28
3.2.2 Material genético.....	29
3.2.3 Material de gabinete.....	29
3.3 Métodos	30
3.3.1 Procedimiento experimental.....	30
3.3.2 Variables caracterizadas.....	34
3.3.3 Análisis estadístico.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1 Descripción de variables cuantitativas	43
4.1.1 Análisis de estadística descriptiva.....	43
4.1.1.1 Días a la floración.....	44
4.1.1.2 Días a la vaina.....	44
4.1.1.3 Días a la madurez.....	44
4.1.1.4 Longitud de inflorescencia.....	45
4.1.1.5 Número de flores por inflorescencia.....	45

4.1.1.6	Número de foliolos por hoja.....	46
4.1.1.7	Longitud del foliolo.....	46
4.1.1.8	Ancho del foliolo.....	46
4.1.1.9	Número de ramas basales.....	47
4.1.1.10	Diámetro del tallo.....	47
4.1.1.11	Número de vainas en el 2do nudo productivo.....	48
4.1.1.12	Altura a la vaina más baja.....	48
4.1.1.13	Altura de planta.....	48
4.1.1.14	Longitud de vaina.....	49
4.1.1.15	Número de semillas por vaina.....	49
4.1.1.16	Número de vainas por planta.....	50
4.1.1.17	Número de semillas por planta.....	51
4.1.1.18	Peso de semillas por planta.....	51
4.1.1.19	Peso de 100 semillas.....	52
4.1.2	Análisis de correlación simple.....	53
4.1.3	Análisis de conglomerados.....	56
4.1.4	Análisis de componentes principales.....	57
4.1.4.1	Distribución espacial de variables.....	60
4.1.4.2	Distribución espacial de accesiones.....	62
4.1.5	Accesiones promisorias.....	63
4.2	Descripción de variables cualitativas.....	64
4.2.1	Análisis de frecuencias.....	64
4.2.1.1	Tipo de crecimiento.....	64
4.2.1.2	Color de la flor (estandarte).....	64
4.2.1.3	Intensidad de las rayas en el pétalo (estandarte).....	65
4.2.1.4	Color del pétalo (ala).....	66
4.2.1.5	Pigmentación del tallo al momento de floración.....	66
4.2.1.6	Forma del foliolo.....	67
4.2.1.7	Ramificación superior.....	67
4.2.1.8	Distribución de vainas en el tallo.....	68
4.2.1.9	Postura de vainas en el tallo.....	68

4.2.1.10 Color de tallo a la madurez.....	69
4.2.1.11 Color de vaina a la madurez fisiológica.....	69
4.2.1.12 Color de la semilla.....	69
4.2.2 Análisis de correspondencia múltiple.....	71
4.2.2.1 Análisis de los estados de las variables cualitativas.....	73
4.2.2.2 Grupos de accesiones conforme caracteres comunes.....	75
5. CONCLUSIONES.....	77
6. RECOMENDACIONES.....	79
7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	80
ANEXOS.....	85
Información de 19 variables cuantitativas de 180 accesiones del germoplasma de haba.....	86
Información de 12 variables cualitativas de 180 accesiones del germoplasma de haba.....	91

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición bromatológica en base a grano seco.....	4
Cuadro 2. Superficie cultivada, producción y rendimiento de haba en Bolivia.....	4
Cuadro 3. Clasificación de métodos estadísticos de análisis multivariado.....	22
Cuadro 4. Clasificación de los métodos multivariados.....	22
Cuadro 5. Detalle de procedencia de las accesiones de haba del BNGA.....	29
Cuadro 6. Detalle de las variables caracterizadas en la colección de haba, 19 cuantitativas y 12 cualitativas.....	34
Cuadro 7. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 19 variables cuantitativas (n = 180).....	43
Cuadro 8. Matriz de correlaciones entre 19 variables cuantitativas en 180 accesiones de haba.....	54
Cuadro 9. Valores propios y correlación asociada a los primeros cuatro componentes principales.....	58
Cuadro 10. Caracteres evaluados según el estado, y la frecuencia de accesiones.....	65
Cuadro 11. Valores propios y contribución de las variables originales.....	71

INDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la comunidad Cullucachi, en el municipio de Batallas, provincia Los Andes, departamento de La Paz, Bolivia.....	26
Figura 2. Climadiagrama de la Estación Meteorológica de Chirapaca, comunidad vecina de Cullucachi.....	27
Figura 3. Dendrograma del análisis de agrupamiento jerárquico de 19 variables caracterizadas morfológicamente.....	56
Figura 4. Gráfica entre valores propios y componentes principales.....	58
Figura 5. Distribución de las variables originales de accesiones sobre el primer y segundo componente principal en la caracterización de la colección de haba.....	61
Figura 6. Distribución espacial de 180 accesiones de la colección de haba sobre el primer y segundo componente.....	62
Figura 7. Frecuencia de 180 accesiones de haba respecto a la pigmentación del tallo.....	66
Figura 8. Frecuencia de 180 accesiones de haba en relación al color de semilla.....	70
Figura 9. Distribución de 9 variables cualitativas en el primer y segundo factor/dimensión.....	72
Figura 10. Distribución espacial de los estados de 9 variables cualitativas caracterizadas.....	73
Figura 11. Distribución espacial de 180 accesiones de germoplasma de haba conforme a la dimensión 1 y 2.....	75

INDICE DE FOTOS

	pág.
Foto 1. Identificación de plantas con marbete.....	32
Foto 2. Parcela de germoplasma de haba.....	32
Foto 3. Secado del germoplasma de haba.....	33
Foto 4. Desgrane de las semillas de haba	33
Foto 5. Floración de plantas.....	45
Foto 6. Formación de vaina.....	45
Foto 7. Madurez fisiológica.....	45
Foto 8. Longitud del racimo.....	45
Foto 9. Flores por inflorescencia.....	45
Foto 10. Número de folíolos por hoja.....	46
Foto 11. Número de ramas basales.....	47
Foto 12. Diámetro del tallo.....	47
Foto 13. Longitud de vainas.....	49
Foto 14. Número de semillas por vaina.....	49
Foto 15. Número de vainas por planta.....	50
Foto 16. Número de semillas por planta.....	51
Foto 17. Peso de semillas por planta	52
Foto 18. Peso de 100 semillas.....	52
Foto 19. Color de la flor (estándarte).....	66
Foto 20. Intensidad de rayas (estándarte).....	66
Foto 21. Color del pétalo (ala).....	66
Foto 22. Forma del foliolo.....	67
Foto 23. Postura de vaina erecto.....	68
Foto 24. Postura de vaina horizontal.....	68
Foto 25. Postura de vaina pendiente.....	68
Foto 26. Colores de las semillas del germoplasma.....	70

RESUMEN

Se estudió las características fenotípicas de 180 accesiones de haba conservadas en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos. La investigación se desarrolló en la comunidad Cullucachi, provincia Los Andes - La Paz. Se evaluaron 31 variables (19 cuantitativas y 12 cualitativas), la información fue analizada mediante la estadística descriptiva y multivariada.

La mayor variabilidad del germoplasma se mostró en las variables, peso de semillas por planta, número de semillas por planta, número de vainas por planta, altura a la vaina más baja, número de ramas basales y peso de cien semillas.

Las variables fenológicas mostraron asociación entre ellas, caracterizando accesiones de ciclo corto, intermedio y largo. Por su parte las variables de arquitectura de planta mostraron asociación entre ellas, caracterizando plantas altas con mayor número de ramas basales, con folíolos grandes en las hojas, tallos gruesos, mayor altura a la vaina más baja, racimos largos con mayor número de flores, mayor número de vainas y semillas por planta, este comportamiento también fue identificado en sentido contrario.

El análisis de componentes principales permitió identificar 4 componentes significativos que explican más de 72% de la varianza total, el primer componente mostró correlaciones significativas entre la mayoría de las variables de arquitectura de planta, el segundo componente mostró correlaciones positivas entre las variables fenológicas y correlaciones negativas entre longitud de vaina y número de semillas por vaina.

Las variables, tipo de crecimiento, color del pétalo “estandarte” y color del pétalo “ala”, mostraron homogeneidad en todo el germoplasma, en cambio pigmentación del tallo, color de semilla y postura de vaina en el tallo, mostraron heterogeneidad.

El análisis de correspondencia múltiple permitió agrupar tres grupos de accesiones con características comunes, las variables pigmentación del tallo al momento de la floración, postura de la vaina en el tallo y distribución de vainas en el tallo fueron los que más aportaron en la conformación de los grupos.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia existe una diversidad de ecotipos de haba que están muy bien adaptadas a los diferentes ecosistemas o nichos ecológicos en los valles y del altiplano. La diversidad de la especie se refleja en las diferentes características fenotípicas que muestran las poblaciones, de esta manera constituyéndose en una fuente de genes muy valiosa, que significa para el ser humano un recurso de mucha importancia en la seguridad alimentaría.

El cultivo de haba es considerado de interés en las regiones de los valles y el altiplano, por ofrecer grandes bondades a la humanidad, por su contenido del 24% de proteína, por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium* que permiten mantener la fertilidad de los suelos y por su abundante follaje que genera forraje para la alimentación animal, estas cualidades hacen del cultivo, que forme parte en el sistema de producción agrícola.

La diversidad genética de haba en Bolivia, se conserva en forma ex - situ en Bancos de Germoplasma y en forma in - situ en las parcelas de los agricultores. La investigación en Bancos de Germoplasma fue iniciado por el entonces Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) a través del Programa Nacional de Leguminosas de Grano (PNLG) y por el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP) que actualmente conserva el germoplasma nacional de haba.

Por su parte en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA), se conservan más 220 accesiones de haba, constituyéndose en una parte de la riqueza genética que ofrece beneficios a la agricultura, para iniciar su uso apropiado del material conservado, se realizó el trabajo de investigación en la caracterización fenotípica del germoplasma conservado, describiendo las características morfológicas, fenológicas y agronómicas, que fueron evaluados en forma cuantitativa y cualitativa en la región del altiplano norte.

La información generada de la caracterización en campo, fue analizada estadísticamente, lo cual permitió identificar variables más discriminantes que

muestran la variabilidad fenotípica del germoplasma, diferentes patrones de variación que permiten agrupar accesiones según sus características comunes y se identificaron accesiones promisorias según las variables de rendimiento para la región del altiplano norte.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- ✦ Contribuir a la descripción fenotípica de la colección de germoplasma de haba conservada en el Banco Nacional de Granos Altoandinos.

1.1.2 Objetivo específicos

- ✦ Caracterizar y evaluar las variables fenotípicas la colección de germoplasma de haba.
- ✦ Determinar los patrones de variación e identificar las variables cuantitativas y cualitativas más discriminantes.
- ✦ Clasificar grupos de accesiones con diferentes características comunes.
- ✦ Identificar accesiones promisorias en base al rendimiento en grano seco para la zona del altiplano norte.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultivo de haba

2.1.1 Origen y distribución

Según Vavilov, los centros de origen de esta especie, están en el Asia Central y en la región Mediterránea, aunque a Etiopía, una región del África Oriental también se la considera como otro centro independiente de los anteriores (Box, 1961).

El cultivo fue extendiéndose por toda la cuenca mediterránea, casi desde el comienzo de la agricultura. Los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose a través de la Ruta de la Seda hasta China, e introducido en América, tras el descubrimiento del Nuevo Mundo (www.infoagro.gov.bo, 2003).

Según Piérola (1997), es una especie originaria del Medio Oriente o más específicamente de la Mesopotámia, con migraciones hacia la cuenca del Mediterráneo, Etiopía, India, Afganistán, China, Europa Central y Norte y migraciones tardías a América del Sud durante el siglo XVI, constituyéndose en un importante centro secundario de diversificación en los países Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador y México.

2.1.2 Importancia del haba en Bolivia

Esta especie, por su cualidad nutritiva del 25% de proteína y por el bajo costo de sus granos, es de importancia para la alimentación humana, especialmente de la gente de bajos ingresos. Además se destaca por su tolerancia a las bajas temperaturas de la zona andina y su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, esta última característica, contribuye a mejorar el suelo (Waaijenberg, 2000).

En Bolivia, el haba es un cultivo importante en las cabeceras de valle y zonas altas (2.500 a 3.850 msnm). Es una fuente de proteína barata para la

alimentación humana y su follaje sirve como forraje para la alimentación del ganado. Es una especie tolerante a heladas y sus raíces en simbiosis con bacterias, fijan y aportan al suelo cantidades importantes de nitrógeno atmosférico lo que permite ahorrar en el uso de fertilizantes químicos, es un componente importante de los sistemas de rotación (IBTA *et al.* 1996).

Según MACA (2005), el cultivo de haba tiene la siguiente composición bromatológica en base al grano seco (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición bromatológica en base a grano seco.

Especie	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasas (%)	Carbohidratos (%)	Calorías cal/kg de alimento
Haba	11	23.4 – 25.9	2.4	55.3	11

Fuente: Ficha técnica MAGDER, Cultivo de haba 2002.

En la zona andina de Bolivia, el cultivo de haba es el más importante entre las leguminosas; esta importancia radica en diversos factores: Su rol en los sistemas productivos agrícolas (rotación, abono verde, fijador de nitrógeno y otros); insumo alimenticio en ganado; fuente proteica en la alimentación de la familia productora; fuente de ingresos por su venta en mercados de consumo interno de haba verde y seca y externo de haba seca (Balderrama *et al.* 2001).

Una bondad de haba radica en la rotación de los cultivos puesto que aporta nitrógeno atmosférico al suelo mediante simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*, contribuyendo al enriquecimiento del suelo agrícola (SEDAG, 2004).

Según INE (2004) se tiene el siguiente comportamiento en la superficie cultivada, producción y rendimiento en Bolivia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie cultivada, producción y rendimiento de haba en Bolivia

Año agrícola	Superficie (Hectáreas)	Producción (Toneladas Métricas)	Rendimiento (Kilogramos/Hectárea)
1999 – 2000	33805	65197	1929
2000 – 2001	33646	65846	1957
2001 – 2002	33190	59959	1807
2002 – 2003 (p)	33200	59231	1784
2003 – 2004 (p)	32484	58068	1788

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería
Elaboración: Muller Asociados

2.1.3 Condiciones climáticas del cultivo

El haba es una especie anual adaptada a climas fríos, templados y templados con pluviosidades elevadas. En Bolivia, el haba se cultiva en una amplia gama de ambientes que oscilan desde los valles mesotérmicos (2000 msnm) hasta las mesetas altoandinas del altiplano (3800 msnm). La presencia de heladas cuando las plantas son muy pequeñas o están germinando, puede causar la muerte de los tejidos apicales, sin embargo tiene la capacidad de rebrotar y continuar con su desarrollo vegetativo (Crespo, 1996).

El cultivo de haba se desarrolla muy bien en climas templado- fríos, tolera heladas ligeras y requiere de una provisión permanente de humedad, aunque es ligeramente resistente a la falta de agua. Durante la floración requiere de al menos 10 °C de temperatura y un nivel de 25% de humedad aprovechable en el suelo para evitar la caída de las flores y vainas (MACA, 2005).

2.1.4 Condiciones del suelo para el cultivo

El haba tolera diversos tipos de suelos, aunque prospera mejor en suelos sueltos y ricos en materia orgánica. Se adapta a un margen amplio de pH entre 5 y 8 siendo el óptimo 6.5 (Jansen 1989, citado por Crespo 1996).

El cultivo de haba prospera bien en suelos livianos, franco-arenosos y también en suelos arenosos; los suelos compactos y pesados afectan el desarrollo radicular de las plantas, especialmente por la acumulación de agua en sus poros que ocasionan una mayor proliferación de enfermedades radiculares y la posterior muerte de la planta por pudrición de las raíces (CEPROBOL, 2004).

2.1.5 Posición taxonómica

La posición taxonómica de esta especie es el siguiente: Subreino: Fanerógamas; División: Magnoliophyta (Angiospermas); Clase: Magnoliopsida (Dicotiledonias); Subclase: Rosidae; Orden: Fabales; Familia: Fabaceae (Leguminosae); Sub-familia: Papilionoideae; Tribu: Viciae; Género: *Vicia*; Especie: *Vicia faba* L; Nombre común: Haba (Waaijenberg, 1996).

2.1.6 Variedades botánicas

Según Crespo (1996), diversas clasificaciones botánicas han sido propuestas por muchos científicos y taxonómos (Muratova 1931; Hanelt 1972; Cubero 1974). La clasificación de Cubero (1974) es la más simple y reconoce sólo cuatro variedades botánicas: *major*, *equina*, *minor* y *paucijuga*. La variedad botánica *paucijuga* es la silvestre y las tres *major*, *equina* y *minor* son variedades cultivadas.

En la página www.puc.cl/sw_educ/cultivos/Leguminosas/haba.htm s/a, se menciona que en el cultivo de haba es posible distinguir tres variedades botánicas, todas cultivadas, las cuales se diferencian fundamentalmente en el tamaño de sus semillas:

a) *Vicia faba* L. var. *minor* (Harz) Beck, sus semillas son de tamaño pequeño, de forma elipsoidal y pesan en promedio entre 0,3 a 0,7 g cada una. Sus vainas son cilíndricas, miden entre 8 a 15 cm de largo y contienen tres a cuatro semillas; estas últimas miden entre 0,7 a 1,3 cm de largo.

b) *Vicia faba* L. var. *equina* sus semillas son de tamaño mediano, de forma aplastada y el peso promedio de cada una varía entre 0,7 a 1,1 g las vainas, que son de tamaño intermedio, presentan una dehiscencia moderada y contienen tres a cuatro semillas; estas últimas miden entre 1,3 a 1,7 cm de largo.

c) *Vicia faba* L. var. *major* (Harz) Beck, es la más usada para consumo en verde; sus semillas son de tamaño grande, alcanzando un peso promedio por semilla de entre 1,2 a 1,8 g. Sus vainas son indehiscentes, miden de 12 a 35 cm de largo y contienen cuatro a cinco semillas; éstas miden entre 2 a 3 cm de largo.

Según MACA (2005), en Bolivia existen una diferenciación en la denominación de los ecotípos, de acuerdo a zonas donde se siembran el cultivo de haba, los granos grandes se denominan habillas; estos corresponden a la variedad botánica *V. faba* var. *major*, los granos medianos cultivados principalmente en los valles interandinos pertenecen a la variedad botánica *V. faba* var. *equina*.

2.1.7 Morfología

Según Mateo 1961, Orellana y de la Cadena en 1992 (citado por Crespo 1996), el haba es una planta anual de consistencia herbácea que presenta:

a) Raíz

La raíz es pivotante y adquiere generalmente gran desarrollo alcanzando hasta 1.5 m de profundidad. La raíz principal es vigorosa, profunda y se lignifica considerablemente. Las raíces secundarias son menos desarrolladas y por característica general en estas se forman nódulos, donde se alojan las bacterias del género *Rhizobium* fijadoras de nitrógeno atmosférico.

b) Tallo

El tallo es de porte erguido, fistuloso y robusto, de sección cuadrangular y glabra de 5 a 10 mm de diámetro de consistencia herbácea en los primeros estadios y variando en altura desde 0.50 a 1.80 m, dependiendo de la variedad, densidad de siembra, fertilidad del suelo y condiciones ecológicas, asimismo toma consistencia leñosa a la cosecha, forma macollos que nacen en el cuello de la planta o en la base del tallo y el número fluctúa dependiendo de la variedad, en casos óptimos alcanza hasta 12 siendo su promedio de 4 a 6 macollos, el color es variable desde verde al verde rojizo.

c) Hojas

Las hojas son compuestas paripinadas, con 4 a 7 folíolos glabros opuestos o alternados de borde entero o dentadas en el ápice, de forma elíptica, ovoide o lineal que casi siempre son anchos y netamente faciales. La cara superior o haz, suele ser de color verde más intenso, menos nervosa que la cara inferior o envés. El raquis es bien desarrollado y es considerado el eje mediano de la hoja, los folíolos se insertan casi directamente por la falta de pecíolo.

d) Inflorescencia

La inflorescencia es de tipo racimo de origen axial. Se origina en un pedúnculo corto, seguido de raquis donde se insertan las flores por medio de los pedicelos, que son pedunculillos que sostienen a la flor, los que son muy

pequeños, aparentemente nulos. De esta manera las flores se encuentran sobre ejes de tercer grado, siendo eje de primer grado, el tallo vegetativo que origina la inflorescencia, el pedúnculo es el eje secundario y el pedicelo el eje terciario y son de racimo unilateral porque las flores se insertan y dependen de un solo contacto del raquis.

Las flores son de simetría bilateral, zigomorfas, agrupadas en racimos en número de 2 a 12 flores. Tienen corola evolucionada, dialipétala con un pétalo superior llamado estandarte u ovexilo, 2 laterales libres llamados alas y 2 inferiores soldados a lo largo de su línea de contacto. Este conjunto se llama quilla, el cual envuelve y protege los órganos sexuales de la flor.

Las flores son de coloración blanca, cremosa o azulada tienen manchas negras o pardas en las dos alas, el estandarte tiene una mancha o lunar en la base, además de estrías características. El cáliz es de color verde en forma de tubo constituido por cinco sépalos unidos y termina en cinco lóbulos o dientes.

El androceo consta de diez estambres diadelfos, nueve de ellos soldados, formando un tubo que encierra el gineceo, quedando libre el décimo estambre. El gineceo esta formado por una sola hoja carpelar, diferenciada en ovario, estilo y estigma. El ovario es cilíndrico lateralmente comprimido, donde los óvulos se insertan en una sola hilera en la sutura placentar o ventral. El estilo es filiforme, con pelos debajo del estigma en forma de barba o cepillo. El estigma se encuentra protegido en la quilla, es grueso, convexo y papiloso o viscoso.

e) Fruto

El fruto es una vaina o legumbre gruesa, carnosa alargada y algo comprimida, con las semillas dispuestas en una ventral. La dehiscencia ocurre en las suturas dorsal y ventral, separándose en dos valvas o mitades. Las vainas son de color verde al estado tierno y a la madurez se tornan de color negro y consistencia coriácea.

Las vainas cuando están verdes, se las encuentra tapizadas interiormente de un tejido blando de color blanquecino y de consistencia aterciopelada (tejido esponjoso y parenquimatoso) que encierra de dos a diez semillas grandes o

comprimidas de color y tamaño diferentes de acuerdo al cultivar. La disposición de los frutos varia, desde erguidos, formando un ángulo muy agudo con el tallo, hasta colgantes. Las dimensiones difieren de acuerdo a la variedad, pudiendo alcanzar desde cinco hasta treinta centímetros.

f) Semillas

Las semillas son de forma ovalada, de superficie lisa, opaca y brillante, de coloración muy variada que va desde colores oscuros hasta los claros, así el color puede ser negro, rojo, verde morado, pardo, grisáceo, blanco-cremoso o blanco; también pueden ser jaspeados o de dos colores.

El tamaño de las semillas varia desde pequeño, con un largo de 1.6 cm en la subespecie *minor*, hasta semillas grandes, con un largo aproximado de 3.5 cm en la subespecie *major*. Exteriormente el tegumento presenta varias partes o apéndices que sirven para reconocer las especies, entre ellas está el hilio o cicatriz dejada en la semilla por la separación del funículo; que es opaco, ovalado o lineal y generalmente de color negro. El tegumento es impermeable (duro) y es un factor importante para la conservación de la vitalidad.

Según MACA (2005), el haba se caracteriza por ser una planta de ciclo anual y de porte recto, que presenta:

Un sistema radicular muy desarrollado, donde se encuentran nódulos que contienen bacterias fijadoras de nitrógeno. Los tallos son de coloración verde, fuertes, angulosos y huecos, ramificados de hasta 1.5 m de altura. Sus hojas son alternas, compuestas paripinadas, con folíolos anchos ovales y redondeados de color verde y desprovisto de zarcillos.

Las flores son axilares, agrupadas en racimos de 2 a 8 flores y poseen una mancha grande de color negro o violeta en las alas. El fruto es una legumbre (vaina) de longitud variable, pudiendo alcanzar 35 cm. El número de granos por vaina oscila entre 2 a 9. El color de la semilla es verde amarillento, aunque hay de otras coloraciones.

2.1.8 Ciclo del cultivo y fases fenológicas

Según Crespo (1996) la energía germinativa en esta especie disminuye notablemente después de 5 a 6 años. La semilla es de germinación hipogea, es decir la testa y los cotiledones permanecen debajo de la tierra, su duración es variable de 12 a 15 días dependiendo principalmente de la temperatura y la humedad del suelo.

Cumple su ciclo vital en 6 a 9 meses y fructifica en un solo periodo, pero en tres etapas continuas diferenciadas y de acuerdo a los segmentos de la planta. Primero florece y fructifica el tercio inferior (vainas bajas), seguidamente florece y fructifica el segundo tercio, que constituye el más importante y significativo para la producción, finalmente lo hace el tercio superior quedando las vainas generalmente pequeñas. Las últimas flores a veces no desarrollan bien formando vainas “vanas”.

IBTA *et al.* (1996), dividen en dos grupos, los cultivares de haba para valle que alcanzan la madurez en vaina a 4 a 5 meses después de la siembra y de 4.5 a 5.5 meses en grano seco. En cambio los cultivares de haba para zonas altas alcanzan la madures en vaina verde 4 a 7 meses después de la siembra y de 5 a 8 meses en grano seco.

Según MAGDER (2001), la siembra de haba es característica de las regiones del altiplano y valles con ciclos vegetativos de 150-240 días.

Emergencia: Cuando la semilla absorbe agua se rompe la testa y emerge la radícula y se convierte en raíz primaria, apareciendo en ella las raíces secundarias y terciarias. Entre los 15 a 30 días el epicótilo empieza a crecer y se muestra sobre el nivel del suelo la plumilla.

Primera Hoja Compuesta: El epicótilo continúa desarrollándose y la primera hoja compuesta con dos folíolos empieza a desplegarse horizontalmente. Al final de esta fase el epicótilo detiene su crecimiento.

Macollamiento: La plántula presenta la segunda hoja compuesta totalmente desplegada en el punto de inserción de los cotiledones, aparecen los macollos que crecen, esta fase se da a los 45 días.

Formación de botones florales: Generalmente a partir de la axila de la quinta hoja compuesta, se desarrolla el primer botón floral esto a los 50 -70 días.

Formación de vainas: El inicio de esta fase se desarrolla en el tallo principal, donde aparecen las primeras vainas, esto coincide con la caída de la corola de la primera flor. Esta se da a los 65-120 días siendo susceptible a heladas.

Maduración de vainas inferiores: Las vainas inferiores alcanzan su tamaño definitivo, la semilla cambia de verde al color característico de la variedad, apareciendo la pigmentación. Esta fase es altamente susceptible a las heladas.

Madurez fisiológica: Esta última fase se caracteriza por el cambio de color de la vaina de verde a verde limón y posteriormente adquiere el color negro.

2.2 Recursos fitogenéticos

Los recursos fitogenéticos son la suma de todas las combinaciones de genes, esto implica que el material (el germoplasma) tiene o puede tener valor económico o utilitario, actual o futuro. En tanto son útiles, el hombre aprovecha los recursos fitogenéticos y para ello debe conocerlos, manejarlos, mantenerlos y utilizarlos racionalmente (Jaramillo y Baena, 2000).

La variabilidad genética conocida también como recursos genéticos, se refiere a la variación hereditaria dentro y entre poblaciones de organismos, cuya base está en los cromosomas (ADN) y puede ser manipulada por la tecnología tradicional y moderna como la biotecnología, ingeniería genética, etc. (CONAM, PNUP 2001).

Los recursos fitogenéticos comprenden la diversidad genética del mundo vegetal que se considera poseedora de un valor para el presente o el futuro (Esquinas Alcázar 1993, citado por Revollo 2004).

Los recursos fitogenéticos son recursos limitados y perecederos, que proporcionan la materia prima o genes que debidamente utilizados y combinados por los términos en genética vegetal originan mejores cultivares de plantas (Esquinas Alcázar 1983, citado por Guzmán 1996).

2.2.1 Germoplasma

Desde el punto de vista etimológico “germoplasma” deriva del latín “germen” que significa “principio rudimental de un nuevo ser orgánico” y del griego “plasma”, que significa “formación”, por lo tanto; germoplasma se define como a la formación del principio rudimental de un nuevo organismo (Bonifacio, 2001).

El germoplasma constituye el elemento de los recursos genéticos que incluye la variabilidad genética intra e inter específica, con fines de utilización en la investigación en general y especialmente en le mejoramiento genético (Goedert *et al.* 1997, citado por Revollo, 2004).

Según Holle (2004), se denomina germoplasma a cualquier parte de una planta que contiene la información genética necesaria para regenerar y producir una nueva planta adulta.

2.2.2 Conservación de recursos fitogenéticos

Las plantas se conservan dependiendo de su necesidad y/o utilidad actual y futura. Los recursos fitogenéticos se pueden conservar en sus hábitat natural (*in situ*), en condiciones diferentes a las de su hábitat natural (*ex situ*), o combinado los métodos *in situ* y *ex situ*, es decir, de manera complementaria. La selección de uno o varios métodos depende de las necesidades, las posibilidades y de la especie objetivo (Jaramillo y Baena 2000).

Checa *et al.* (1998), la conservación y el manejo de los recursos genéticos es uno de los objetivos prioritarios de la investigación agrícola, por la importancia que ellos representan tanto para la población actual como para las futuras generaciones. En este contexto los bancos de germoplasma tienen gran valor potencial, considerando que en las diferentes colecciones se conservan los genes que no solo son fuente de resistencia a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas, sino que pueden ser la solución de futuros problemas.

2.2.3 Conservación ex - situ

La conservación *ex situ* sirve para proteger desde especies silvestres y formas regresivas cultivadas. Aplicadas a especies domesticadas, la conservación *ex situ* busca conservar fuera de centros de origen o diversidad tanto las especies como la variabilidad producida durante el proceso evolutivo de domesticación (Jaramillo y Baena, 2000).

Ex situ se refiere a la conservación de las especies silvestres y/o cultivadas fuera de su hábitat natural, a través de diferentes alternativas como bancos de germoplasma, jardines botánicos y por técnicas biotecnológicas en laboratorio.

Etapas de conservación ex - situ

Según Jaramillo y Baena (2000), la conservación ex -situ de germoplasma comprende una serie de actividades que inician con la adquisición del material y pueden llegar a incluir la utilización del mismo o el aprestamiento para la utilización. Estas actividades o etapas incluyen:

a) Adquisición del germoplasma: El germoplasma se puede adquirir por múltiples razones como protegerlo, estudiarlo, mejorarlo, distribuirlo y/o completar una colección existente y se puede obtener mediante la colecta, el intercambio o la donación.

b) Multiplicación preliminar: La multiplicación preliminar es el incremento inicial del germoplasma en condiciones óptimas de cultivo para garantizar muestras suficientes, viables y que mantengan la identidad genética original. El material multiplicado permitirá almacenar, conservar y distribuir las especies objetivo y establecer poblaciones representativas para caracterización y evaluación. Casi siempre es necesaria debido a que las muestras obtenidas por donación/intercambio o colecta generalmente son pequeñas o poco viables.

c) Almacenamiento: La conservación de los recursos fitogenéticos no se limita a la consecución y posesión física de los materiales (recolección y almacenamiento) sino que requiere asegurarla la existencia de estos en condiciones viables y con sus características genéticas originales.

d) Manejo de germoplasma conservado: Una vez que el material se acondiciona y almacena en el sitio de conservación, en condiciones óptimas para asegurar su supervivencia, se realizan las actividades de manejo del mismo, iniciando con las de caracterización y evaluación.

e) Caracterización y evaluación: Los recursos fitogenéticos se conservan para utilizarlos y ello sólo es posible si se conocen sus características y posibles usos. La información que nos permite conocer el germoplasma y determinar su utilidad proviene de tomar y analizar un conjunto de datos sobre el germoplasma, en diversas etapas de la conservación pero principalmente durante la caracterización y evaluación.

– **Caracterización del germoplasma**

La caracterización del germoplasma consiste en describir sistemáticamente las accesiones de una especie a partir de características cualitativas, como el hábito de crecimiento y el color de las flores. Estas características son de alta heredabilidad y no varían con el ambiente.

La caracterización se realiza en una población representativa de la accesión y mediante una lista de descriptores (características) y los instrumentos para registrarlos. El material que se va a caracterizar se siembra en el campo o en invernaderos, en parcelas debidamente identificadas y en condiciones de manejo uniformes. Establecidos las poblaciones objetivo, se observan las características de la especie en las diversas etapas de desarrollo y se registra la expresión a partir de un conjunto seleccionado de descriptores. Los datos se toman y se registran de forma sistemática, ordenada y consiste para facilitar su posterior análisis estadístico y para que la información que se obtenga en diferentes regiones a partir de los mismos descriptores sea comparable y compatible (Jaramillo y Baena, 2000).

La caracterización, como parte integrante del manejo de recursos genéticos, permite medir características fenotípicas en base a las cuales se puede clasificar un determinado germoplasma, con la perspectiva de utilizar dicha información en programas de mejoramiento (González *et al.* 1998).

En la caracterización de una especie se estima la variabilidad existente en el genoma de la población de individuos que la conforman. Así, el genoma de las especies de animales o plantas contiene toda la información codificada en forma de genes que se necesitan tanto para establecer su identidad morfológica como para desarrollar todos los procesos y funciones vitales para su supervivencia (Hidalgo, 2003).

– ***Evaluación del germoplasma***

La evaluación consiste en describir las características agronómicas de las accesiones (rendimiento o resistencia a estrés biótico o abiótico) generalmente cuantitativas (variables con el ambiente) y de baja heredabilidad en el máximo posible de ambiente, con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y/o el mejoramiento de cultivos.

En la caracterización y evaluación del germoplasma no es suficiente registrar, organizar y almacenar los datos; es preciso analizarlos y ponerlos a disposición de los usuarios. Sin análisis, no habrá conclusiones sobre la utilidad potencial del germoplasma. Los datos obtenidos y analizados deben representar fielmente las características y el comportamiento de las accesiones, de manera que permitan diferenciarlas y seleccionar aquellas con potencial para el mejoramiento de cultivos. De ahí la importancia de que el germoplasma esté debidamente caracterizado y evaluado (Jaramillo y Baena, 2000).

con la información que se genera de la caracterización y evaluación de las colecciones de germoplasma es posible medir su variabilidad genética o conocer que tan variables son las accesiones que lo conforman, a través de la similitud o diferenciación de los rasgos que caracterizan a cada una de ellas (Rojas, 2003).

– ***Documentación***

La conservación de germoplasma, en sus diversas etapas, comprende una gama de actividades para las cuales se requiere información o de las cuales se deriva información. Esta puede referirse a las especies, sus sitios de origen y las actividades o etapas de la conservación se denomina documentación y es fundamental para conocer el germoplasma y tomar decisiones sobre su manejo.

El valor del germoplasma aumenta a medida que se conoce; de ahí la importancia de que esté bien documentado (Jaramillo y Baena, 2000).

2.2.4 Bancos de germoplasma de haba en Bolivia

En el Centro de Investigaciones de Fitoecogenéticas de Pairumani se conservan adecuadamente 608 entradas de haba, tanto haba de valle como haba de altura (CIFP, 2001).

Según el informe Final de PNLG y MAGDER (1998), se logró implementar un Banco de germoplasma constituido de 450 entradas de haba, 50 de arveja y 100 frijol en la Estación Experimental de San Benito, Cochabamba. Es necesario señalar que el PNLG concluyó sus actividades en 1998.

En el Banco Nacional de Granos Altoandinos (BNGA) se conservan más de 220 accesiones de haba, este material genético proviene del altiplano y valles de nuestro país (Mamani *et al.* 2005).

2.2.5 Variabilidad genética de haba en Bolivia

Gonzáles *et al.* (1992), en el entonces Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) a través del Programa Nacional de Leguminosas (PNLG) se realizó la caracterización preliminar de 87 accesiones de haba en las Estaciones de Chinoli, Potosí a 3450 msnm y en Toralapa, Cochabamba a 3500 msnm, en la gestión agrícola 1991-1992. Los resultados obtenidos para algunas variables caracterizadas en las primeras 29 accesiones muestran coeficientes de variación de 22.50, 22.79, 24.55, 24.56 y 44.56%, para peso de 100 semillas, macollos por planta, longitud entrenudos debajo de la primera vaina, altura de planta y número de vainas por planta, respectivamente.

Waaijenbergh (2000), señala en la caracterización de 216 accesiones: 85 en Iscayachi, Tarija y 131 en Chinoli, Potosí, durante la gestión agrícola 1992-1993, el material caracterizado en ambos ambientes presentó alta variabilidad en coeficientes de variación para el número de vainas por planta 34%, longitud del entrenudo debajo de la primera vaina 29% y altura a la primera vaina 23%, sin

embargo para las variables días a madurez y longitud de vaina mostró mayor uniformidad.

En la caracterizaron 50 accesiones de haba en Chilcayo, Tarija, durante la gestión 1993-1994, reportó mayor porcentaje de coeficiente de variación en: número de vainas por planta 44.6%, longitud del entrenudo debajo de la primera vaina 30.1%, altura de la planta 24.6%, número de vainas por nudo 22.8% y granos por vaina 22.7%. Asimismo el 96% de las accesiones mostraron un ciclo vegetativo largo, con mayor a 180 días a la madurez.

Zegarra *et al.* 1997, clasificaron las accesiones en grupos conforme a sus características, para días a la floración mencionan que las plantas que florecen antes de los 80 días son consideradas precoces, las que florecen entre 80 a 110 días semitardías y las que florecen después de los 110 días tardíos. Asimismo para la madurez fisiológica, plantas que logran madurar antes de los 160 días son considerados precoces, los que maduran entre 160 a 190 días semitardíos y los que maduran después de los 190 días tardíos.

Por su parte para la longitud del foliolo mencionan, que foliolos con longitud menor a 5 cm son considerados pequeños, entre 5 a 7 cm intermedios y foliolos mayores a los 7 cm largos. Para longitud de vaina señalan, vainas con longitud menor a 7.5 cm son consideradas cortas, entre 7.5 a 10 cm intermedias y mayores a 10 cm largas. Para el caso de número de granos por vaina, vainas con menor a 2 granos es bajo, entre 2 a 2.5 granos intermedio y mayor a 2.5 granos altos. En el número de vainas por planta, plantas con menor a 15 vainas son bajas, entre 15 a 30 vainas intermedias y mayor a 30 vainas altas.

En relación a la altura de planta, menores a 50 cm son consideradas bajas en altura, de 50 a 100 cm intermedias y las que sobrepasan los 100 cm altas. Para el número de granos por planta, menor a 30 granos son bajas, de 30 a 80 granos intermedias y mayores a 80 granos altos. Y para el peso de semillas por planta se mencionan pesos menores a 50 gramos son consideradas bajas, de 50 a 100 gramos intermedias y mayores a 100 gramos altas.

Zegarra (1998) en la caracterización de 200 accesiones de germoplasma de haba de altura, en Toralapa, Cochabamba a 3420 msnm, reportó diferentes grados de variabilidad, mayores coeficientes de variación fueron para el peso de granos por planta 69.1%, número de granos 64.6%, vainas por planta 53.2%, presencia de ramificación basal 44.6%, altura a primera vaina 35.6% y número de vainas por nudo 30.7%.

Guzmán *et al.* (1994), en la caracterización de 240 accesiones de haba del Centro Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP): 126 en Pairumani y 114 K'ochimita-Tiraque se reportaron alta correlación entre el rendimiento y número de vainas, peso de granos por planta y altura de planta. Asimismo granos por vaina, número de ramas por planta y el peso de 100 granos muestran correlaciones entre ellas.

Piérola *et al.* (1995), en la evaluación de cuatro cultivares de valle, reportaron alta dispersión para las variables: número de granos por planta, días a la floración, madurez fisiológica, número de vainas por planta, peso de granos vaina y el rendimiento en grano planta. En el análisis de correlación sobresalió la correlación entre rendimiento y las variables número de granos planta $r=0.71$, número de vainas planta $r=0.67$, vainas por rama $r=0.61$ y el peso de granos planta $r=0.60$.

Choque (2005), en la evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades y tres ecotipos de haba en la comunidad Cumana, provincia Los Andes, La Paz, reportó para días a la cosecha de haba seca entre 189 y 222 días, siendo la variedad Pairumani 1 la más precoz y Pairumani 5 la más tardía.

Aguilar (2001), en la validación de variedades mejoradas de haba de altura y de valle en Belén, La Paz, reportó los siguientes rangos: de 22.5 a 54.3 vainas para número de vainas por planta; de 1.9 a 3.5 granos para número de granos por vaina; de 9.45 a 14 cm para longitud de vaina, de 48 a 81 cm en la altura de planta, en número de días a la floración de 51 a 80 días, para habas de valle y altura, respectivamente y para días a la madurez de 88 a 132.25 días. Respecto al variable peso de 100 semillas encontró menores y mayores pesos a 180 g/100 granos, siendo las habas de altura con mayor peso.

En el análisis de correlación reportó correlación positiva entre las variables altura de planta con vainas por planta y peso de cien semillas y asociación negativa con granos por vaina. Para granos por vaina registró asociación negativa con vainas por planta, peso de cien semillas y altura de planta.

IBTA *et al.* (1996), señalan para cultivares de valle, entre 50 a 150 cm de altura de planta, 3 a 6 ramas principales, 6 a 30 vainas por planta y de 1 a 6 granos por vaina. En cambio para cultivares de zona alta menciona de: 90 a 200 cm de altura de planta, de 3 a 10 ramas y de 10 a 60 vainas por planta. Asimismo clasifica en tres grupos las variedades conforme el tamaño de grano y peso: 100 granos pequeños pesan menor a 120 gramos (menor a 1.2 g/grano), 100 granos medianos pesan entre 120 a 180 gramos (1.2 a 1.8 g/grano) y 100 granos pesan por encima de los 180 gramos (mayor a 1.8 g/grano).

MACA (2005) señala que en Bolivia se distinguen dos grupos de variedades: aquellas adaptadas a los valles templados, cultivadas entre los 2.000 a 2.800 msnm, que son destinados al consumo en fresco y las variedades de zonas altas, cultivadas entre los 2.900 a 4.000 msnm, que son destinados para grano fresco y/o seco.

Las variedades de valle desarrollan entre 6 y 15 vainas por planta con 1 a 3 granos por cada vaina. Los granos secos son pequeños y pesan desde 0.8 hasta 1.4 g y tienen por lo general color blanco-cremoso. Las variedades mejoradas de haba, dependiendo del cultivar, forman entre 6 y 30 vainas por planta con 2 a 6 granos por cada vaina, por tanto esta es más larga, los granos secos son más uniformes en color y tamaño.

Los cultivares de zonas altas se cosechan de 7 a 8 meses después de la siembra, sus plantas alcanzan alturas entre 90 cm a 2 m, con 3 a 10 ramas y 10 a 60 vainas por planta. Además las variedades de haba forman tres grupos que se diferencian principalmente por el tamaño de grano: *Grano pequeño*, cada 100 granos pesa menos de 120 gramos, *grano mediano*, pesa entre 120 y 180 gramos por 100 granos y el *grano grande*, pesa por encima de los 180 gramos por 100 granos (mayor a 1.8 g/grano).

2.3 Métodos estadísticos para el análisis de datos de caracterización

2.3.1 Estadística descriptiva

Según Hidalgo (2003), permiten estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación con cada carácter. Los más comunes son el promedio, la media aritmética, el rango de variación, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV), que se utilizan en el análisis de datos cuantitativos. Estos se deben realizar antes de cualquier análisis multivariado ya que proporcionan una idea general de la variabilidad del germoplasma y permiten inmediatamente detectar datos no esperados y errores de mediciones en el ingreso de datos, entre otros.

a) La media aritmética: Es una medida de tendencia central que ayuda a caracterizar el germoplasma y permite relacionar un atributo de una accesión con un valor central de dicho atributo.

b) El rango de variación o amplitud total: Se define como la diferencia entre el valor mínimo y el máximo de cualquier variable sobre el conjunto de accesiones estudiadas.

c) La desviación estándar: Cuantifica la magnitud de la variación respecto a la media aritmética y se expresa en las mismas unidades que las observaciones originales. Proporciona una idea del estado (próximo o dispersas) de la mayoría de las accesiones de la colección en relación con una característica considerada.

d) El coeficiente de variación: Es una medida relativa de variación que define más intrínsecamente la magnitud de la variabilidad de los caracteres estudiados debido a que es independiente de las unidades de medida. Facilita la comparación de la variabilidad de una misma característica en dos grupos de accesiones o de caracteres medidos sobre misma colección.

2.3.2 Coeficiente de correlación simple

Cuantifica en términos relativos el grado de asociación íntima o variación conjunta entre dos descriptores cuantitativos, por ej., entre altura de planta y días a floración. Su valor oscila entre -1 y +1. El signo del coeficiente indica el tipo de

asociación negativo (-) si la relación es inversa y positivo (+) si es directa. La magnitud está asociada con el grado de intimidad entre las variables, si el valor es próximo a 1 están estrechamente correlacionadas; por el contrario, un valor próximo a 0 debe ser interpretado con reserva ya que puede indicar independencia entre las variables o una relación no lineal. El coeficiente más empleado es el de Pearson que se recomienda para datos de tipo multiestados cuantitativos, aunque también es útil para datos mixtos (Hidalgo, 2003).

2.3.3 Métodos multivariados

El análisis multivariado se refiere a todos aquellos métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples (más de dos variables) de cada individuo. En sentido estricto, son una extensión de los análisis univariados (análisis de distribución) y bivariados (clasificaciones cruzadas, correlación, análisis de varianza y regresiones simples) que se consideran como tal si todas las variables son aleatorias y están interrelacionadas, (Hair *et al.* 1992 citado por Hidalgo 2003).

En la caracterización de recursos fitogenéticos el análisis multivariado se puede definir como un conjunto de métodos de análisis de datos que tratan un gran número de mediciones sobre cada accesión del germoplasma. Su virtud principal consiste en permitir la descripción de las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerar la relación existente entre ellas. Los métodos multivariados se clasifican en dos grupos: (1) de dependencia, que son aquellos en los cuales una variable o conjunto de variables es identificado como dependiente de otro conjunto conocidas como independientes o preeditor; y (2) los de interdependencia, o aquellos en que ninguna variable o grupo de variables es definido como independiente o dependiente y, más bien, el procedimiento implica el análisis simultáneo de todo el conjunto de variables (Hair *et al.* 1992 citado por Hidalgo, 2003).

Cuadro 3. Clasificación de métodos estadísticos de análisis multivariado

Métodos de dependencia (tipo de análisis)	Métodos de interdependencia (tipo de análisis)
Discriminante múltiple	Componente Principales
Correlación canónica	Factorial
Regresión múltiple	Conglomerados
Multivariante de la varianza	Multidimensional
Conjunto	Correspondencia

FUENTE: Hair *et al.* 1992

Por su parte Bramadi (2002) puntualiza que para el caso del análisis de datos resultantes de caracterización de recursos genéticos vegetales (colecciones de germoplasma), el problema es representar geoméricamente, cuantificar la asociación entre individuos y clasificarlos respecto a un conjunto de variables, las cuales pueden ser cuantitativas, cualitativas o la combinación de ambas.

Teniendo en cuenta los objetivos que se desean alcanzar, este investigador clasifica los métodos multivariados en dos grandes grupos. El primero se denomina de ordenación y permite arreglar y representar gráficamente el material en estudio en un número reducido de dimensiones. El segundo se denomina de clasificación y permite la búsqueda de grupos similares lo más homogéneos posible para clasificar los elementos en estudio de acuerdo con los métodos que aparecen en el Cuadro 4. (Hidalgo *et al.* 2003).

Cuadro 4. Clasificación de los métodos multivariados

Métodos de ordenación	Métodos de clasificación
Análisis de componentes principales	Análisis de cluster jerárquico-Árboles ultramétricos
Análisis canónico de poblaciones	Árboles aditivos
Análisis de coordenadas principales	Método de Ward (1963)
Análisis factorial de correspondencias	Clasificación no jerárquica
Escalas multidimensionales	Árbol de mínima distancia
	Otros métodos

FUENTE: Adaptado de Bramardi, 2002.

2.3.3.1 Análisis de componentes principales

Desde el punto analítico, este método se basa en la transformación de un conjunto de variables cuantitativas originales en otro conjunto de variables independientes no correlacionadas, llamadas componentes principales. Los

componentes deben ser interpretados independientemente unos de otros ya que contienen una parte de la varianza que no está expresada en otro componente principal (Plá, 1986; López e Hidalgo, 1994a; citado por Hidalgo, 2003).

El análisis de componentes principales es una herramienta útil para analizar los datos que se generan de la caracterización y evaluación preliminar de germoplasma y permite conocer la relación existente entre las variables cuantitativas consideradas y la semejanza entre las accesiones; en el primer caso, con el fin de saber cuáles variables están o no asociadas, cuáles caracterizan en el mismo sentido o en el sentido contrario; y en el segundo, para saber cómo se distribuyen las accesiones, cuáles se parecen y cuáles no. También permite seleccionar a las variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores (Hidalgo, 2003).

El análisis de componentes principales es un método estadístico multivariante de simplificación o reducción de la dimensión de una tabla de casos variables con datos cuantitativos, para obtener otra de menor número de variables, combinación lineal de las primitivas, que se denominan componentes principales o factores cuya posterior interpretación permitirá un análisis más simple del problema estudiado (Pérez, 2001).

2.3.3.2 Análisis cluster o conglomerados

Los análisis cluster tienen por objeto la búsqueda de grupos similares de individuos o de variables que se van agrupando en conglomerados. Dada una muestra de individuos, de cada uno de los cuales se dispone de una serie de observaciones, el análisis cluster sirve para clasificarlos en grupos lo más homogéneos posible en base a las variables observadas. Los individuos que queden clasificados en el mismo grupo serán tan similares como sea posible. El análisis cluster se usa en biología para clasificar animales y plantas, conociéndose con el nombre de taxonomía numérica (Pérez, 2001).

Es un método analítico que se puede aplicar para clasificar las accesiones de un germoplasma (o variables) en grupos relativamente homogéneos con base en alguna similitud existente entre ellas. El objetivo en este análisis es clasificar un conjunto de n accesiones o p variables en un número pequeño de grupos o conglomerados, donde la formación de estos grupos puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes a las accesiones (Hidalgo, 2003).

Los métodos de agrupamiento más usados en los análisis conglomerados son: (1) jerárquico, que forma grupos a varios niveles; y (2) no jerárquicos o de partición que también forma grupos a través de criterios predefinidos (Dillon y Goldstein, 1984; López e Hidalgo, 1994b; citado por Hidalgo 2003).

El agrupamiento jerárquico, se caracteriza por sucesivas funciones para formar los grupos. Algunos de estos grupos tienen mayor rango y cada uno de ellos abarca varios de menor orden permitiendo, de esta manera, seguir en detalle la formación de los conglomerados y conocer el nivel de similitud al que se agrupa cada conjunto de individuos (Dillon y Goldstein, 1984; citado por Hidalgo, 2003).

2.3.3.3 Correspondencia múltiple

El objetivo del análisis de correspondencia múltiple es describir las relaciones entre dos o más variables así como los objetos pertenecientes de dichas categorías. Los objetivos pertenecientes a la misma categoría se representan cerca de unos de unos de otros, mientras que los objetos de diferentes categorías se representan alejados de uno de los otros. Cada objeto se encuentra lo más cerca posible de los puntos de categoría para las categorías a las que pertenece dicho objeto. El análisis de homogeneidad es similar al análisis de correspondencias simples, pero no ésta limitado a dos variables. Es por ello que el análisis de homogeneidad se conoce también como el análisis de correspondencia múltiple, (Pérez, 2001).

El análisis de correspondencia múltiple, es usado para analizar datos categóricos multivariados donde todas las variables son analizadas a un nivel

nominal (categorías no ordenadas). Este análisis es similar al análisis de correspondencia; sin embargo le permite usar más de dos variables. Describe la relación entre casos y categorías mostrándolos en un mapa de baja dimensionalidad. ([www.telematica.com.pe/Product/spss s/a](http://www.telematica.com.pe/Product/spss%20s/a)).

2.4 Aplicación de métodos multivariados en estudios de variabilidad genética de haba

Zegarra *et al.* (1998), aplicó el análisis de Componentes Principales en una muestra de 178 accesiones de haba del Banco de Germoplasma de Programa Nacional de Leguminosas del entonces IBTA, se analizaron 16 variables, donde la suma de los valores propios constituyó total expresada en los cinco primeros ejes con el 77.20% de variabilidad. El primer factor aportó con el 31.1% con valores significativos para las variables, peso de granos por planta, número de granos por planta y número de vainas por planta, todas correlacionadas positivamente entre si, largo y ancho del foliolo y número de óvulos por vaina. El segundo factor aportó con 17.60% de la variabilidad con las variables, granos por vaina, ángulo de inserción de la vaina y número de óvulos por vaina.

Checa *et al.* (1998), realizó el análisis de Componentes Principales y de Agrupamiento o Cluster en la caracterización de 133 acciones de haba del Centro de Investigación Obonuco. Los resultados obtenidos indican que seis de las quince variables cuantitativas explican el 74.84% de la variación existente. Las características que más aportaron a la variabilidad dentro del germoplasma caracterizado fueron días a la floración, días a maduración, número de flores por inflorescencia, altura del nudo mas bajo con vaina, número de óvulos por vaina y número de semillas por vainas. En los agrupamiento cualitativos el 89.5% de las accesiones mostraron afinidad genética al quedar incluidos dentro del mismo grupo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en la comunidad Cullucachi del municipio de Batallas, provincia Los Andes del departamento de La Paz, ubicada a 55 km de la ciudad de La Paz en pleno altiplano norte. Geográficamente situada a 16°15'20.5" Latitud Sur, 68°36'30.2" Longitud Oeste y a una altitud de 3.817 msnm.

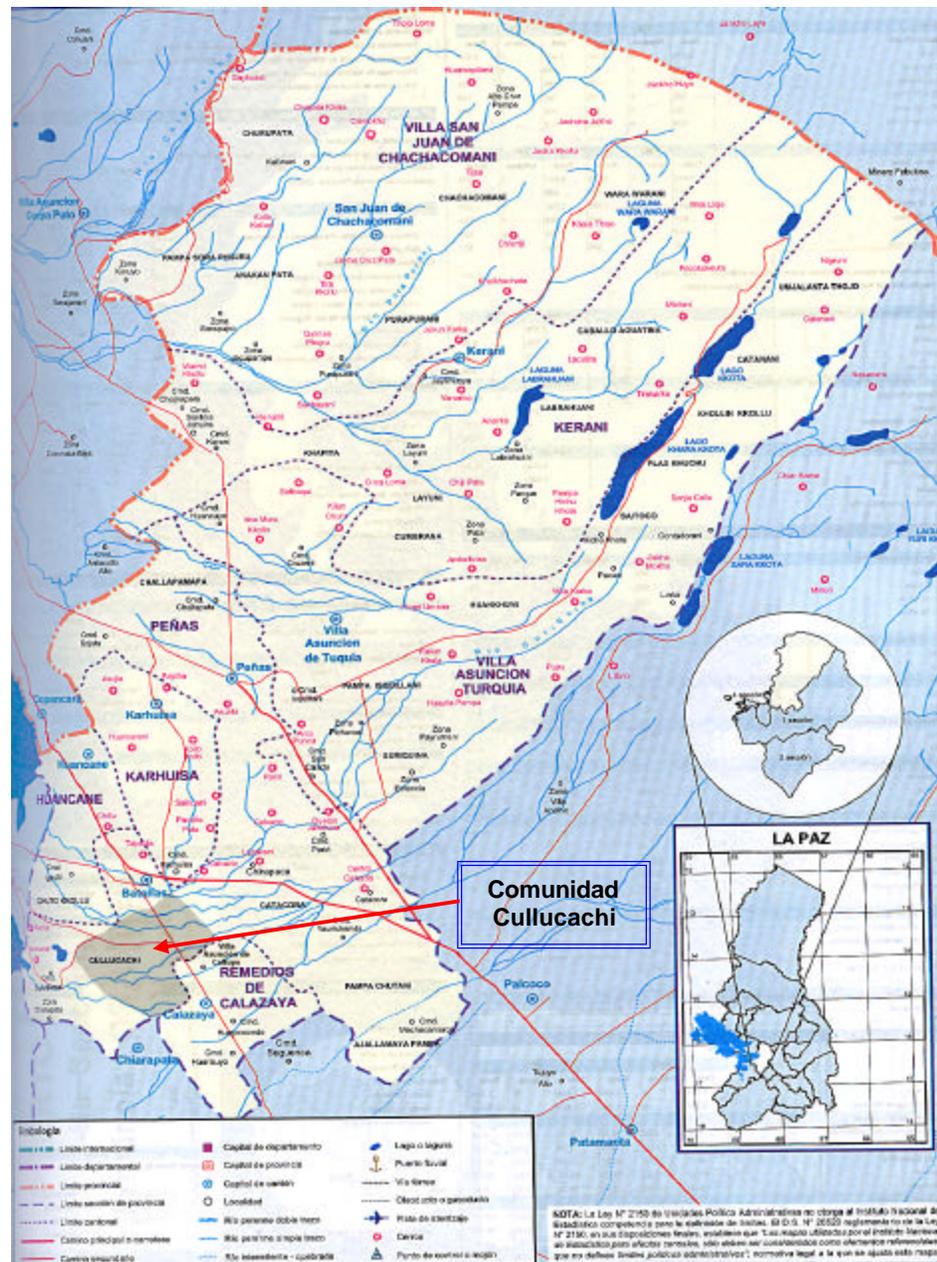


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la comunidad Cullucachi, en el municipio de Batallas, provincia Los Andes, La Paz, Bolivia. (Fuente: INE, 2005).

3.1.1 Clima

La región del altiplano norte donde se llevó a cabo el trabajo de investigación, se caracteriza por tener un clima frío. Según los datos climáticos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI) de la Estación Meteorológica de Chirapaca comunidad vecina del lugar de estudio, en el periodo agrícola (julio a junio) de 2004 a 2005, se registró una temperatura media mensual de 10 °C, una precipitación anual de 422 mm y vientos predominantes con dirección del noroeste al sudeste a una velocidad promedio de 6 nudos.

Con la información de temperatura media mensual, temperatura mínima mensual y precipitación mensual, se construyó un Climadiagrama (Figura 2) que ilustra dos épocas bien marcadas, la época lluviosa va desde el mes de noviembre hasta el mes de marzo con precipitaciones superiores a 100 mm en el mes de enero y febrero, y la época seca o árida se presentó del mes de abril hasta el mes de agosto. Asimismo las temperaturas mínimas (< a 0 °C) no se presentaron en los meses noviembre a abril, meses cuando las plantas de haba estuvieron en pleno desarrollo.

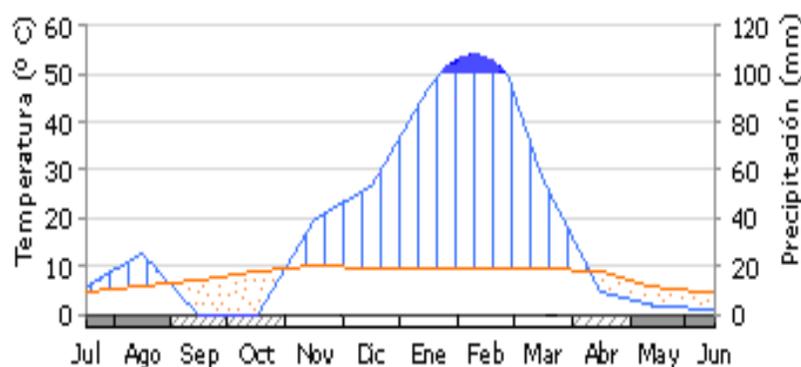


Figura 2. Climadiagrama de la Estación Meteorológica de Chirapaca
Elaboración propia en base a información de SENAMHI, 2005.

3.1.2 Suelo

Las características del suelo donde se estableció la parcela, presentó una textura franco arcilloso con una capa arable de 25 a 35 cm de profundidad y con una pendiente promedio del 5%.

3.1.3 Vegetación

La vegetación que se observó en la región donde se estableció el trabajo de investigación estuvo constituida de plantas cultivadas y silvestres, entre las cultivadas podemos mencionar a los cultivos; papa (*Solanum tuberosum* L.), haba (*Vicia faba* L.), cebada (*Hordium vulgare* L.), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), avena (*Avena sativa* L.), oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), papaliza (*Ullucus tuberosum* Caldas), arveja (*Pisum sativum* L.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y alfalfa (*Medicago sativa* L.).

Por su parte entre la vegetación silvestre están; reloj reloj (*Erodium cicutarium* L.), mostaza (*Brassica rapa* L.), malva silvestre (*Malva silvestris*), bolsa del pastor (*Capsella bursa-pastoris* Muschl) y cebadillas (*Bromus catharticus* Valh.), diente de león (*Taraxacum officinale* Weber), trébol silvestre (*Tribolium amabile* Kunth), paja brava (*Jarava ichu* Pavón), muni muni (*Bidens andicola* Kunth), janucara (*Lepidium bipinnatifidum* Desv.), alfalfa silvestre (*Medicago polymorpha* L.) y otras.

3.2 Materiales

3.2.1 Material de campo

Se emplearon los siguientes materiales, huincha de 50 m, pita, picotas, palas, chontillas, azadones, hoces, flexómetros, mochila aspersor, vernier, sobres manila, estacas, bañadores, pitas, letreros, calculadora, cuaderno de registro, bolsas plásticas, cámara fotográfica, película fotográfica, marbetes, balanza digital de 0.1 gramos de precisión, yutes plásticas y tractor agrícola (con arado de disco y rastra).

Para la caracterización se empleo descriptores de haba propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos IBPGR (1985), actualmente conocido como Bioversity.

3.2.2 Material genético

Se utilizaron semillas de 180 accesiones de haba conservadas en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA) a cargo de la Fundación PROINPA - Regional Altiplano, las accesiones estudiadas son provenientes de los siguientes departamentos y provincias de nuestro país.

Cuadro 5. Detalle de procedencia de las accesiones de haba del BNGA

Departamento	Provincia	Cantidad de accesiones	Subtotal
Chuquisaca	Nor Cinti	2	5
	Sud Cinti	3	
Cochabamba	Arani	4	18
	Ayopaya	3	
	Bolívar	1	
	Cercado	2	
	Mizque	5	
	Tapacari	3	
La Paz	Camacho	25	73
	Ingavi	18	
	Los Andes	4	
	Manco Kapac	12	
	Murillo	5	
	Omasuyos	9	
Potosí	Bilbao	1	60
	Chayanta	21	
	Cornelio Saavedra	5	
	Linares	25	
	Tomas Frías	8	
Sin procedencia		24	24
Total			180

3.2.3 Material de gabinete

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizaron una computadora con sus paquetes Excel, Word, Systat, SPSS y Stat graphic Plus, libro de registro, una impresora y material de escritorio.

3.3 Métodos

3.3.1 Procedimiento experimental

Preparación del terreno

Se efectuó el 18 de agosto de 2004, previo riego de la superficie seleccionada, que el año anterior estuvo en descanso. Se roturó el suelo con un tractor agrícola empleando el arado de disco a una profundidad de 25 cm, luego se desterronaron los terrones de tierra con un tractor, realizando dos pasadas de rastra en forma cruzada para disminuir los terrones y una nivelación moderada del predio.

Preparación de semilla

De acuerdo a la superficie y a la densidad de siembra se prepararon 60 granos por accesión, la cantidad de semilla preparada fue equivalente a una densidad de siembra promedio de 80 kg/ha.

Trazado de bloques y parcelas por accesión

Previo a la siembra, la parcela de una superficie de 3375 m² fue dividida en 12 bloques, cada bloque de 42 m de largo y 5.5 m de ancho, con un pasillo de 0.5 m de ancho entre cada par de bloques, asimismo cada bloque fue dividido en 15 parcelas pequeñas de 5.5 m de largo y 2.8 m de ancho equivalente a 15.4 m², de esta manera contabilizándose 180 parcelas pequeñas para cada una de las accesiones en estudio.

Siembra

La siembra se llevó acabo el 20 de agosto de 2004. Cada accesión fue sembrada en parcelas pequeñas de tres surcos con 5.5 m de largo, la distancia entre surcos fue de 70 cm y entre las semillas de 30 cm, las semillas fueron depositados en el interior del surco a una profundidad entre 6 a 8 cm.

Conociendo el alto porcentaje de alogamia (20%) del cultivo de haba a pesar de ser autógena y para disminuir la polinización cruzada entre accesiones, se sembró un surco de cebada de la variedad IBTA 80 entre cada una de las accesiones al interior de los 12 bloques.

Labores culturales

Riego: Debido a que el cultivo requiere de una provisión continua y óptima de humedad para un buen desarrollo y por la falta de lluvias en los meses, octubre, noviembre y marzo, se realizaron seis riegos complementarios por medio del método riego por inundación de surcos con una lámina de infiltración entre 12 a 20 cm.

Deshierbe: Las malezas se controlaron realizando cuatro labores de deshierbe en fechas, 2 de diciembre de 2004, los días 3 y 29 de enero y 20 de febrero del 2005. El deshierbe fue en forma manual con la ayuda de una chonta y se realizó con el propósito de evitar la competencia por agua, luz, nutrientes y alojamiento de insectos. Las malezas que se presentaron fueron; reloj reloj (*Erodium cicutarium* L.), mostaza (*Brassica rapa* L.), malva silvestre (*Malva silvestris*), bolsa del pastor (*Capsella bursa-pastoris* Muschl.) y cebadillas (*Brumus unioloides* Vald.).

Aporque: Se realizó en una sola oportunidad en fecha 2 de diciembre cuando las plantas tenían una altura aproximada de 20 cm. El aporque consistió en el amontonamiento de la tierra al pie de cada planta, con el fin de ayudar en el desarrollo del sistema radicular, mejorar y ayudar en el soporte, controlar malezas y favorecer el aireamiento del suelo.

Control fitosanitario: Fueron necesarios aplicar en dos oportunidades 30 de enero y 15 de febrero de 2005, para mitigar los daños severos causados por las enfermedades Mancha de Chocolate (*Botrytis fabae*) y Alternaria (*Alternaria* sp.), insectos, Pulgón Negro (*Aphis fabae*) y Pulgón Verde (*Myzus persicae*), para controlar enfermedades se utilizó Ridomil a dosis de 80 gr/20 lt de agua y para insectos se utilizó Karate a dosis de 20 cc/20 lt de agua según (Agripac, 2000).

Fertilización: Fue necesario realizar la fertilización debido a que el 14 de febrero de 2005 el cultivo fue severamente dañado por la granizada que provocó la caída de flores y daño en las hojas. Con el propósito de estimular la floración se empleó el fertilizante foliar Nitrofoska Foliar Floración a nivel de "15-30-15-0.5 + ME" a una dosis de 100 gr/20 lt de agua, recomendación de Agripac (2000).

Identificación de plantas

Para el registro de variables cuantitativas se identificaron al azar 10 plantas por accesión, los mismos fueron marcados con un marbete de cartulina, esta labor se realizó el 24 de diciembre cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 30 cm promedio.



Foto 1. Identificación de plantas con marbete



Foto 2. Parcela del germoplasma de haba

Cosecha

La cosecha se realizó en forma escalonada conforme las plantas llegaban a la madurez fisiológica, 5 accesiones se cosecharon en el mes de marzo, 52 accesiones la primera quincena de abril y 123 accesiones la segunda quincena de abril. Cada accesión fue cosechada en dos grupos, un primer grupo constituido de las diez plantas identificadas, estas plantas fueron cosechadas desde la raíz para ser caracterizados, el segundo grupo fue conformado por las plantas restantes de cada accesión. La cosecha se efectuó con la ayuda de hoces, cortando a la altura del cuello de la planta.

Secado del material cosechado

Una vez cosechadas las plantas se hicieron secar en el lugar de secado, el grupo de diez plantas se extendió en el suelo ordenadamente, en cambio el segundo grupo de las plantas restantes se formaron arcos (callchas). El tiempo de secado fue por lapso de 50 días entre los meses abril y mayo, tiempo en el que alcanzó el punto de desgrane.



Foto 3. Secado del germoplasma de haba



Foto 4. Desgrane de las semillas de haba

Trillado y venteado

La trilla se realizó cuando las plantas estuvieron completamente secas, cada accesión se trillo por separado en dos grupos, el grupo de diez plantas fueron desgranados en forma manual utilizando lonas o yutes y el segundo grupo de plantas restantes fue trillado utilizando herramientas tradicionales (jauk'aña) sobre una lona grande. Posterior a la trilla se realizó el venteo en forma manual gracias a la presencia del viento, separando de esta manera la broza del grano. Estas labores se realizaron en los meses mayo y junio.

Purificación de la semilla

Se efectuó la purificación una vez finalizada el venteo, momento cuando se eliminaron los granos atípicos (de otro color que la población) y material inerte (piedras, terrones de tierra y restos de tallo). El trabajo de purificación se realizó en cada una de las accesiones del germoplasma estudiado.

Almacenamiento

El material genético fue almacenado en frascos plásticos en la sala de conservación de Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos ubicado en el Centro Quipaquipani.

3.3.2 Variables caracterizadas

Se registraron información de 31 variables (19 variables cuantitativas y 12 cualitativas) en base al descriptor de haba propuesto por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos en 1985.

Cuadro 6. Detalle de las variables caracterizadas en la colección de haba, 19 cuantitativas y 12 cualitativas.

Variables Cuantitativas		Variables Cualitativas	
Días a la Floración (días)	DFL	Tipo de crecimiento	TCR
Días a vaina (días)	DVA	Color de flor "estandarte"	CFL
Días a la Madurez (días)	DMA	Intensidad de rayas "estandarte"	IRA
Longitud de Inflorescencia (mm)	LIN	Color de pétalo "alas"	CPA
Número de flores por Inflorescencia (nº)	FIN	Pigmentación del tallo	PTA
Número de folíolos por hoja (nº)	NFH	Forma del folíolo	FFO
Longitud de folíolo (cm)	LFO	Ramificación superior	RSU
Ancho de folíolo (cm)	AFO	Distribución de vainas en el tallo	DVT
Número de ramas basales (nº)	RBA	Postura de vainas en el tallo	PVT
Diámetro del tallo (mm)	DTA	Color del tallo a la madurez	CTM
Número vainas 2do nudo productivo (nº)	NVN	Color de vaina a la madurez	CVM
Altura a la vaina más baja (cm)	AVA	Color de la semilla	CSE
Longitud de vaina (cm)	LVA		
Número de vainas por planta (nº)	NVP		
Altura de la Planta (cm)	APL		
Número de semillas por vaina (nº)	NSV		
Número de semillas por planta (nº)	NSP		
Peso de semillas por planta (g)	PSP		
Peso de 100 semillas (g)	PCS		

Las variables fenológicas y las variables cualitativas se caracterizaron sobre el total de plantas presentes en cada accesión, en cambio las variables cuantitativas agromorfológicas fueron caracterizadas en las diez plantas identificadas y los datos fueron promediados teniendo solo un dato por accesión y por variable.

A continuación se describen la forma como fueron caracterizadas cada una de las variables cuantitativas y cualitativas en campo:

a) Variables cuantitativas

1) Días a la floración (DFL)

Se registró el número de días que pasaron desde la siembra hasta el momento cuando las plantas mostraron el 50% de floración en la población de plantas por accesión. Es necesario señalar que la floración en haba, inicia desde los nudos basales hacia los nudos superiores, prolongándose varias semanas.

2) Días a la vaina (DVA)

Para esta variable, se contó el número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta que el 50% de la población de las plantas presentaron vainas bien formados en los nudos basales.

3) Días a la madurez (DMA)

Se registró el número de días que transcurrieron desde la fecha de siembra hasta cuando las vainas llegaron a la madurez fisiológica, mostrando vainas de color amarillo oscuro a negro y las plantas de color verde amarillento.

4) Longitud de la inflorescencia (LIN)

Se registró la longitud de 10 racimos, es decir un racimo por planta, elegidos al azar de plantas con marbete. La medición se realizó desde la parte basal del racimo que se inserta en el tallo hasta la parte apical.

5) Número de flores por inflorescencia (FIN)

Se contabilizó el número de flores por inflorescencia en 10 racimos elegidas de la parte intermedia (altura de dos tercios) de las plantas con marbete en cada accesión del germoplasma estudiada.

6) Número de folíolos por hoja (NFH)

Se contó el número de folíolos por hoja, en diez hojas elegidas al azar de plantas marbeteadas. La caracterización se efectuó cuando las plantas se encontraban en plena floración.

7) Longitud de foliolo (LFO)

Se midieron la longitud de 10 foliolos por accesión muestreadas de la parte media de 10 hojas elegidas al azar de las plantas con marbete. Los foliolos fueron medidos con una regla en unidad de milímetros, desde la base hasta la parte apical de foliolo. Esta labor se realizó cuando las plantas estaban en plena floración.

8) Ancho del foliolo (AFO)

Se midieron los mismos 10 foliolos muestreados por accesión para la longitud del foliolo. Se midió con una regla en unidad de milímetros la parte más ancha de cada foliolo.

9) Número de ramas basales (RBA)

Se utilizó una muestra de 10 plantas por accesión a las cuales se les contabilizó el número de ramas basales o primarias cuando alcanzaron la madurez fisiológica.

10) Diámetro de tallo (DTA)

Se midieron 10 ramas basales por accesión, una rama al azar por planta marbeteada. El diámetro se midió en el primer entrenudo de la rama, cuando las plantas estaban en la fase del llenado del grano, para dicha labor se utilizó un vernier en unidad de milímetros.

11) Número de vainas 2do nudo productivo (NVN)

Se contó el número de vainas insertadas en el segundo nudo productivo, en 10 ramas elegidas al azar de las plantas con marbete. La caracterización se efectuó cuando las plantas se encontraban en la fase de madurez fisiológica.

12) Altura a la vaina más baja (AVA)

La altura a la primera vaina desde el nivel del suelo, se midió con un flexómetro en unidad de centímetros, en 10 ramas elegidas al azar de las plantas con marbete cuando estas estaban en la madurez fisiológica.

13) Altura de planta (APL)

Se midió la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta el ápice, en diez plantas con marbete, para ello se utilizó un flexómetro en unidad de centímetros. Esta labor se realizó cuando las plantas se encontraban en la madurez fisiológica.

14) Longitud de vaina (LVA)

Se midieron 10 vainas maduras muestreadas del tercio medio de las plantas, las plantas con marbete. La longitud se midió con una regla en unidad de centímetros desde la parte basal hasta la parte apical de la vaina.

15) Número de vainas por planta (NVP)

Se cuantificaron el número de vainas por planta, en 10 plantas con marbete por accesión. Esta labor se efectuó durante la cosecha cuando las vainas estaban completamente formadas.

16) Número de semillas por vaina (NSV)

Se contó el número de granos por vaina, en diez vainas elegidas al azar de las plantas con marbete. Este trabajo se realizó cuando las vainas se encontraban completamente maduras y secas después de la cosecha.

17) Número de semillas por planta (NSP)

Previamente se desgrano las vainas de 10 plantas por separado, luego se contabilizó el número granos por planta. Dicha labor se llevó a cabo durante la trilla cuando las vainas estaban completamente secas.

18) Peso de semillas por planta (PSP)

Se pesaron en una balanza analítica en unidad de gramos, por accesión semillas de 10 plantas por separado. El registro de los pesos se realizó una vez concluidas el desgrane y venteo de las muestras.

19) Peso de 100 semillas (PCS)

Se seleccionaron 100 semillas al azar por accesión, los mismos fueron pesados en una balanza analítica en unidad de gramos.

b) Variables cualitativas

Para la evaluación de las variables cualitativas se consideraron los parámetros establecidos para cada una de las variables en el descriptor de haba propuesta por el IBPGR en 1985.

1) Tipo de crecimiento (TCR)

Para evaluar el tipo de crecimiento o hábito de crecimiento se efectuó la observación de las inflorescencias en la parte apical de las ramas durante la floración de las plantas, considerando los siguientes tres parámetros: (1) Determinado (ramas con inflorescencia terminal), (2) Semi-determinado (sin inflorescencia terminal) y, (3) indeterminado.

2) Color de la flor "estandarte" (CFL)

Esta variable fue evaluada al momento de la floración de las plantas, observando el color de las flores, específicamente el "estandarte" (pétalo bandera). Para su registró se consideraron las siguientes coloraciones: (1) blanca, (2) violeta, (3) café oscuro, (4) café claro, (5) rosado, (6) rojo, (7) amarillo, (8) otros (especificar) y (9) mezclado.

3) Intensidad de rayas "estandarte" (IRA)

La intensidad de rayas se evaluó mediante la observación de los pétalos bandera "estandarte" de las flores. Para su registró se consideraron la siguiente codificación: (0) ninguna raya, (3) leve o ligero, (5) moderado y (7) intenso.

4) Color de pétalo "alas" (CPA)

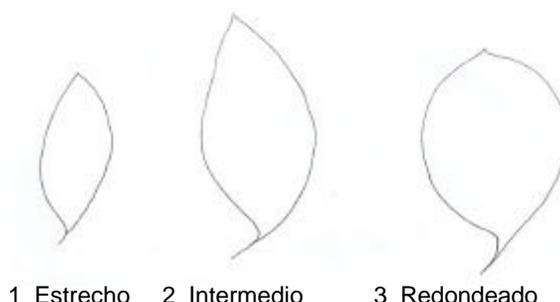
En el momento de floración se registró la coloración del pétalo "ala", según la siguiente codificación: (1) uniforme blanco, (2) uniformemente coloreado, (3) manchado, (4) mezcla.

5) Pigmentación del tallo (PTA)

La pigmentación del tallo se caracterizó observando las ramas durante la floración de plantas bajo la siguiente codificación: (0) ausente, (3) débil, (5) intermedio, (7) fuerte y (9) mezcla.

6) Forma del foliolo (FFO)

Se observaron la forma de los foliolos en las hojas en cada accesión y se registró en base a la siguiente codificación: (1) estrecho (alargado), (2) intermedio (subalerno-elíptico) y (3) redondeado (subalerno-orbicular).



7) Ramificación superior (RSU)

Se observaron las ramas de las plantas al momento de la madurez fisiológica, para determinar la presencia o no de ramas secundarias o superiores bajo la siguiente codificación: (0) no ramificada, (1) ramificada y (2) mezcla.

8) Distribución de vainas en el tallo (DVT)

Se evaluó observando la distribución de las vainas en las ramas de las plantas en base a la siguiente codificación: (1) uniforme, (2) principalmente basal y, (3) principalmente terminal.

9) Postura de vainas en el tallo (PVA)

Se evaluó observando las diferentes posturas de las vainas del segundo y/o tercer nudo productivo, bajo la siguiente codificación: (1) erecto, (2) horizontal, (3) pendiente y (4) mezcla.

10) Color del tallo a la madurez (CTM)

Al momento de la madurez fisiológica de las plantas se observó el color de los tallos (ramas basales) y se registró en base a la siguiente codificación: (1) claro y (2) oscuro.

11) Color de vaina a la madurez (CVM)

Cuando las vainas se encontraban en la madurez fisiológica se observaron las diferentes coloraciones de las vainas y se registraron en base a la siguiente codificación: (1) claro (amarillo), (2) oscuro (castaño/negro) y (3) negro.

12) Color de la semilla (CSE)

Luego de la trilla, se observó inmediatamente el color de las semillas en cada una de las accesiones, registrando bajo la siguiente codificación: (1) negro, (2) café oscuro, (3) café claro (marrón), (4) verde claro, (5) verde oscuro, (6) rojos, (7) violeta (morado), (8) amarillo, (9) blanco, (10) gris, (11) otro (bicolor "chaleco") y, (12) mezcla.

3.3.3 Análisis estadístico

Con la información obtenida en campo se construyó una Matriz Básica de Datos (MBD) conformado por 180 accesiones de haba y 31 variables caracterizadas (19 cuantitativas y 12 cualitativas), para su análisis se dividió en dos matrices, una matriz con información cuantitativa y la otra con información cualitativa, conformado según el arreglo en forma cuadrículada ($n \times p$), en las filas se ubicaron las accesiones (n) y en columnas las variables caracterizadas (p), teniendo una matriz para las variables cuantitativas de 180×19 y para las variables cualitativas de 180×12 .

La información cuantitativa fue sometida a los siguientes análisis: estadística descriptiva (medidas de tendencia central y de dispersión), correlación simple y multivariada (componentes principales y conglomerados). Sin embargo la información cualitativa fue analizada mediante distribución de frecuencias y análisis multivariado de correspondencia múltiple.

a) Estadística descriptiva

Permitió estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación con cada carácter, los análisis de tendencia central y de dispersión; media aritmética, rango de variación, desviación estándar y el coeficiente de

variación permitieron mostrar la variabilidad de la colección en relación a la información cuantitativa. En cambio la información cualitativa fue analizada mediante frecuencia relativa y absoluta que permitió formar, grupos de accesiones por características comunes.

b) Coeficiente de correlación simple

Se calcularon los coeficientes de correlación simple (Pearson) entre cada par de variables y este permitió conocer el grado de asociación entre cada par de variables cuantitativas. El valor oscila entre -1 y +1, valores próximos a 1 muestran una correlación positiva y próximos a -1 es lo contrario y si el valor es próximo a 0 debe ser interpretado con reserva ya que puede indicar independencia entre variables o una relación no lineal (Hidalgo, 2003).

c) Análisis multivariado

Permite describir las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características sin dejar de considerar la relación existente entre ellas. Los métodos multivariados que se utilizaron fueron: Componentes Principales, Conglomerados y Correspondencia Múltiple.

Componentes principales

Este método fue empleado para el análisis de datos cuantitativos, que permitió ilustrar al conjunto de accesiones en un espacio bidimensional con relación a los 19 variables. Con el método se generó un nuevo conjunto de 19 variables o componentes independientes de las variables originales, donde los primeros componentes llevan la mayor información o variabilidad.

Los componentes fueron interpretados independientemente unos de otros ya que contienen una parte de la varianza que no está expresada en otro componente principal (Plá 1986; citado por Hidalgo 2003).

Conglomerados

Con propósito de determinar patrones de variación de los caracteres evaluados, se aplicó el agrupamiento jerárquico a partir de la matriz de correlación simple. El método permitió clasificar grupos de variables cuantitativos de acuerdo a su nivel de similitud o asociación (Hidalgo, 2003), donde la formación de estos grupos puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes entre las accesiones.

El método de conglomerados fue aplicado a la matriz básica de datos de variables cuantitativos (180x19), como resultado de ello se generó un conglomerado para variables caracterizadas, que por aproximaciones sucesivas se van uniendo con otras en grupos hasta formar un conglomerado único. Según López e Hidalgo (1994b; citado por Hidalgo, 2003), en el agrupamiento los resultados se presentan en forma de diagrama de árbol, más comúnmente conocido como dendrograma.

Correspondencia múltiple

Este método permitió describir las relaciones entre las 9 variables cualitativas heterogéneas conforme a sus estados comunes que presentaron las accesiones del germoplasma, los resultados de la correspondencia múltiple se muestran claramente ilustradas en figuras de dos dimensiones o factores, en la primera figura se muestra el alto significado o importancia que tienen las variables respecto al primer y segundo factor, en la segunda figura se presenta la distribución y relación de los estados y por último se presenta la distribución y agrupamiento de accesiones sobre el espacio bidimensional que forma el primer y segundo factor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se caracterizaron y se evaluaron 180 accesiones del germoplasma de haba conservadas en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA), obteniendo información de 31 variables (19 cuantitativas y 12 cualitativas) que describen características fenotípicas de cada una de las accesiones (Anexos 1 y 2). Los resultados y discusiones de los diferentes análisis estadísticos se describen a continuación.

4.1 Descripción de variables cuantitativas

4.1.1 Análisis de estadística descriptiva

Describe la variabilidad de la colección de haba a través de los parámetros de tendencia central y de dispersión (mínimo, máximo, media, desviación estándar y coeficiente de variación) aplicados en las 19 variables cuantitativas como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Parámetros estadísticos de tendencia central y de dispersión para 19 variables cuantitativas (n = 180).

VARIABLES CUANTITATIVAS	ABR.	MIN.	MAX.	MEDIA	DS ¹	C.V. ² (%)
Días a la Floración (días)	DFL	75	124	107,3	10,1	9,4
Días a la vaina (días)	DVA	92	149	125,4	12,6	10,1
Días a la Madurez (días)	DMA	157	236	199,9	15,8	7,9
Longitud de Inflorescencia (mm)	LIN	7,6	19,7	14,2	2,3	16,3
Número de flores por Inflorescencia (nº)	FIN	2,1	5,1	3,4	0,6	18,3
Número de folíolos por hoja (nº)	NFH	4,1	5,8	5,0	0,4	7,2
Longitud de folíolo (cm)	LFO	4,8	8,1	6,6	0,6	8,6
Ancho de folíolo (cm)	AFO	1,9	3,5	2,6	0,3	10,8
Número de ramas basales (nº)	RBA	2,4	9,1	5,1	1,2	24,2
Diámetro del tallo (mm)	DTA	5,6	10,6	7,4	0,8	10,4
Número de vainas 2do nudo productivo (nº)	NVN	1,0	2,5	1,4	0,9	20,1
Altura a la vaina más baja (cm)	AVA	3,9	29,5	12,6	3,7	29,0
Altura de la Planta (cm)	APL	41,5	152,3	84,3	17,0	20,1
Longitud de vaina (cm)	LVA	6,0	20,0	9,5	1,8	19,2
Número de vainas por planta (nº)	NVP	10,3	79,6	34,4	13,4	38,8
Número de semillas por vaina (nº)	NSV	1,3	4,1	2,3	0,4	16,5
Número de semillas por planta (nº)	NSP	20,7	147,4	62,4	26,8	43,0
Peso de semillas por planta (g)	PSP	24,7	437,7	83,4	41,6	49,9
Peso de 100 semillas (g)	PCS	77,8	308,9	160,4	38,3	23,9

¹ = Desviación estándar

² = Coeficiente de variación

4.1.1.1 Días a la floración

En el Cuadro 7 se observa un rango de variación de 75 a 124 días para las accesiones con menor y mayor número de días a la floración, respectivamente, con una media de 107.3 días y un coeficiente de variación de 9.4%, que refleja que existe poca variabilidad de las accesiones respecto a este carácter según Hidalgo (2003). Estos resultados de acuerdo a lo que señalan Zegarra *et al.* (1997) las plantas que logran florecer antes de los 80 días son consideradas precoces, en cambio las plantas que florecen entre 80 a 110 días son semitardías y las plantas que florecen después de los 110 días son consideradas tardías.

4.1.1.2 Días a la vaina

En el Cuadro 7 se presenta un rango de variación que oscila de 92 a 149 días, para accesiones que logran formar vainas en menor y mayor número de días, respectivamente, con una media de 125.4 días y un coeficiente de variación de 10.1%, lo que significa que existe poca variabilidad del germoplasma respecto a este carácter porque la mayoría de las accesiones llegaron a formar vaina simultáneamente, asimismo podemos señalar que existe un margen de 20 días aproximadamente desde la floración hasta la formación de vaina.

4.1.1.3 Días a la madurez

Para esta variable fenológica se obtuvo un rango de variación de 157 a 236 días para las accesiones que en menor y mayor número de días alcanzaron la madurez fisiológica (Cuadro 7), con una media de 199.9 días y con un coeficiente de variación de 7.9%. Según Zegarra *et al.* (1997) las plantas que logran madurar antes de los 160 días son consideradas precoces, las plantas que maduran entre los 160 a 190 días son semitardías y aquellas plantas que maduran después de los 190 días son denominadas tardías.

De acuerdo a los anteriores parámetros, podemos señalar que en la colección estudiada existen siete accesiones precoces (H-14, H-24, H-40, H-89, H-188, H-210 y H-222), 33 accesiones semitardías y 142 accesiones tardías

(Anexo 1), las accesiones precoces provienen en su mayoría de los valles y las accesiones semitardías y tardías del altiplano.



Foto 5. Floración de plantas **Foto 6.** Formación de vaina **Foto 7.** Madurez fisiológica

4.1.1.4 Longitud de inflorescencia

Según el Cuadro 7 esta variable registró un rango de variación de 7.6 a 19.7 mm, para las accesiones con racimos cortos y largos, respectivamente, con una media de 14.2 mm y con un coeficiente de variación del 16.3%, lo que significa que existe poca variabilidad del germoplasma respecto a este carácter.



Foto 8. Longitud del racimo **Foto 9.** Flores por inflorescencia

4.1.1.5 Número de flores por inflorescencia

Se registró una media de 3.4 flores por inflorescencia, con un rango de variación de 2.1 a 5.1 flores entre las inflorescencias que desarrollaron menor y mayor número de flores y con un coeficiente de variación de 18.3%, lo que muestra que existe poca variabilidad de la colección en relación al carácter

evaluado (Cuadro 7). Comparando los resultados del presente estudio y los de Crespo (1996), Infoagro (2003) y MACA (2005), podemos señalar que existe mucha similitud, mostrando mayor número de poblaciones de haba con flores entre 2 a 6 por inflorescencia.

4.1.1.6 Número de folíolos por hoja

Para esta variable se registró un rango de variación de 4.1 a 5.8 folíolos por hoja para accesiones que tienen menor y mayor número de folíolos, con una media de 5 folíolos por hoja y con un coeficiente de variación de 7.2%, lo que significa que existe poca variabilidad del germoplasma en relación a esta variable.



Foto 10. Número de folíolos por hoja

4.1.1.7 Longitud del folíolo

Se obtuvo un rango de variación que oscila de 4.8 a 8.1 cm, para accesiones con folíolos cortos y largos, respectivamente, una media de 6.6 cm y un coeficiente de variación de 8.6%, lo que refleja poca variabilidad del germoplasma respecto a esta variable. Según Zegarra *et al.* (1997) folíolos menores a 5 cm de longitud son considerados pequeños, folíolos entre 5 a 7 cm intermedios y folíolos mayores a 7 cm largos, con relación a estos parámetros en la colección existen accesiones que desarrollan folíolos cortos, intermedios y largos.

4.1.1.8 Ancho del folíolo

En el Cuadro 7 se observa una media de 2.6 cm, con un rango de variación de 1.9 a 3.5 cm para accesiones con menor y mayor ancho del folíolo,

respectivamente, con un coeficiente de variación de 10.8%, lo que significa que existe poca variabilidad en la colección respecto a este carácter.

4.1.1.9 Número de ramas basales

En el Cuadro 7 se observa un rango de variación que oscila entre 2.4 a 9.1 ramas por planta, para accesiones que desarrollan menor y mayor número de ramas basales, respectivamente, una media de 5.1 ramas por planta y un coeficiente de variación de 24.2%, lo que significa que existe una variabilidad intermedia en la colección respecto a este carácter según Hidalgo (2003). Comparando con las investigaciones de Gonzáles *et al.* (1992), IBTA (1996) y Zegarra (1998), existe un similar comportamiento en la variabilidad respecto al número de ramas basales.



Foto 11. Número de ramas basales



Foto 12. Diámetro de tallo

4.1.1.10 Diámetro del tallo

Se registró un rango de variación de 5.6 a 10.6 mm, para accesiones que tienen tallos delgados y gruesos, respectivamente, una media de 7.4 mm y un coeficiente de variación de 10.4%, lo que significa que existe poca variabilidad en la colección respecto a esta variable. Según Crespo (1996) el diámetro de tallo puede variar de acuerdo al cultivar pudiendo ser de 5 a 10 mm, esto es similar a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

4.1.1.11 Número de vainas en el 2do nudo productivo

El germoplasma para esta variable muestra una media de 1.4 vainas en el segundo nudo productivo, con un rango de variación que fluctúa de 1 a 2.5 vainas para accesiones con menor y mayor número de vainas en el segundo nudo productivo, respectivamente y un coeficiente de variación de 20.1%, lo que significa que existe una variabilidad intermedia en la colección respecto a este carácter, similar comportamiento reportó Waaijenberg (2000).

4.1.1.12 Altura a la vaina más baja

Para esta variable se registró un rango de variación entre 3.9 a 29.5 cm para accesiones que desarrollaron la vaina más baja a menor altura y a mayor altura, respectivamente, una media de 12.6 cm y un coeficiente de variación de 29%, lo que significa que existe una variabilidad intermedia en la colección respecto a esta variable, al igual que manifiesta Waaijenberg (2000). Asimismo las accesiones tardías se caracterizan por tener la vaina más baja a mayor altura, en cambio las accesiones precoces por tener la vaina más baja a menor altura.

4.1.1.13 Altura de planta

Para la variable se obtuvo un rango de dispersión de 41.5 a 152.3 cm para accesiones con menor y mayor tamaño de planta, una media de 84.3 cm y un coeficiente de variación de 20.1%, lo que significa que existe una variabilidad intermedia en la colección respecto a esta variable, similar comportamiento reportaron González *et al.* (1992), Zegarra (1998) y Waaijenberg (2000).

Por su parte Zegarra *et al.* (1997) señalan, que las plantas menores a 50 cm son consideradas bajas en altura, de 50 a 100 cm intermedias y mayores a 100 cm altos. Según estos parámetros en el germoplasma existen accesiones que desarrollan plantas bajas, intermedias y altas, siendo las accesiones tardías de mayor altura de planta y las accesiones precoces de menor altura.

4.1.1.14 Longitud de vaina

Para esta variable se obtuvo una dispersión que oscila entre 6 a 20 cm, para accesiones que desarrollan vainas cortas y largas, respectivamente, una media de 9.5 cm y un coeficiente de variación de 19.2%, lo que significa que existe poca variabilidad en la colección respecto a esta variable.



Foto 13. Longitud de vainas

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son similares a los reportados por Zegarra *et al.* (1997) quienes mencionan que existen vainas de diferentes longitudes, menores a 7.5 cm son consideradas cortas, entre 7.5 a 10 cm intermedias y mayores a 10 cm largas, conforme a estos parámetros en la colección existen accesiones que desarrollan vainas cortas, intermedias y largas.

4.1.1.15 Número de semillas por vaina



Foto 14. Número de semillas por vaina

En el Cuadro 7 se observa un rango de variación que oscila de 1.3 a 4.1 semillas por vaina, para accesiones que desarrollan menor y mayor número de

semillas, respectivamente, una media de 2.3 semillas por vaina y un coeficiente de variación de 16.5%, lo que significa que existe poca variabilidad en la colección respecto a este carácter. Según Zegarra *et al.* (1997) se considera bajo a vainas con menor a 2 granos, intermedio entre 2 a 2.5 granos y altos con mayor a 2.5 granos, de acuerdo a estos parámetros en la colección existen accesiones que desarrollan bajo, intermedio y alto en número de semillas por vaina.

Asimismo las accesiones precoces procedentes de los valles desarrollaron vainas con mayor número granos y las accesiones del altiplano vainas con menor número de granos, similar comportamiento reportaron Milán (1994), IBTA (1996), Crespo (1996) y Waaijenberg (2000).

4.1.1.16 Número de vainas por planta

La colección de haba en relación a esta variable muestra un rango de variación que oscila entre 10.3 a 79.6 vainas por planta, para accesiones con menor y mayor número de vainas por planta, con una media de 34.4 vainas por planta y un coeficiente de variación que alcanza el 38.8%, lo que significa que existe una alta variabilidad en la colección respecto al carácter según Milán (1994), similar comportamiento reportaron los investigadores Gonzáles *et al.* (1992), IBTA (1996) y Waaijenberg (2000), comparados con los resultados obtenidos podemos evidenciar que sí existe alta variabilidad de la especie respecto a este carácter.

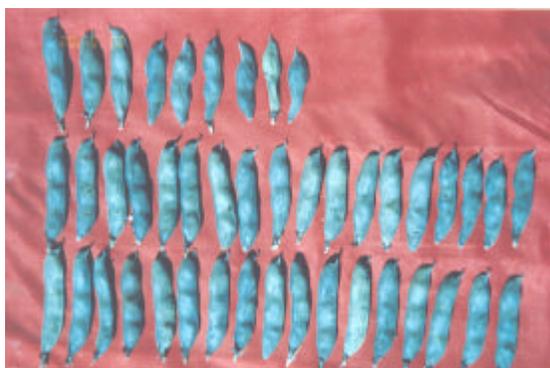


Foto 15. Número de vainas por planta

Por su parte Zegarra *et al.* (1997) señalan que las plantas con menor a 15 vainas son consideradas bajas, de 15 a 30 vainas intermedias y con mayor a 30

vainas altas. Según estos parámetros en la colección existen accesiones que desarrollan menor, intermedio y mayor número de vainas por planta, siendo las accesiones precoces con pocas vainas, las accesiones semitardías y tardías con intermedio y mayor número de vainas por planta.

4.1.1.17 Número de semillas por planta

Se registró un rango muy amplio que oscila entre 20.7 a 147.4 semillas por planta, para accesiones de menor y mayor número de semillas, respectivamente, una media de 62.4 semillas por planta y un coeficiente de variación de 43.0%, lo que significa una alta variabilidad de las accesiones respecto a este carácter.

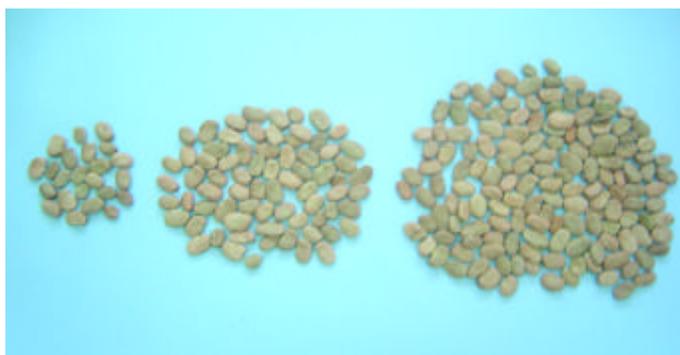


Foto 16. Número de semillas por planta

Según Zegarra *et al.* (1997) plantas con menor a 30 granos son considerados bajos, de 30 a 80 granos intermedios y mayores a 80 granos altos, según estos parámetros en la colección estudiada existen accesiones que desarrollan baja, intermedia y altos en número de granos, siendo las accesiones semitardías y tardías con mayor número de granos.

4.1.1.18 Peso de semillas por planta

En el Cuadro 7 se observa una media de 83.4 gramos por planta, un rango de variación que oscila entre 24.7 a 437.7 gramos por planta para accesiones con menor y mayor peso de semillas, respectivamente, y un coeficiente de variación

de 49.9%, lo que significa una alta variabilidad en la colección, similar resultado reportó Zegarra (1998) siendo la variable de más amplia variabilidad.

Los investigadores Zegarra *et al.* (1997) mencionan que las plantas con menor a 50 gramos son consideradas bajas, entre 50 a 100 gramos intermedios y mayores a 100 gramos altos, según estos parámetros la colección estudiada cuenta con accesiones que desarrollan pesos bajos, intermedios y altos.



Foto 17. Peso de semillas por planta



... Foto 18. Peso de cien semillas

4.1.1.19 Peso de 100 semillas

Para esta variable se obtuvo un rango de variación que oscila entre 77.8 a 308.9 gramos para accesiones con menor y mayor peso en 100 semillas, respectivamente, una media de 160.4 gramos/100 semillas y un coeficiente de variación de 23.9%, lo que refleja variabilidad intermedia en la colección respecto a este carácter.

Según Milan (1994), IBTA (1996) y Zegarra *et al.* (1997) peso de 100 semillas menores a 120 gramos son considerados bajos, entre 120 y 180 gramos/100 granos intermedios y mayores a 180 gramos/100 granos altos, según estos parámetros en la colección estudiada se tiene accesiones que producen pesos bajos, intermedios y altos en 100 granos de semilla. Asimismo cabe señalar que la variable esta estrechamente vinculada con el tamaño de grano, a mayor tamaño de grano mayor peso de 100 granos.

4.1.2 Análisis de correlación simple

En el Cuadro 8 se presenta la matriz de correlación simple conformada por 19 variables cuantitativas, en dicha matriz se muestra el nivel de correlación entre cada par de variables caracterizadas. Del total de correlaciones analizadas, muchos se muestran con valores significativos estadísticamente al 1%, ($r=0.195$), sin embargo se consideró las asociaciones lineales mayores a 0.400, que presentan patrones naturales de variación.

La variable días a la floración DFL esta correlacionada positivamente con, días a la vaina DVA ($r=0.71$) y días a la madurez DMA ($r=0.60$), y la variable días a la vaina DVA esta a su vez correlacionada con días a la madurez DMA ($r=0.62$). Estas correlaciones muestran que las plantas cuando más días tardan en florecer después de la siembra, más días tardan en formar vainas y en llegar a la madurez, este comportamiento puede también interpretarse en sentido contrario, plantas que en menos días florezcan, menos días tardaran en formar vainas y en llegar a la madurez, Guzmán *et al.* (1994) reportó similar comportamiento para estas variables fenológicas.

El número de flores por inflorescencia FIN y la longitud de inflorescencia LIN, también muestran correlación positiva entre ellas ($r=0.82$) y además estas dos variables están correlacionados con la variable número de folíolos por hoja NFH ($r=0.63$) y ($r=0.47$), respectivamente, lo que muestra que las plantas que tienen mayor longitud de racimo (inflorescencia) tienen mayor número de flores por racimo y mayor número de folíolos en las hojas, este comportamiento también puede ser interpretado en sentido contrario.

Las variables ancho del folíolo AFO y largo del folíolo LFO muestran correlación positiva ($r=0.86$), a su vez dichas variables están asociados con el diámetro del tallo DTA ($r=0.58$) y ($r=0.61$), respectivamente, y la variable ancho del folíolo AFO está también correlacionado con el número de ramas basales RBA ($r=0.41$) y longitud de inflorescencia LIN ($r=0.41$). Las correlaciones muestran que las plantas que tienen muchas ramas basales tienen folíolos grandes y racimos largos con varias flores.

Cuadro 8. Matriz de correlaciones entre 19 variables cuantitativas en 180 accesiones de haba

Var*	DFL	DVA	DMA	LIN	FIN	NFH	LFO	AFO	RBA	DTA	NVN	AVA	APL	LVA	NVP	NSV	NSP	PSP	PCS
DFL	1																		
DVA	0,71	1																	
DMA	0,60	0,62	1																
LIN	-0,08	0,01	0,13	1															
FIN	-0,18	-0,08	0,16	0,82	1														
NFH	-0,12	-0,05	0,20	0,47	0,63	1													
LFO	-0,16	-0,10	0,04	0,36	0,31	0,38	1												
AFO	-0,12	0,00	0,09	0,41	0,34	0,27	0,86	1											
RBA	0,16	0,16	0,31	0,35	0,42	0,37	0,38	0,41	1										
DTA	0,05	0,17	0,36	0,38	0,33	0,39	0,58	0,61	0,45	1									
NVN	0,01	0,01	0,17	0,07	0,16	0,24	0,10	0,09	0,25	0,04	1								
AVA	0,15	0,25	0,41	0,54	0,60	0,53	0,30	0,37	0,58	0,54	0,07	1							
APL	0,17	0,23	0,55	0,46	0,53	0,57	0,50	0,50	0,56	0,71	0,09	0,78	1						
LVA	-0,40	-0,26	-0,26	0,13	0,01	-0,05	0,35	0,41	0,00	0,36	-0,19	0,07	0,06	1					
NVP	0,05	0,02	0,26	0,16	0,25	0,45	0,39	0,30	0,59	0,29	0,55	0,21	0,43	-0,29	1				
NSV	-0,38	-0,27	-0,28	-0,06	-0,08	-0,07	0,24	0,24	-0,05	0,00	0,19	-0,24	-0,24	0,48	0,02	1			
NSP	-0,01	-0,02	0,21	0,14	0,23	0,43	0,39	0,28	0,55	0,26	0,57	0,16	0,37	-0,25	0,96	0,14	1		
PSP	-0,11	-0,05	0,16	0,35	0,36	0,43	0,47	0,38	0,57	0,37	0,25	0,25	0,44	-0,02	0,71	0,09	0,75	1	
PCS	-0,11	-0,04	0,04	0,41	0,34	0,15	0,23	0,25	0,13	0,29	-0,32	0,31	0,29	0,43	-0,26	-0,15	-0,31	0,13	1

* Variables

La altura de planta APL esta correlacionada positivamente con la altura a la vaina más baja AVA ($r=0.78$), además estas variables están correlacionadas con días a la madurez DMA, longitud de inflorescencia LIN, flores por inflorescencia FIN, número de foliolos por hoja NFH, número de ramas basales RBA y diámetro del tallo DTA (Cuadro 8), y la variable altura de planta APL a su vez está asociada con longitud del foliolo LFO y ancho del foliolo AFO. Estas correlaciones caracterizan a plantas de ciclo largo (tardías) que tienen mayor altura de planta, la vaina más baja a mayor altura, muchas ramas gruesas que desarrollan racimos largos con mayor número de flores y mayor número de foliolos grandes.

La variable número de vainas por planta NVP esta correlacionado en forma positiva con, número de ramas basales RBA, número de foliolos por hoja NFO, número de vainas en el segundo nudo productivo NVN y altura de planta APL (Cuadro 8), estas correlaciones caracterizan un patrón de variación donde las plantas que desarrollan mayor número de vainas, son aquellas plantas altas que tienen mayor número de ramas basales, con mayor número de vainas en el segundo nudo y mayor número de foliolos por hoja.

La variable longitud de vaina LVA esta correlacionada negativamente con días a la floración DFL ($r= -0.40$) y en forma positiva con, número de semillas por vaina NSV ($r=0.48$) y ancho del foliolo AFO ($r=0.41$), lo que significa que las accesiones con plantas precoces desarrollan vainas largas de varias semillas y tienen foliolos anchos en las hojas.

Las variables número de semillas por planta NSP y peso de semillas por planta PSP están correlacionados entre sí ($r=0.75$), a su vez estas variables están asociados con número de ramas basales RBA, número de vainas por planta NVP y número de foliolos por hoja NFO (Cuadro 8), asimismo la variable número de semillas por planta NSP esta asociado a su vez con número de vainas en el segundo nudo productivo NVN, peso de semillas por planta PSP y longitud de foliolo LFO. Dichas correlaciones caracterizan a plantas que tienen mayor número de: ramas, foliolos, vainas, semillas y peso de semillas por planta, Guzmán *et al.* (1995) y Piérola (1995) reportaron similar comportamiento, con alta correlación entre las variables de grano.

El peso de 100 semillas PCS esta correlacionado positivamente con las variables longitud de inflorescencia LIN ($r=0.41$) y longitud de vaina LVA (0.43), estas correlaciones muestran que las accesiones que tienen mayor peso de 100 semillas, tienen plantas que desarrollan racimos largos y vainas largas, pero no son accesiones precoces.

4.1.3 Análisis de conglomerados

Se aplicó esta variable para estudiar el agrupamiento o relación entre las variables evaluadas. Según la Figura 3 y de acuerdo al grado de asociación entre las variables se observa cinco grupos hasta el lugar del corte.

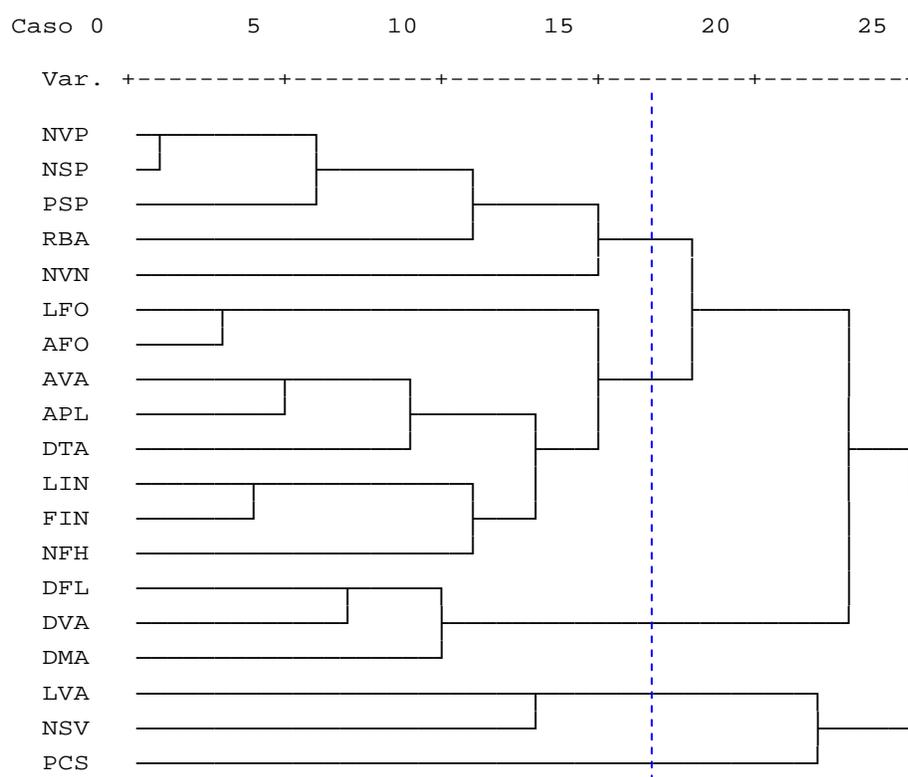


Figura 3. Dendrograma de agrupamiento jerárquico de 19 variables caracterizadas.

El primer grupo conformado por el número de vainas por planta (NVP), número de semillas por planta (NSP), peso de semillas por planta (PSP), número de ramas basales (RBA) y el número de vainas en el segundo nudo productivo

(NVN), en su mayoría variables de grano que forman un patrón de variación que permite diferenciar por sus características expresados.

El segundo grupo esta conformado por la longitud de foliolo (LFO), ancho del foliolo (AFO), altura a la vaina más baja (AVA), altura de planta (APL), diámetro del tallo (DTA), longitud de inflorescencia (LIN), número de flores por inflorescencia (FIN) y el número de foliolos por hoja (NFH), estas variables también constituyen otro patrón de variación que además de indicar su grado de asociación posibilita diferenciar accesiones respecto a la arquitectura de la planta de pequeño a grande (figura 3).

Las variables fenológicas, días a la floración (DFL), días a la vaina (DVA) y días a la madurez (DMA) conforman el tercer grupo cuyo patrón de variación permite diferenciar las poblaciones de accesiones por su ciclo vegetativo.

Longitud de vaina (LVA) y número de semillas por vaina (NVA), forman el cuarto grupo cuyo patrón de variación permite diferenciar las accesiones por la longitud de vaina y número de semillas por vaina.

La variable peso de 100 semillas (PCS), se muestra ser independiente por no estar asociado con ninguna de las demás variables, lo que permite diferenciar simplemente respecto a esta variable.

4.1.4 Análisis de componentes principales

Los resultados de este análisis se presentan en valores propios y la proporción de la varianza explicada por cada componente principal (Cuadro 9). Para seleccionar los componentes significativos se consideraron los criterios propuestos por Cattell (1966, citado por Plá, 1986), que señala que los componentes principales por encima del punto de inflexión son aquellos que aportan significativamente a la varianza (Figura 4), según Kaiser (1960) quien indica que deben ser seleccionados aquellos componentes cuyo valor propio sea mayor o igual a 1 (citado por Rojas 2003), y Cliff (1987) quien indica que deben ser aceptables los componentes cuyos valores propios expliquen un 70% o más de la varianza total (López e Hidalgo, 1994a).

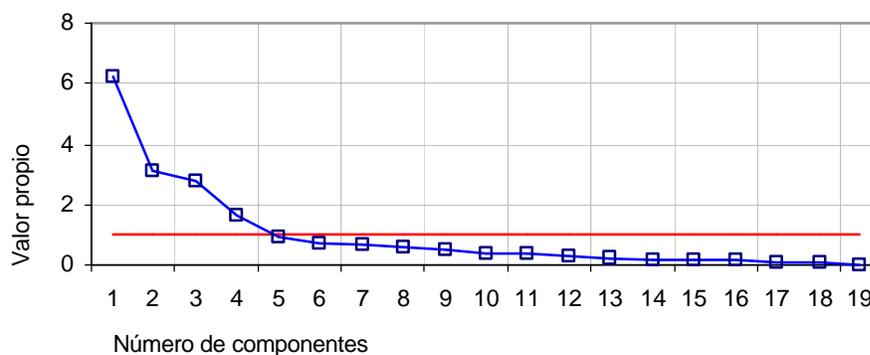


Figura 4. Gráfica entre valores propios y componentes principales.

En consecuencia tomando los criterios anteriormente señalados, en el presente trabajo se eligieron los primeros cuatro componentes por estar por encima de punto de inflexión, con valores propios mayores a 1 y porque explican más del 72% de la varianza total (Figura 4 y Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores propios y correlación asociada a los primeros cuatro componentes principales

Componentes		1º	2º	3º	4º
Valor propio		6,26	3,12	2,74	1,63
Porcentaje de la varianza		32,96	16,45	14,44	8,60
Variables cuantitativas		Coeficiente de correlación			
Días a la floración (días)	DFL	0,04	0,76	0,34	0,30
Días a la vaina (días)	DVA	0,13	0,65	0,41	0,35
Días a la madurez (días)	DMA	0,43	0,63	0,32	0,22
Longitud de inflorescencia (mm)	LIN	0,63	-0,24	0,27	-0,40
Número de flores por inflorescencia (nº)	FIN	0,68	-0,18	0,18	-0,55
Número de folíolos por hoja (nº)	NFH	0,69	-0,03	-0,04	-0,39
Longitud de folíolo (cm)	LFO	0,68	-0,40	-0,10	0,37
Ancho de folíolo (cm)	AFO	0,66	-0,40	0,02	0,42
Número de ramas basales (nº)	RBA	0,75	0,16	-0,07	0,05
Diámetro del tallo (mm)	DTA	0,72	-0,15	0,25	0,36
Número de vainas 2do nudo productivo (nº)	NVN	0,32	0,26	-0,56	-0,04
Altura a la vaina más baja (cm)	AVA	0,72	0,08	0,43	-0,15
Altura de la planta (cm)	APL	0,84	0,11	0,29	0,04
Longitud de vaina (cm)	LVA	0,08	-0,77	0,19	0,38
Número de vainas por planta (nº)	NVP	0,67	0,31	-0,61	0,00
Número de semillas por vaina (nº)	NSV	-0,04	-0,50	-0,46	0,36
Número de semillas por planta (nº)	NSP	0,64	0,26	-0,69	0,02
Peso de semillas por planta (gr)	PSP	0,70	-0,01	-0,38	-0,02
Peso de 100 semillas (gr)	PCS	0,26	-0,43	0,59	-0,10

Una vez elegida los componentes se realizó la interpretación de los valores propios, porcentaje de la varianza y la correlación en los cuatro primeros componentes seleccionados, que se presentan en el Cuadro 9. Los cuatro componentes principales no se correlacionan entre ellos, por tanto se interpretaron independientemente unos de otros y los valores del coeficiente muestran la contribución de cada variable sin importar el signo, cuanto más alto sea el valor, mayor aporte tienen en su componente principal (Crisci y López 1983).

Según el Cuadro 9, el primer componente aportó con el 32.96% a la varianza total y las variables que más aportaron en forma positiva fueron: altura de planta (ALP), número de ramas basales (RBA), diámetro del tallo (DTA), altura a la vaina más baja (AVA), peso de semillas por planta (PSP), número de folíolos por hoja (NFH), número de flores por inflorescencia (FIN), longitud de folíolo (LFO), ancho del folíolo (AFO), número de vainas por planta (NVP), número de semillas por planta (NSP) y longitud de inflorescencia (LIN).

El primer componente principal permitió identificar a aquellas accesiones que tienen plantas altas con muchas ramas basales gruesas, que desarrollan inflorescencias largas con muchas flores, como también muchos folíolos grandes en las hojas, muchas vainas y que estas generan muchas semillas y mayor peso de las semillas por planta. Zegarra (1998) también reportó en el primer componente a las variables peso de granos por planta, número de granos por planta, número de vainas por planta, largo y ancho de folíolo como caracteres que aportaron significativamente y que permitieron mostrar un patrón de variación.

El segundo componente principal (Cuadro 9) contribuyó con el 16.45% a la varianza total, las variables que más aportan en forma positiva son: días a la floración (DFL), días a la vaina (DVA) y días a la madurez fisiológica (DMA), contribuyeron en forma negativa las variables longitud de vaina (LVA) y número de semillas por vaina (NSV), por tanto, estas correlaciones identificaron plantas de ciclo largo (tardíos), que desarrollar vainas cortas y a su vez menor número de semillas por vaina, este patrón de variación puede también ser interpretado en sentido contrario, plantas de ciclo corto (precoces) desarrollan vainas largas con muchas semillas por vaina.

El tercer componente principal aportó con 14.44% a la varianza total y los coeficientes muestran a las variables: número de vainas en el segundo nudo productivo (NVN), número de vainas por planta (NVP) y número de semillas por planta (NSP) que aportaron en forma negativa (Cuadro 9), en cambio la variable peso de 100 semillas (PCS) aportó en forma positiva. En tanto se identificaron accesiones que desarrollan plantas de menor número de vainas en el segundo nudo productivo y menor número de vainas en la planta, producen pocas semillas por planta, pero si tienen mayores pesos en 100 semillas.

El cuarto componente principal contribuyó con 8.60% a la varianza total (Cuadro 9), la variable número de flores por inflorescencia (FIN) contribuye en forma negativa y no existe otras variables que aporten significativamente, acudiendo al más próximo tenemos a la variable ancho del foliolo (AFO) que aporta en forma positiva, lo que permite identificar accesiones que tienen plantas que desarrollan foliolos anchos, tienen menor número de flores en los racimos (inflorescencia), esta característica puede también ser interpretado en sentido contrario.

4.1.4.1 Distribución espacial de variables

En la Figura 5 se observan 19 variables distribuidos según sus proyecciones sobre los dos primeros ejes principales, las variables se visualizan en diferentes orientaciones desde el punto de origen, lo cual muestra diferentes comportamientos de cada una de ellas.

Las variables fenológicas: días a la floración (DFL), días a la vaina (DVA) y días a la madurez (DMA), están vinculadas en forma positiva al estar muy próximos al eje del Componente 2 (Figura 5), en cambio las variables longitud de vaina (LVA) y número de semillas por vaina (NSV) están vinculadas en forma negativa, lo cual muestra que las plantas precoces desarrollan vainas largas con muchas semillas.

Las variables morfológicas: peso de semillas por planta (PSP), número de foliolos por hoja (NFH), altura a la vaina más baja (AVA), altura de planta (ALP),

número de ramas basales (RBA), diámetro del tallo (DTA), número de flores por inflorescencia (FIN), longitud de inflorescencia (LIN), longitud de foliolo (LFO), ancho del foliolo (AFO), número de semillas por planta (NSP) y número de vainas por planta (NVP) están vinculadas positivamente al estar próximos al eje del Componente 1 (Figura 5) y no existen variables que estén vinculadas en forma negativa. Esto muestra un patrón de variación que permite diferenciar por la arquitectura de planta, accesiones con características de mayor número o grandes, y accesiones con características menores o pequeñas.

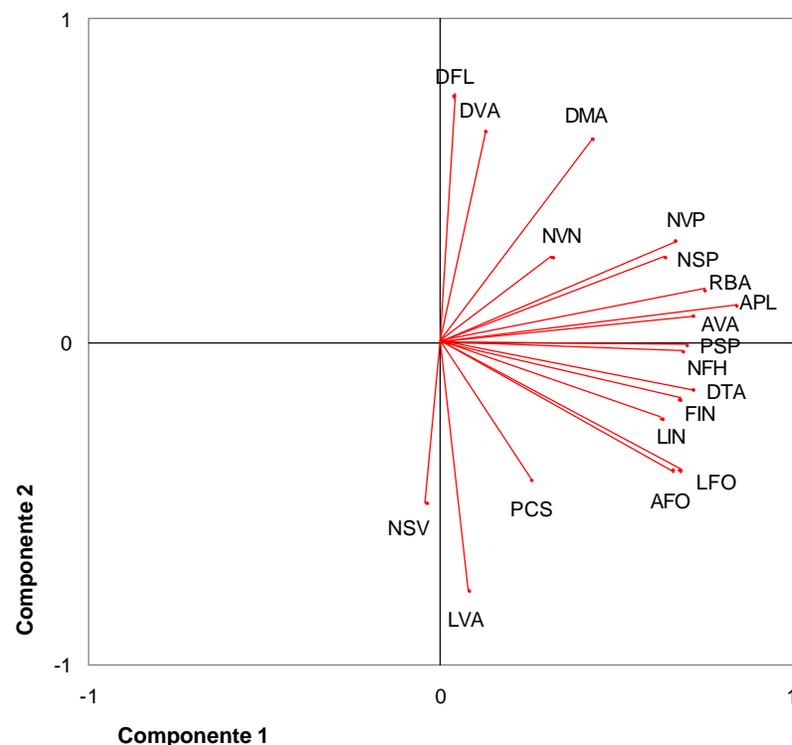


Figura 5. Distribución de las variables originales de accesiones sobre el primer y segundo componente principal en la caracterización de la colección de haba.

Asimismo en la Figura 5, podemos observar el grado de asociación entre variables, esto de acuerdo a la proximidad entre variables. Las variables fenológicas están asociadas entre ellas y por otro lado las variables morfológicas (arquitectura de planta) también están altamente asociados unos con otros, excepto las variables longitud de vaina (LVA), número de semillas por vaina (NSV) y peso de cien semillas (PCS) que forman otra asociación entre ellas.

Finalmente en la Figura 5, se observa el grado de importancia de las variables, según la distancia que tienen respecto al centro de origen, las variables más alejadas son las más importantes en mostrar la variabilidad de las accesiones, por lo contrario las variables menos alejadas son las que tienen menos importancia (Figura 5). Las tres variables fenológicas se muestran como importantes, ha ellos se adicionan la mayor parte de las variables de arquitectura de planta, excepto número de vainas en el segundo nudo productivo, numero de semillas por vaina y peso de 100 semillas.

4.1.4.2 Distribución espacial de accesiones

En la Figura 6, se presenta la distribución espacial de las 180 accesiones caracterizadas respecto al primer y segundo componente principal, donde se muestra la posición de cada accesión según el aporte de las variables de los dos primeros componentes anteriormente señalamos en el Cuadro 9.

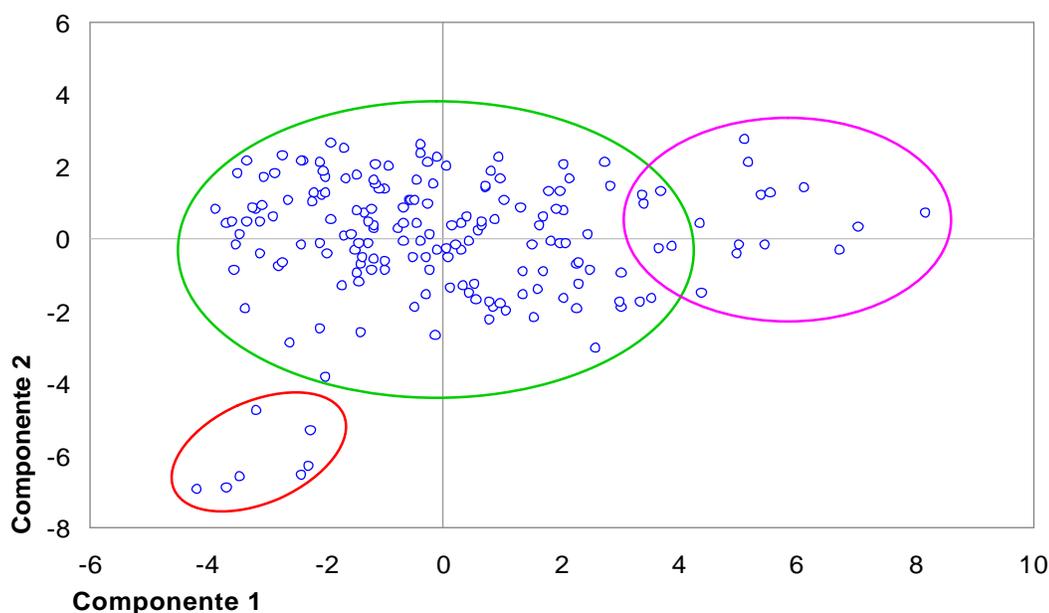


Figura 6. Distribución espacial de 180 accesiones de la colección de haba sobre el primer y segundo componente.

El primer componente es representado por las "características morfológicas", porque muestra la variabilidad de las accesiones según sus características de arquitectura de planta (Figura 6), las accesiones ubicadas en el

extremo izquierdo tienen plantas que se caracterizan por tener arquitecturas pequeñas, con menor número y tamaño en: flores, ramas, foliolos, vainas, semillas y peso de semillas, en cambio las accesiones que se ubican próximo al centro de origen presentan características intermedias en arquitectura de planta y aquellas accesiones que se ubican al extremo derecho se caracterizan por tener arquitecturas mayores, mayor número y tamaño en: altura, ramas, foliolos, flores, vainas, semillas y peso de semillas.

La distribución de las accesiones respecto al segundo componente, muestra la variabilidad de las accesiones en relación a las "características fenológicas y morfológicas" (Figura 6), indicando que las accesiones ubicadas en la parte inferior son precoces con vainas largas que tienen mayor número de granos por vaina, las accesiones ubicadas en la parte intermedia se caracterizan por ser de ciclo semiprecoz a semitardío que tienen vainas de longitud intermedia y las accesiones ubicadas en la parte superior se caracterizan por ser de ciclo largo con vainas cortas y que tienen menor número de semillas por vaina.

Considerando ambos componentes (Figura 6) se puede apreciar tres grupos de accesiones, el primer grupo constituido de accesiones precoces que tienen arquitectura de planta pequeña y/o menor, pero que tiene vainas largas de muchas semillas, el segundo grupo agrupa a la mayor cantidad de accesiones que se caracterizan por tener arquitectura pequeña a intermedia de ciclo semiprecoz a semitardío y el tercer grupo de accesiones se caracterizan por ser altas en arquitectura de planta con vainas cortas y son de ciclo semitardío a tardío.

4.1.5 Accesiones promisorias

Tomando en cuenta las variables peso de semillas por planta y peso de 100 semillas, ambas componentes del rendimiento de grano seco y los parámetros señalados por Milán (1994), IBTA (1996) y Zegarra *et al.* (1997), quienes indican que pesos mayores a 180 gr/100 semillas y pesos mayores a 100gr/planta son considerados altos en la producción de haba.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente de las 180 accesiones caracterizadas se identificaron 17 accesiones promisorias para condiciones del

altiplano norte, dichas accesiones son: H-116, H-114, H-224, H-142, H-71, H- 166, H- 23, H -212, H- 10, H- 153, H- 215, H- 60, H- 202, H- 59, H- 140, H- 30 y H- 155. Este material genético es proveniente de los departamentos de La Paz (prov. Los Andes, Manco Kápac, Camacho e Ingavi), Potosí (prov. Linares y Chayanta) y Chuquisaca (prov. Sud Cinti), con altitudes mayores a 3010 msnm.

Asimismo entre las accesiones promisorias se tienen 6 semitardías y las restantes 11 son tardías, además en su mayoría se caracterizan por desarrollar plantas intermedias en cuanto a altura de planta, número de vainas por planta y número de semillas por planta.

4.2 Descripción de variables cualitativas

4.2.1 Análisis de frecuencias

En el Cuadro 10, se presenta las frecuencias de las 180 accesiones evaluadas, tanto en frecuencia nominal como en frecuencia porcentual conforme a sus características comunes y/o estados de las 12 variables cualitativas evaluadas. Es necesario señalar que los estados de las variables evaluadas en campo fueron codificados nuevamente en forma ordenada para el análisis estadístico (Cuadro 10).

4.2.1.1 Tipo de crecimiento

El tipo de crecimiento también conocido como hábito de crecimiento, muestra homogeneidad en las 180 accesiones evaluadas, siendo de esta manera el 100% de la colección del germoplasma con inflorescencia en el ápice de las ramas de la planta, lo que fue caracterizado como tipo de crecimiento determinado.

4.2.1.2 Color de la flor (estandarte)

Según el Cuadro 10, el 100% de la colección es homogénea cuanto al color de la flor (estandarte), siendo que las accesiones tienen características fenotípicas de generar flores de pétalos blancos. Similar comportamiento reportó Zegarra

(1998) todas las accesiones con flores blancos, esto permite mencionar que la variable no muestra ninguna variabilidad en la colección y refleja que el color blanco del pétalo estandarte es un carácter dominante en el cultivo de haba.

Cuadro 10. Caracteres evaluados según el estado y frecuencia de accesiones.

Carácter o variables	Estado y significado	Frecuencia de accesiones	Frecuencia %
Tipo de crecimiento	1 Determinado	180	100
Color de la flor (estandarte)	1 Pétalos blancos	180	100
Intensidad de la rayas en el pétalo (estandarte)	1 Moderadas	179	99.44
	2 Leves o ligeras	1	0.56
Color de pétalo (ala)	1 Blanco con manchas negras	180	100
	1 Ausente	5	2.78
Pigmentación del tallo	2 Débil	63	35
	3 Intermedio	111	61.67
	4 Fuerte	1	0.55
Forma del foliolo	1 Estrecho (alargado)	20	11
	2 Intermedio (elíptico)	160	89
Ramificación Superior	1 No ramificada	179	99.44
	2 Ramificada	1	0.56
Distribución de la vaina en el tallo	1 Uniforme	174	96.67
	2 Principalmente basal	6	3.33
Postura de vaina en el tallo	1 Erecto	172	95.56
	2 Horizontal	6	3.33
	3 Pendiente	2	1.11
Color del tallo a la madurez	1 Claro	175	97.22
	2 Oscuros	5	2.78
Color vaina a la madurez	1 Claro (amarillo)	10	5.56
	2 Oscuro (castaño/negro)	170	94.44
Color de semilla	1 Café oscuro	2	1.11
	2 Verde claro	159	88.33
	3 Rojo	2	1.11
	4 Gris	14	7.78
	5 Bicolor (Chaleco)	3	1.67

4.2.1.3 Intensidad de las rayas en el pétalo (estandarte)

El germoplasma respecto a la intensidad de rayas en el pétalo (estandarte), mostró a 179 accesiones (99.44%) con flores que tienen rayas moderadas en el pétalo y una sola accesión (0.56%) mostró rayas leves o ligeras en el pétalo de la flor, estos resultados muestran la existencia de poca variabilidad en la colección

respecto a este carácter. La intensidad de raya moderada es uno de los caracteres dominantes en el cultivo de haba, similar comportamiento reportó Zegarra (1998) donde predominan accesiones con flores de rayas moderadas.



Foto 19. Color de la flor (estandarte)

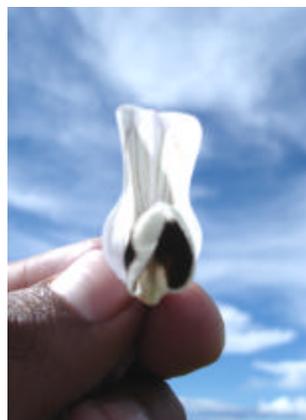


Foto 20. Intensidad de rayas (estandarte)



Foto 21. Color del pétalo (ala)

4.2.1.4 Color del pétalo (ala)

En el 100% de la colección se observó pétalos blancos con manchas negras, siendo homogénea toda la colección respecto a este carácter. En la página electrónica www.puc.cl/swedu/cultivos/leguminosas/haba.htm se menciona que los pétalos ala de la flor pueden ser totalmente blancos o presentar manchas negras, en la colección estudiada solo se presentaron accesiones con flores de pétalo ala con manchas negras.

4.2.1.5 Pigmentación del tallo al momento de floración

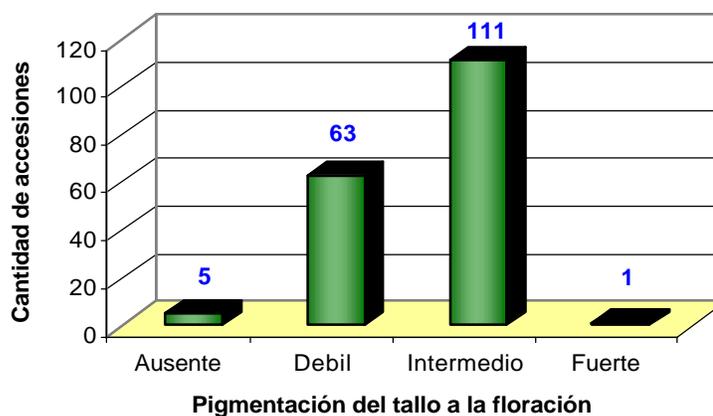


Figura 7. Frecuencia de 180 accesiones respecto a la pigmentación del tallo.

La variable pigmentación del tallo al momento de la floración presenta en el Cuadro 10 y Figura 7, del total de la colección, 111 accesiones (61.67%) mostraron pigmentación intermedia, 63 accesiones (35%) pigmentación débil, 5 accesiones (2.78%) ausencia de pigmentación y una accesión (0.55%) mostró pigmentación fuerte, estos resultados muestran que existe variabilidad de accesiones en la colección respecto a este carácter. Asimismo Zegarra (1998) reportó similares resultados siendo el carácter predominante accesiones con pigmentación moderada o intermedia en el tallo, esto muestra el carácter dominante de la pigmentación moderada.

4.2.1.6 Forma del foliolo

En el germoplasma se identificaron dos grupos de accesiones de acuerdo a la forma del foliolo, 160 accesiones (89%) con foliolos intermedias que tienen una forma subalterna o elíptica y 20 accesiones (11%) con foliolos estrechos de forma alargada y no se identificaron accesiones que presenten foliolos redondeados de forma subalterno-orbicular como se presenta en el descriptor IPGRI en 1985, estos resultados muestran poca variabilidad de la colección.



Foto 22. Forma del foliolo

4.2.1.7 Ramificación superior

La variable ramificación superior muestra que 179 accesiones (99.44%), no presentan ramificación superior y sola una accesión (0.56%) mostró ramificación superior en las ramas basales, este comportamiento es similar al reportado por Zegarra (1998), que señala que pocas accesiones presentan ramificación y son la

mayoría sin ramificación, lo cual permite señalar que son muy pocas las poblaciones de haba con ramificación superior.

4.2.1.8 Distribución de vainas en el tallo

En el Cuadro 10, se presenta para esta variable que 174 accesiones (96.67%) tienen vainas distribuidas en toda la rama, lo cual se denomina según el descriptor “distribución de vainas uniforme”, en cambio las restantes 6 accesiones (3.33%) muestran distribución de vainas en la parte basal de las ramas, lo que se denomina “distribución de vainas principalmente basal”. Asimismo según lo observado en el campo, podemos señalar que la mayoría de las accesiones provenientes del altiplano tienen la distribución uniforme de las vainas en el tallo y las de accesiones provenientes de valle una distribución principalmente basal.

4.2.1.9 Postura de vainas en el tallo

En la colección caracterizada se reporta, que 172 accesiones (95.56%) tienen vainas de postura erecta, 6 accesiones (3.33%) con vainas de postura horizontal y 2 accesiones (1.11%) con vainas de postura pendiente, como se puede apreciar en las fotografías 23, 24 y 25.



Foto 23. Postura de vaina erecto



Foto 24. Postura de vaina horizontal



Foto 25. Postura de vaina pendiente

Asimismo las accesiones con postura pendiente y horizontal con precoces y procedentes de los valles, en cambio las que tienen postura erecta son la mayoría las accesiones provenientes del altiplano que entre ellas existen accesiones

precoces, por su parte Zegarra (1998) señala que gran porcentaje de las poblaciones de haba tienen vainas de postura erecta y muy pocas con postura pendiente, lo que muestra que la mayoría de las poblaciones de haba tienen postura de la vaina erecta y muy pocos con postura horizontal y pendiente.

4.2.1.10 Color de tallo a la madurez

Según el Cuadro 10, la colección muestra para esta variable 175 accesiones (97.22%) con coloración clara y las restantes 5 accesiones (2.78%) con coloración oscura, mostrando que existe poca variabilidad de la colección respecto al carácter. Zegarra (1998) reportó similar comportamiento, mayor porcentaje de accesiones con coloración clara, lo que muestra que el carácter de coloración clara es el dominante en el tallo al momento de la madurez.

4.2.1.11 Color de vaina a la madurez fisiológica.

Esta variable muestra en el Cuadro 10, que la mayoría de las accesiones 170 (94.44%) mostraron coloración oscura (castaño/negro) y una minoría, 10 accesiones (5.56%) mostraron coloración claro-amarillo en sus vainas, similar comportamiento reportó Zegarra (1998), por tanto podemos señalar que la coloración oscura es la predominante en la variabilidad de la especie.

4.2.1.12 Color de la semilla

El germoplasma presenta diferentes colores de semilla en el Cuadro 10 y Figura 8, como así también se puede apreciar en la fotografía 26. Del total de accesiones evaluadas, 159 accesiones (88.33%) presentan coloración verde claro, 14 accesiones (7.78%) presentan coloración gris, 2 accesiones (1.11%) coloración café oscuro, 2 accesiones (1.11%) coloración rojo y finalmente 3 accesiones (1.67%) presentan semillas bicolors (verde claro y rojo en un mismo grano, más conocidos como chalecos).

Respecto a esta variable la colección muestra una amplia variabilidad de accesiones, mostrando diferentes coloraciones de la testa de la semilla o grano, siendo el color verde claro el más predominante.

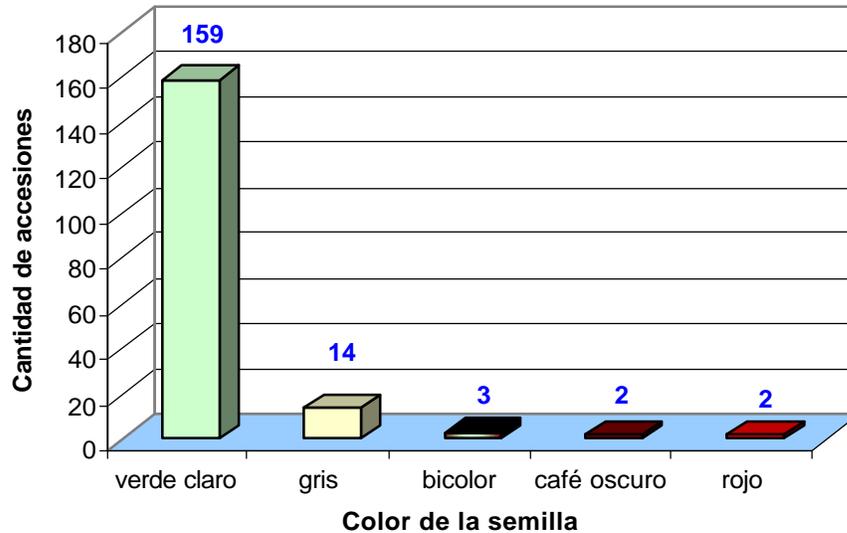


Figura 8. Frecuencia de 180 accesiones de haba en relación al color de semilla.

La variabilidad en el color de semillas reportados en el presente estudio (Foto 26), son similares a los reportados por Crespo (1996) quien menciona que las semillas varían de, tonos oscuros a claros, como verde, rojo, amarillo crema, blanco y grisáceo, esto muestra que existe una variabilidad de colores en de semilla en la especie.



Foto 26. Colores de las semillas del germoplasma

4.2.2 Análisis de correspondencia múltiple

Con las variables cualitativas que mostraron heterogeneidad, se conformó una matriz básica de datos con 180 accesiones evaluadas y 9 variables cualitativas (180 x 9), es necesario señalar que no se consideraron 3 variables cualitativas de las 12 caracterizadas por mostrar 100% de homogeneidad en las 180 accesiones del germoplasma.

En el Cuadro 11, se presentan los valores propios de los dos primeros factores/dimensiones que muestran el grado de variación en los caracteres cualitativos, asimismo se muestran los dos valores propios y los nueve coeficientes en cada uno de los factores.

Cuadro 11. Valores propios y contribución de las variables originales

Factores/Dimensiones		1º	2º
Valores propios		0,33	0,16
Variables cualitativas		Coefficientes	
Intensidad de Rayas "estandarte"	IRA	0,140	0,183
Pigmentación del tallo	PTA	0,795	0,278
Forma del foliolo	FFO	0,003	0,347
Ramificación superior	RSU	0,001	0,020
Distribución de vainas en el tallo	DVT	0,826	0,002
Postura de vainas en el tallo	PVA	0,746	0,284
Color del tallo a la madurez	CTM	0,344	0,012
Color de vaina a la madurez	CVM	0,071	0,006
Color de la semilla	CSE	0,006	0,290

En el primer factor (dimensión 1), los coeficientes que más aportan a la varianza en forma positiva son las variables pigmentación del tallo (PTA), distribución de vainas en el tallo (DVT) y postura de vainas a la madurez (PVA), tal como se muestra en el Cuadro 11 y Figura 9, estas variables permiten conformar grupos de accesiones de acuerdo a sus diferentes características.

En el segundo factor (dimensión 2) ninguna de las variables aporta significativamente, las variables forma de foliolo (FFO), color de la semilla (CSE) y

pigmentación del tallo (PTA) permiten formar grupos de accesiones con respecto a los diferentes estados de cada variable.

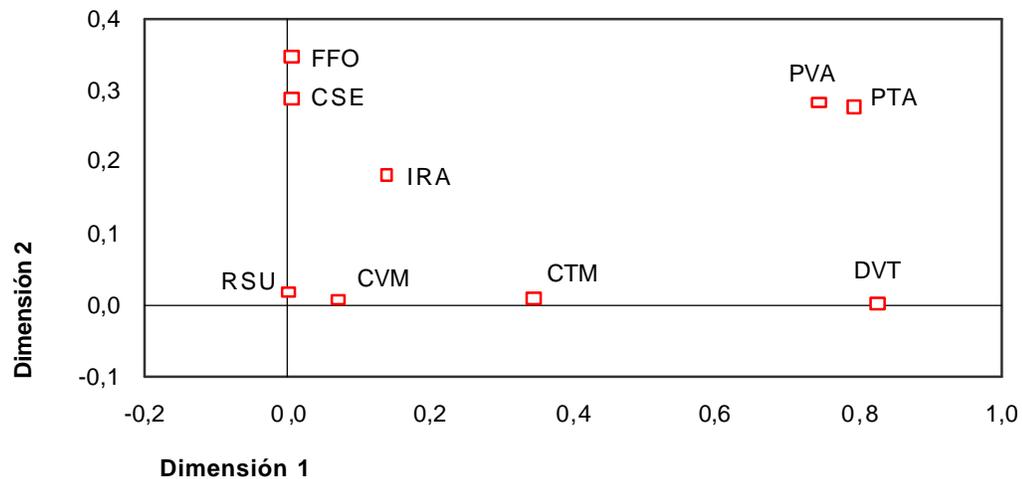


Figura 9. Distribución de 9 variables cualitativas en el primer y segundo factor/dimensión

En la Figura 9, se puede apreciar ilustrativamente la ubicación de cada una de las variables, las que se ubican lejos del centro de origen son las que más aportan a la varianza del primer y segundo factor, estas variables son: postura de las vainas (PVA), pigmentación del tallo (PTA) y distribución de vainas en el tallo (DVT), son caracteres de mayor variación dentro de la colección en estudio y permiten conformar grupos de accesiones por sus caracteres comunes, en cambio las variables forma del foliolo (FFO), color del tallo a la madurez (CTM) y el color de semilla (CSE) se ubican próximos al centro de origen y su aporte no es significativo o bien es poco a la varianza y las restantes variables son las que menor aportan en la variabilidad de la colección.

El análisis de correspondencia múltiple además de mostrar la varianza de las variables en la colección, muestra la asociación de los diferentes estados o características de cada una de las variables cualitativas que a continuación se describen a detalle.

4.2.2.1 Análisis de los estados de las variables cualitativas

Los estados o caracteres de los 9 variables cualitativas, se presentan dispersan en la Figura 10, los diferentes estados muy próximos entre ellas, son los que muestran patrones de variación que permiten diferenciar entre accesiones según sus características comunes.

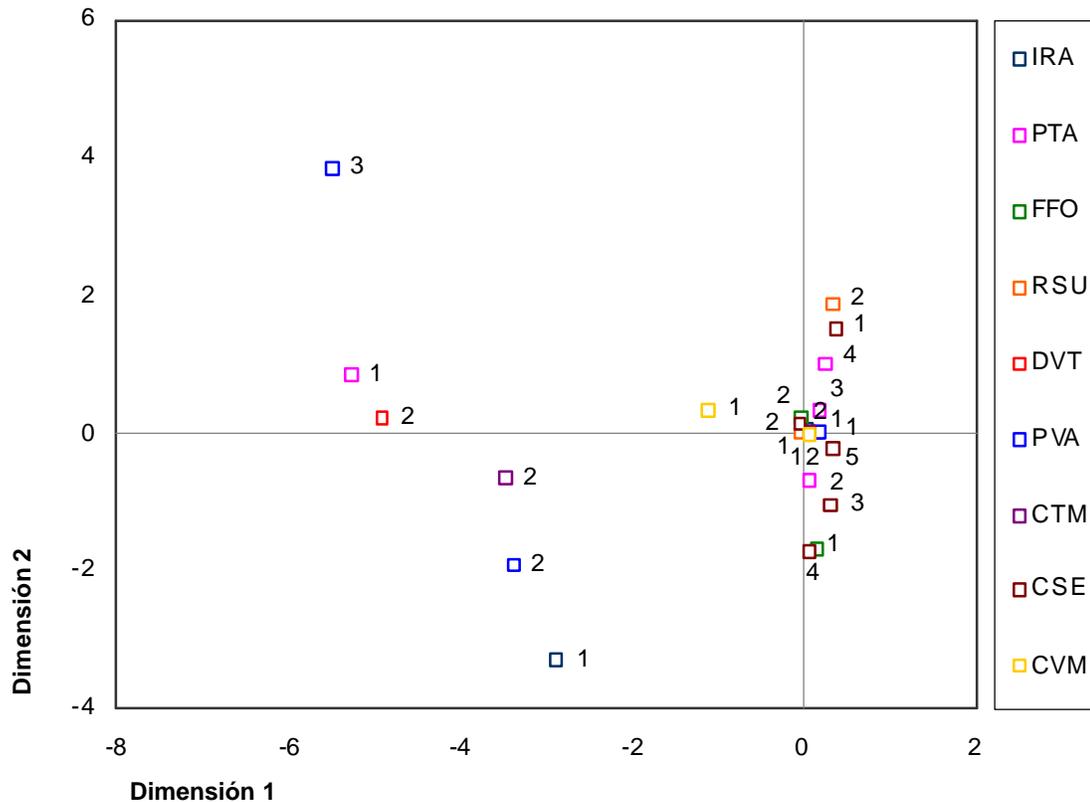


Figura 10. Distribución espacial de los estados de 9 variables cualitativas caracterizadas.

En la Figura 10, se muestra el estado 3 (pendiente) de la postura de vaina (PVA) en forma solitaria, muy alejado del centro de origen en la parte superior izquierdo y distante de los demás estados de otras variables, este comportamiento de dicho estado viene a ser un patrón de variación que refleja que existen accesiones que se caracterizan por tener vainas con postura en forma pendiente en la planta, es decir tienen a las vainas orientadas hacia el suelo y esta es la característica las hace diferentes de las demás accesiones.

Por su parte el estado 1 (ausente de pigmentación) de la variable pigmentación del tallo (PTA), el estado 2 (principalmente basal) de la distribución de las vainas en el tallo (DVA), el estado 2 (color oscuro) de color de tallo a la madurez (CTM), el estado 2 (horizontal) de postura de vaina en el tallo (PVA), el estado 1 (leve o ligera) de la intensidad de rayas en el pétalo de la flor (IRA) y el estado 1 (claro) de color de vaina a la madurez (CVM), están próximos entre ellas en la parte inferior izquierda de la Figura 10, dichos estados están alejados de los demás estados, lo que significa que existen accesiones que se caracterizan por tener plantas sin pigmentación en el tallo al momento de la floración, intensidad de las rayas leves en el pétalo estandarte de la flor, vainas de postura horizontal en la parte basal del tallo, vainas de color claro y tallos oscuros al momento de la madurez.

En la Figura 10, el estado 1 (erecto) de postura de vaina (PVA), los estados 2, 3 y 4 (débil, intermedio y fuerte) de la pigmentación del tallo (PTA), estado 1 (uniforme) de distribución de vainas en el tallo (DVT), el estado 2 (moderada) de intensidad de la raya en el pétalo (IRA), el estado 1 y 2 (estrecho o alargado y intermedio) de forma de foliolo (FFO) y los estados 1, 2, 3, 4 y 5 (café, verde claro, rojo, gris y bicolor) de color de la semilla (CSE) y el estado 2 (oscuro) de color de vaina a la madurez (CVM), están muy próximas entre ellas y se agrupan cerca al centro de origen de la Figura 10.

El anterior grupo de estados constituyen un otro patrón de variación que caracterizan accesiones que tienen plantas con vainas de postura erecta, con pigmentación débil, intermedia y fuerte al momento de la floración, vainas distribuidas en toda rama, rayas moderadas en el pétalo (estandarte) de las flores, hojas con foliolos alargadas y intermedios, semillas de color café, verde claro, rojo, gris y bicolor y tallos oscuros al momento de la madurez.

De acuerdo a los patrones de variación identificados que fueron generados por la proximidad de los estados, a continuación se presentan la conformación de grupos de accesiones de acuerdo a dichos estados.

4.2.2.2 Grupos de accesiones conforme caracteres comunes

En la Figura 11, tenemos la distribución espacial de 180 accesiones del germoplasma bajo las dimensiones 1 y 2 y según a los patrones de variación descritos por la proximidad de los estados de las variables en la Figura 10, se conformaron tres grupos de accesiones que se muestran claramente agrupadas.

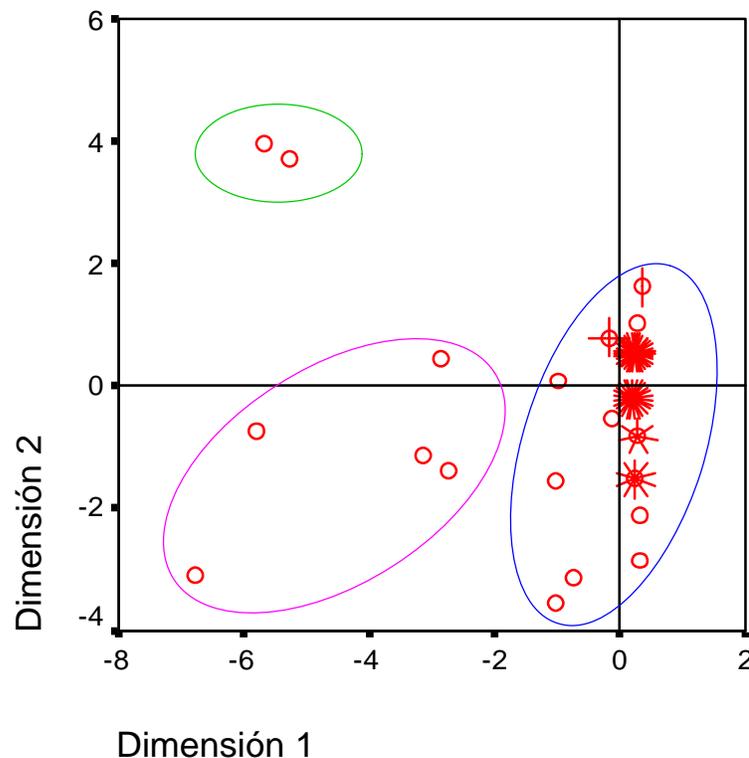


Figura 11. Distribución espacial de 180 accesiones de germoplasma de haba conforme a la dimensión 1 y 2.

El primer grupo está conformado por dos accesiones (H-14 y H-188) que se ubican en la parte superior izquierda, alejadas de las demás accesiones, estas accesiones de acuerdo a los estados (Figura 10) se caracterizan por tener plantas con vainas de postura en forma pendiente, es decir vainas orientadas hacia el suelo, esta característica los diferencia de las demás accesiones, asimismo conforme a las variables cuantitativas estas accesiones son precoces procedentes de valle (Figura 11).

El segundo grupo esta conformado de cinco accesiones (H-39, H-40, H-89, H-210 y H-222) que se ubican en la parte inferior izquierdo alejados de las demás accesiones, estas accesiones de acuerdo a los estados presentados en Figura 10, se caracterizan por tener plantas sin pigmentación en el tallo al momento de la floración, flores con intensidad de rayas leves o ligeras en el pétalo (estandarte), vainas de postura horizontal y ubicadas en la parte basal del tallo y que al momento de la madurez las vainas son de color claro y tallos oscuros. De acuerdo a lo observado en campo y a los registros de las variables cuantitativas, estas accesiones a su vez tienen características de ser precoces en su mayoría y con arquitectura de planta pequeña a intermedia (Figura 11).

El tercer grupo esta conformada por 173 accesiones que se ubican agrupadas muy próximo al centro de origen y en la parte media inferior de la Figura 11. Estas accesiones se caracterizan por tener plantas con pigmentación débil, intermedia y fuerte al momento de la floración, con vainas distribuidas uniformemente en toda rama, las flores con intensidad de rayas moderadas en el pétalo (estandarte), las hojas con folíolos alargadas y intermedios, que generan semillas de color café, verde claro, rojo, gris y bicolor y los tallos son oscuros al momento de la madurez.

5. CONCLUSIONES

1. Se dispone de información fenotípica de 180 accesiones de germoplasma de haba conservada en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (19 variables cuantitativas y 12 variables cualitativas).

2. La mayoría de las accesiones del germoplasma son de ciclo largo y pocas accesiones de ciclo corto.

3. El germoplasma presentó una amplia variabilidad fenotípica respecto a las variables de vaina y grano.

4. Existió una alta correlación positiva entre las variables fenológicas y estas mostraron correlación negativa con longitud de vaina y número de semillas por vaina, mostrando que las accesiones precoces tienen vainas largas de varias semillas.

5. Se observó alta correlación entre las variables de tallo, vaina y grano, que mostró accesiones con mayor número de ramas y vainas en el segundo nudo productivo, que generan mayor número de vainas, semillas y peso de semilla por planta.

6. El análisis de componentes principales permitió agrupar accesiones según las características cuantitativas de arquitectura de planta y fenológica, mostrando accesiones precoces con arquitectura de planta pequeña con vainas largas de varias semillas; accesiones semitardíos a tardíos con arquitectura de planta pequeña a intermedia; y accesiones semitardíos y tardíos con arquitectura de planta alta.

7. Con el análisis de correspondencia múltiple se identificaron a las variables pigmentación del tallo a la floración, postura de la vaina y distribución de vainas en el tallo, como las más significativas en la conformación de grupos de accesiones.

8. Se conformaron tres grupos de accesiones por sus características cualitativas comunes, dos accesiones por tener vainas de postura en forma pendiente, cinco accesiones por no presentar pigmentación en el tallo en la floración, con vainas de postura horizontal ubicadas en parte basal del tallo, con

intensidad de rayas leve en el pétalo estandarte de la flor, vainas claros y tallos oscuros a la madurez y 173 accesiones por tener pigmentación débil, intermedia y fuerte en el tallo en la floración, vainas distribuidas en toda rama, intensidad de rayas moderadas en el pétalo estandarte de la flor, folíolos alargadas e intermedios, semillas de color café, verde claro, rojo, gris y bicolor y tallos oscuros al momento de la madurez.

9. Se identificaron 17 accesiones promisorias con características sobresalientes en peso de semillas por planta y peso de cien semillas, material con potencial en producción de haba seca de alto calibre adecuado para la comercialización.

6. RECOMENDACIONES

Poner en conocimiento de investigadores, agricultores, estudiantes y la sociedad, la información generada en el germoplasma de haba.

Promover el uso del material genético en programas de mejoramiento del cultivo de acuerdo a sus características fenotípicas.

Promover el uso del material genético por parte de los agricultores de acuerdo a sus características fenotípicas, para fortalecer la seguridad alimentaría y sus ingresos económicos.

Promover investigaciones en coordinación con instituciones del rubro, usando el material genético según sus características fenotípicas.

Realizar ensayos con las accesiones promisorias en condiciones del altiplano norte, para determinar con precisión su potencial genético respecto a variables de rendimiento.

Realizar la caracterización del valor nutritivo del germoplasma para su uso diversificado en la alimentación del potencial genético conservado.

7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- AGRIPAC. 2000. Paquete completo para la producción de haba. La Paz – Bolivia. pp 2-3.
- AGUILAR, LL. L. 2001. Validación de variedades mejoradas de haba de altura y de valle en condiciones de belén, altiplano norte. La Paz, Bolivia. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés, Ingeniería Agronómica. pp 45-69.
- BALDERAMA, F., IRIARTE, V., BAREA, O., IPORRE, G. y E. CARRASCO. 2001. Cadena Agroalimentaria del Haba de Altura para Exportación. Cochabamba, Bolivia. pp 5.
- BONIFACIO, A., MUJIA, A. y W. ROCA. 2001. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ancestral, cultivo andino, alimento del presente y futuro. Santiago – Chile. Capítulo VI.
- BOX, J. M. 1961. Leguminosas del grano, Ed. Revolucionaria. Instituto del libro, Habana, Cuba. 550 p.
- CENTRO DE PROMOCIÓN BOLIVIA (CEPROBOL). 2004. Haba, Perfil Sectorial, Sistema de Información y Asesoramiento en Comercialización para Productores Agrícolas Ceprobol – IICD. La Paz, Bolivia. 16 p.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES FITOGENÉTICAS DE PAIRUMANI (CIFP). 2001. Informe anual 2000-2001. Matriz de Resultados 2000-2001. Matriz de Planificación 200-2002. Cochabamba – Bolivia. pp 61.
- CONAM y PNUB. 2001. Estrategia Nacional de Diversidad Biológica. Perú. Capítulo III.
- CHECA, C. O., BURGOS, F. A. y L. PEREZ. 1998. Releza VI, Sexta Reunión de leguminosas de grano de la zona andina. Caracterización fenotípica de 133 accesiones de haba (*Vicia faba* L.) en el Centro de Investigaciones Obonuco Municipio de Pasto. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. pp 40 - 41.

- CHOQUE, S. E. 2005. Comportamiento agronómico de tres variedades y tres ecotipos de haba (*Vicia faba* L.) en la comunidad Cumana, Provincia Los Andes, La Paz. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica Boliviana "San Pablo" Unidad Académica Campesina Tihuanacu, Ingeniería Agronómica, La Paz. 110 p.
- CRESPO, M. W. 1996. Haba (*Vicia faba* L.) Leguminosas en la Agricultura Boliviana, Cochabamba – Bolivia. pp 178.
- CRISCI, J. V. y M. F. LOPEZ. 1983. Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington. pp 42.
- GONZALES, MILAN y CRESPO. 1992. Resela II. Reunión Nacional en Leguminosas. Estudio de la Variabilidad de haba, La Paz, Bolivia. pp 23.
- GUZMAN, L. 1996. Leguminosas en la Agricultura Boliviana: Recursos Genéticos de leguminosas de grano nativas. pp 45.
- GUZMAN, L. y L. PIÉROLA. 1994. Memorias: Variabilidad y correlación del rendimiento y caracteres relacionados en la colección de haba del Centro de Investigación Fitogenéticos de Pairumani, 2da. Reunión Nacional de Leguminosas de grano. 3ro. Reunión Bolivia de Rhizobiología, Cochabamba, Bolivia. pp 97.
- HIDALGO, R. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Análisis multivariado en estudios de variabilidad genética. (eds.) Franco T. L. y Hidalgo R. Boletín técnico no. 8., Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. pp 2-26.
- HOLLE, O. M. 2004. Recursos Genéticos Vegetales. La Molina, Lima, Perú. pp 187-189.

- INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES (IBPGR) 1985. Descriptor de haba, International Center For Agricultural Research In The Dry Areas (ICARDA), Roma -Italia, pp 18.
- INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (IBTA) y PROGRAMA NACIONAL DE LEGUMINOSAS DE GRANO (PNLG). 1996. Haba de exportación. Cochabamba, Bolivia. pp 6.
- _____ 1996. Variedades de haba. Cochabamba, Bolivia. pp 6.
- _____ 1996. Manejo agronómico de haba. Cochabamba, Bolivia. pp 6.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADITICA (INE). 2004. Superficies, Rendimientos y Producción del cultivo de haba. La Paz Bolivia. pp 4.
- _____ 2005. Bolivia Atlas Estadístico de Municipio. La Paz, Bolivia pp 199.
- JARAMILLO, S. y M. BAENA. 2000. Conservación ex situ recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. pp 7 – 68.
- LÓPEZ, R. 2000. Comportamiento de 7 variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la zona de la Tamborada. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Simón Cochabamba, 110 p.
- MAMANI, A. E., PINTO, M. y W. ROJAS. 2005. Caracterización de haba. Informe Anual Fundación PROINPA - Regional Altiplano, 2004-2005. La Paz, Bolivia.
- MILAN, M. 1994. Seminario Taller sobre Haba de Exportación, (Memoria), Avances en el Mejoramiento Genético de variedades de haba para exportación. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. Cochabamba, Bolivia. pp 12.
- MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS (MACA). 2005. El Cultivo de haba. Boletín técnico. La Paz, Bolivia. pp 7-8

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y DESARROLLO RURAL (MAGDER). 2001. Vice-ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Calendario Agrícola 2001 - 2002, Segunda Edición. La Paz, Bolivia. pp 17.
- MOREIRA, A. y R. HENSON. 2001. Seminario Taller sobre Haba de Exportación Memoria, Programa Nacional de Leguminosas de Grano. Cochabamba, Bolivia. pp 8.
- PIÉROLA, L. 1997. Estrategia del cultivo de haba en Bolivia, Memorias III Reunión Nacional en Leguminosas IV Reunión Bolivia de Rhizobiología. La Paz, Bolivia. pp 33.
- PIÉROLA, L., MENDOZA E. y M. MILAN. 1995. El rendimiento de haba en función de sus componentes, Memorias. 2da. Reunión Nacional de Leguminosas de grano. 3ro. Reunión Bolivia de Rhizobiología, Cochabamba, Bolivia. pp 99.
- PEREZ, L., C. 2001. Técnicas Estadísticas con SPSS. Correspondencia Múltiple. Universidad Complutense de Madrid. España. p 526.
- PLA, L. 1986. Análisis Múltivariado. Método de Componentes Principales. OEA, Washington, Estados Unidos. pp 3 – 20
- PROGRAMA NACIONAL DE LEGUMINOSAS DE GRANO (PNLG) y MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL (MAGDER). 1998. Informe Final Técnico 1991-1998, Bolivia. p 45.
- REVOLLO, C. M. 2004. Variabilidad Genética de Cuatrocientos veintiún poblaciones de quinua real conservadas en el Banco Nacional de Granos Altoandinos. Tesis Ing. Agr. Universidad Loyola La Paz, Bolivia. pp 42.
- ROJAS, W. 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. (eds.) Franco T. L. y Hidalgo R. Boletín técnico no. 8., Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. pp 85.

- SERVICIO DEPARTAMENTAL AGROPECUARIO DE LA PAZ (SEDAG). 2004. Boletín de Seguridad Alimentaria: Banco de Germoplasma de la Haba del SEDAG LP. La Paz, Bolivia. pp 6.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLÓGICA (SENAMHI). 2005. Información Climática de Estación Meteorológica de Chirapaca, prov. Los Andes, La Paz, Bolivia. pp 1.
- SILVESTRE. 1996. Compendio de Alternativas Tecnológicas; Cultivo de Haba (*Vicia faba*). Ministerio de Agricultura. Volumen I. Perú. pp 31-34.
- WAAIJENBERG, H. 1996. Las leguminosas en la agricultura boliviana. Proyecto de Rhizobiología de Bolivia, Cochabamba, Bolivia. pp 1.
- WAAIJENBERG, H. 2000. Programa Nacional de Leguminosas de Grano: Resultados de la investigación 1991 - 1998. Cochabamba, Bolivia. pp 5 -7.
- [www. Infoagro.gov.bo.com](http://www.infoagro.gov.bo.com) 2003.
- [www. puc.cl/sw educ/cultivos/leguminosas/haba.htm](http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/leguminosas/haba.htm). s/a.
- [www. Telematica.com.pe/Procucl/spss](http://www.telematica.com.pe/Procucl/spss). s/a.
- ZEGARRA, S., PIEROLA, L. y M. MILAN. 1997. Memorias. III Reunión Nacional en Leguminosas IV Reunión Bolivia de Rhizobiología. Estudio de la Variabilidad en el Germoplasma de haba, La Paz, Bolivia pp. 68 -73.
- ZEGARRA, S., y L. PIÉROLA. 1998. Releza VI, Sexta Reunión de leguminosas de grano de la zona andina. Análisis Múltivariado de Agrupamiento Taxonómico del Haba en Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia p 31-32.
- ZEGARRA, S. 1998. Caracterización y clasificación del germoplasma de haba (*Vicia faba* L.) Tesis Ing. Agr. Universidad de San Simón, Cochabamba.163 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Información de 19 variables cuantitativas de 180 accesiones del germoplasma de haba

DFL	Días a la Floración (días)	AFO	Ancho de foliolo (cm)	LVA	Longitud de vaina (cm)
DVA	Días a vaina (días)	RBA	Número de ramas basales (n°)	NVP	Número de vainas por planta (n°)
DMA	Días a la Madurez (días)	DTA	Diámetro del tallo (mm)	NSV	Número de semillas por vaina (n°)
LIN	Longitud de Inflorescencia (mm)	NVN	Número de vainas 2do nudo productivo (n°)	NSP	Número de semillas por planta (n°)
FIN	Número de flores por Inflorescencia (n°)	AVA	Altura a la vaina más baja (cm)	PSP	Peso de semillas por planta (g)
NFH	Número de foliolos por hoja (n°)	APL	Altura de la Planta (cm)	PCS	Peso de 100 semillas (g)
LFO	Longitud de foliolo (cm)				

Accesión	Departamento	Provincia	Altitud	DFL	DVA	DMA	LIN	FIN	NFH	LFO	AFO	RBA	DTA	NVN	AVA	APL	LVA	NVP	NSV	NSP	PSP	PCS
H-1				105	115	188	12,4	3,2	5,1	6,6	2,65	4,4	7,30	1,2	7,3	66,9	7,3	44,3	2,4	91,5	81,1	94,8
H-2	La Paz	Omasuyos	3900	107	115	188	10,9	3	4,9	5,48	2,14	4,8	6,90	1,0	13,3	70,2	8,8	28,5	2,6	48,5	67,9	143,4
H-3	La Paz	Camacho	3920	107	115	188	11,2	2,9	5,3	6,18	2,26	3,5	6,90	1,2	7,2	64,3	7,7	34,1	2,1	59,7	71,3	131,3
H-4	Potosí	Tomas Frías	3520	113	115	188	11,8	3	5,2	6,67	2,52	4,6	7,30	1,1	9,8	77,4	9,0	34,6	2,3	55,9	90,1	167,9
H-5	Potosí	Chayanta	3520	110	115	188	14,7	3,2	5,1	6,75	2,41	3,4	7,10	1,2	9,6	82,9	8,8	28,6	2,1	51,2	79,9	149,4
H-6	La Paz	Omasuyos	3900	104	119	191	11,7	2,5	4,9	6,92	2,49	3,6	7,70	1,0	9,1	96,4	9,6	34,4	2,1	67,3	77,7	128,2
H-7				112	121	206	12,4	2,6	5	7,19	2,83	4,3	8,30	1,2	12,6	96,0	10,4	34,7	1,8	60,0	90,1	184,8
H-8	La Paz	Ingavi	3900	112	123	206	9,5	2,8	4,8	6,14	2,22	4,7	7,50	1,3	14,1	92,9	8,3	41,8	2,0	68,2	78,7	132,7
H-9	Potosí	Chayanta	3490	100	121	201	15,1	3,4	5,7	7,03	2,43	5,5	8,80	1,4	15,4	98,7	10,5	34,8	1,3	54,7	93,1	226,7
H-10				112	131	211	12,1	3,3	5,3	7	2,8	5,9	8,20	1,8	13,2	99,9	10,2	36,2	2,3	57,4	103,1	209,6
H-11	La Paz	Camacho	3900	115	126	196	7,6	2,1	5	6,7	2,49	5,9	7,50	1,9	9,5	78,5	8,9	50,3	2,3	90,1	80,6	108,2
H-12	La Paz	Manco Kapac	3850	117	141	196	10,2	2,9	4,6	6,1	2,41	4,9	7,90	1,1	8,3	82,0	11,3	27,9	2,3	53,3	79,9	175,2
H-13	Potosí	Linares	3520	110	140	180	10,6	2,5	4,3	6,28	2,43	3,6	7,30	1,1	8,5	76,4	8,9	24,7	2,2	44,0	74,5	161,1
H-14	La Paz	Murillo	2650	75	95	157	11,7	2,6	4,5	6,99	3,02	3,1	7,60	1,6	5,5	49,9	20,1	14,4	4,1	31,4	52,3	174,1
H-15	Cochabamba	Mizque	2500-3000	99	109	189	13	3	5	7,05	2,62	4,2	7,70	1,4	12,7	86,5	8,3	50,4	2,4	90,2	111,2	132,4
H-16	Potosí	Tomas Frías	3580	106	129	206	15,6	3,3	5,3	6,79	2,53	5	7,90	1,1	12,6	100,2	10,2	44,0	2,0	76,9	123,9	179,7
H-17				115	141	221	11,7	2,9	4,7	6,42	2,66	6,2	7,80	1,0	17,9	92,7	9,4	33,1	2,0	48,9	57,3	121,1
H-18	Chuquisaca	Nor Cinti	3400	115	129	221	11,3	2,8	4,2	6,64	2,62	4,7	7,90	1,0	10,0	83,3	9,0	20,5	2,1	33,0	46,2	181,2
H-19	Potosí	Linares	3390	112	144	211	13,1	2,9	4,9	6,42	2,71	5,3	7,80	1,4	12,0	90,1	9,4	23,8	2,1	38,6	62,6	219,8
H-20				122	135	211	19,7	2,5	4,7	7,21	2,94	5,6	8,10	1,4	13,8	83,6	11,0	29,9	2,3	51,8	96,0	165,5
H-21				111	135	201	14,6	3,2	5,3	6,76	2,82	5,7	7,50	1,4	12,3	84,9	9,9	30,5	2,2	48,9	82,1	187,4
H-22	Potosí	Chayanta	3500	105	113	170	11	2,9	5,1	6,93	2,59	3,6	7,00	1,5	8,0	72,9	8,2	30,8	2,4	57,9	69,2	130,1
H-23	Chuquisaca	Sud Cinti	3010	112	131	218	16,2	3,9	5,5	7,6	3,37	9,1	10,55	1,0	29,5	147,3	13,3	45,4	2,2	70,0	122,1	215,6
H-24	La Paz	Camacho	3870	75	97	157	9,5	2,7	4,9	6,47	2,27	3,8	6,50	1,2	5,4	61,3	6,9	29,5	2,1	53,0	57,7	123,1
H-25	Potosí	Cornelio Saav	3530	106	144	211	18,5	4,3	5,6	7,89	3,47	6,8	9,30	2,0	13,8	104,9	9,3	74,0	2,8	147,0	204,7	139,6

H-26	Chuquisaca	Sud Cinti	2090	113	145	216	14,6	3,2	5,2	7,09	2,97	6,9	8,00	1,3	16,6	97,5	10,9	36,8	2,0	51,5	67,3	189,8
H-27	La Paz	Los Andes	4940	113	131	196	16,1	3,1	5,4	7,3	2,86	5,6	7,70	1,4	12,6	85,7	9,5	61,7	2,8	118,3	148,7	117,8
H-28	Potosí	Chayanta	3340	111	131	211	13,6	3,2	4,9	6,95	2,83	5,3	7,60	1,5	10,8	85,8	9,1	41,6	2,4	72,8	112,5	153,7
H-29	Cochabamba	Tapacari	3500-4000	100	131	202	13,1	3,2	5,1	7,06	2,63	4,1	6,80	1,7	9,7	64,9	7,7	50,1	2,4	89,6	89,7	134,6
H-30	Potosí	Chayanta	3520	100	131	216	14,2	3,5	4,8	6,64	2,61	4,6	7,20	1,3	11,6	81,5	8,4	44,0	2,3	78,2	116,1	183,6
H-31	Cochabamba	Mizque	3760	111	136	211	12,3	3	5,1	7,71	2,99	7,8	8,00	1,3	12,7	99,6	9,8	58,6	2,2	105,7	127,5	164,0
H-32	La Paz	Camacho	3900	97	131	211	17,2	3,7	5,2	7,68	3,11	7,8	8,77	1,0	14,9	103,4	9,1	57,9	2,6	140,1	437,7	160,3
H-33				117	135	216	15,2	3,6	5,3	7,91	3,51	7,7	9,34	1,1	24,0	152,3	10,7	49,8	2,1	86,7	107,8	162,6
H-34	La Paz	Camacho	3920	117	131	216	12,8	2,8	4,5	6,34	2,63	5,7	7,06	1,6	10,2	76,9	7,8	41,4	2,3	78,4	78,1	137,0
H-35				117	149	216	15,9	2,7	4,6	6,59	2,84	4,1	7,72	1,4	14,8	87,1	9,2	30,1	2,0	52,9	70,4	162,3
H-36	Cochabamba	Arani		117	141	216	11,3	2,6	4,7	6,1	2,49	4	7,48	1,2	10,3	85,7	8,7	25,9	1,9	34,5	53,7	162,3
H-37	La Paz	Murillo	3600	113	134	216	12,3	2,6	4,9	6,6	2,72	5,3	7,26	1,1	8,3	83,9	8,3	34,4	2,3	59,5	81,0	170,7
H-38	Potosí	Cornelio S.		106	131	211	12,5	2,6	4,5	6,07	2,43	3,4	6,78	1,2	10,1	70,3	8,6	21,4	2,1	36,7	60,0	177,1
H-39	Potosí	Linares	3330	106	135	206	12,1	2,7	4,9	6,62	2,6	4	7,10	1,2	12,7	80,3	9,7	24,8	2,3	44,1	80,5	220,8
H-40				77	97	157	15,2	3,1	4,2	6,91	2,73	3,1	7,32	1,0	5,8	41,5	14,0	11,3	4,0	27,2	42,9	161,3
H-41				112	131	206	14,9	3,5	4,6	7,39	2,91	6,9	7,90	1,5	11,2	88,4	9,8	52,0	2,5	93,8	136,8	172,1
H-42	La Paz	Omasuyos	3900	115	121	190	10,5	2,6	5,1	6,32	2,32	4,4	5,81	1,3	9,6	62,5	7,9	35,6	2,5	64,8	65,7	106,6
H-43	La Paz	Omasuyos	3900	115	113	216	11,6	2,8	4,7	6,85	2,8	7,1	7,23	1,8	9,7	85,5	8,6	52,8	2,3	96,5	128,9	164,6
H-44	La Paz	Omasuyos	3900	113	123	211	10,9	2,9	4,9	6,37	2,59	6,9	6,22	1,4	10,2	73,9	6,8	48,6	2,3	85,8	75,4	104,6
H-45	Potosí	Linares	3420	105	113	187	16,3	3,4	5,3	7,14	2,77	4,5	6,97	1,2	12,9	80,3	10,3	35,9	2,2	63,7	84,0	183,9
H-46	Potosí	Linares	3560	112	115	187	14,8	3,5	5,6	7,53	3,06	5,7	7,98	1,4	18,9	114,3	9,7	36,9	2,1	62,4	100,4	174,4
H-47	Cochabamba	Mizque	3760	114	141	216	11,8	3,3	5	6,66	2,68	5,2	7,81	1,1	15,4	86,1	10,0	25,1	2,2	42,1	55,9	146,7
H-49	Potosí	Chayanta	3500	117	135	190	15,1	3,3	4,9	6,38	2,64	3,9	7,30	1,6	11,0	75,5	8,9	31,7	2,1	55,3	77,8	194,7
H-50	La Paz	Camacho	3900	113	123	198	9,8	2,5	4,3	6,12	2,57	4,7	6,21	1,7	10,0	73,6	9,8	29,3	2,4	59,7	62,4	130,9
H-51	Potosí	Linares	3600	120	135	211	10,8	2,6	4,8	5,94	2,53	3,9	6,48	1,7	8,9	71,5	8,0	34,8	2,0	54,1	72,7	148,0
H-53	La Paz	Ingavi	3850	106	113	190	11,6	3	4,6	5,86	2,38	3,6	6,08	1,6	7,8	62,7	7,0	33,1	2,0	61,2	67,2	126,1
H-54	Cochabamba	Arani		106	123	201	14,5	3,4	4,8	6,84	2,57	4,3	7,30	1,3	14,2	78,8	9,3	29,6	1,8	43,0	67,6	171,3
H-55	La Paz	Manco Kapac	3900	97	113	165	11,9	3,2	4,5	6,86	2,57	4,2	6,32	1,4	10,0	60,4	7,8	34,2	2,4	59,4	67,0	126,7
H-56	Potosí	Tomas Frías	3440	106	92	189	14,2	3,2	4,9	6,32	2,47	5,2	7,43	1,7	10,9	87,8	10,4	39,0	2,0	75,1	103,9	152,8
H-57				113	104	196	12,9	3	4,6	6,29	2,53	4,5	8,12	1,4	14,1	103,6	9,8	25,4	2,0	47,3	73,1	188,7
H-58	Potosí	Tomas Frías	3580	106	113	196	17,4	3,9	5,1	7,14	2,78	3,9	7,60	1,2	13,1	91,0	9,5	26,1	2,2	47,4	68,0	187,5
H-59	La Paz	Ingavi	3820	106	115	187	16,4	3,9	5,7	7,85	3,22	5,8	7,09	1,6	16,2	94,8	10,5	44,2	2,2	78,7	136,4	188,3
H-60	La Paz	Manco Kapac	3820	106	113	187	14,3	3,5	5,5	7,17	2,81	6,8	6,88	1,5	10,4	83,1	8,3	68,7	2,4	131,9	137,1	197,7
H-61	Potosí	Linares	3420	117	135	206	16,6	3,8	4,9	6,77	2,66	4,5	6,95	1,7	11,5	74,7	8,6	24,3	2,4	44,2	60,9	146,3
H-62	Cochabamba	Mizque	3680	120	149	206	10,3	2,6	4,4	6,32	2,52	5,9	7,77	1,5	12,5	82,9	8,7	29,8	2,2	49,0	49,5	110,8
H-63	Potosí	Tomas Frías	3570	117	135	206	17,2	3,6	4,9	6,5	2,43	4,4	7,73	1,3	11,0	85,3	10,5	29,4	2,2	54,0	80,4	173,5
H-64	La Paz	Camacho	3810	107	123	190	13,1	2,7	5,2	6,92	2,58	4	7,74	1,3	9,5	74,2	7,6	36,7	3,0	71,6	86,9	132,4
H-65	Potosí	Linares	3610	110	115	190	12,5	2,7	5,3	6,18	2,48	4,7	8,21	1,0	9,7	70,5	8,5	34,5	2,1	49,0	77,5	148,6
H-66	La Paz	Murillo	3600	113	131	190	12,1	2,7	4,9	6,52	2,65	4,6	6,92	1,4	9,3	79,4	8,4	40,6	2,4	74,6	93,2	164,1

H-69	Potosí	Tomas Frías	3570	113	123	190	14,1	3,2	5	6,64	2,78	5,8	7,52	1,2	11,1	80,5	9,4	31,6	2,2	58,9	87,9	192,0
H-70	Cochabamba	Ayopaya	3500-4000	110	113	190	13,5	2,9	4,8	5,88	2,24	4,8	6,68	2,0	9,2	68,8	7,0	45,4	2,2	87,7	78,5	102,7
H-71				110	117	190	16,1	3,3	4,5	6,88	2,85	6,9	8,20	1,1	14,1	92,7	10,9	49,8	2,1	83,0	139,0	221,2
H-72	Potosí	Chayanta	3370	99	113	190	15,3	3,6	5,5	6,73	2,81	4,8	7,44	1,4	9,1	76,6	9,5	42,2	2,0	76,7	116,9	149,1
H-73	La Paz	Ingavi	3870	106	113	187	16	3,8	4,5	6,65	2,73	5,7	6,66	1,6	12,9	80,9	9,2	43,0	2,2	77,4	110,2	156,6
H-74	La Paz	Los Andes	3940	107	113	187	14,8	3,4	4,8	6,73	2,78	8,1	6,48	1,6	12,0	92,2	9,1	60,4	2,4	121,4	152,7	114,5
H-76	La Paz	Camacho	3900	113	131	190	16,6	3,3	4,7	6,11	2,36	3,5	6,59	1,7	9,9	74,7	8,1	26,6	2,4	53,2	61,2	136,0
H-77	Potosí	Chayanta	3500	113	135	190	13,9	3,1	4,7	5,58	2,13	2,5	6,47	1,3	7,8	61,9	7,9	20,6	1,7	32,4	39,6	129,2
H-78	La Paz	Omasuyos	3900	113	135	196	12,8	2,8	4,6	6	2,33	3,4	6,65	1,1	10,1	78,6	8,5	21,4	2,5	34,0	36,7	149,6
H-79	Cochabamba	Ayopaya	3000-3500	113	131	187	10,9	2,8	5,4	6,8	2,51	4	6,86	1,8	8,0	64,2	7,3	48,3	2,4	97,3	98,7	103,5
H-80	La Paz	Linares	3560	112	123	206	14	3,3	4,9	6,1	2,34	4,7	7,23	1,2	12,6	82,7	9,2	26,4	2,0	43,3	75,0	177,9
H-81	La Paz	Manco Kapac	3900	112	135	190	14,5	3,4	4,7	6,68	2,58	5	6,31	1,4	11,2	70,8	10,6	23,4	2,8	48,4	71,3	165,2
H-82	La Paz	Camacho	3900	112	123	190	12,6	3	4,8	6,44	2,49	6,1	7,19	1,8	8,3	61,4	7,6	39,4	2,6	85,1	81,3	111,7
H-83	La Paz	Omasuyos	3900	106	123	196	14,8	3,6	5,1	6,21	2,29	6,5	6,57	1,5	8,8	79,1	8,5	48,8	2,4	86,6	91,8	144,9
H-84	Potosí	Linares	3550	106	131	196	12,6	2,8	4,9	6,36	2,59	3,5	6,77	1,0	11,5	84,5	9,6	21,1	2,2	32,4	46,0	176,5
H-85	La Paz	Manco Kapac	3900	106	135	194	11,9	2,8	4,8	6,92	2,73	5,1	6,73	1,4	8,5	62,3	11,5	21,3	2,6	42,3	63,4	181,9
H-86	La Paz	Manco Kapac	3840	101	113	187	16,3	3,8	5,2	7,03	2,76	5,6	7,60	1,6	13,2	87,0	11,2	39,5	3,1	86,8	153,5	177,0
H-87	La Paz	Manco Kapac	3840	101	109	187	17,3	4,2	5,3	7,23	2,85	5,5	6,84	1,2	15,4	85,0	10,1	18,2	2,6	32,5	63,9	212,0
H-89	Potosí	Tomas Frías	3640	77	106	159	11,8	2,6	4,6	6,88	3,07	3,1	8,15	1,0	7,3	61,9	16,2	15,9	2,6	32,3	47,5	172,6
H-90	La Paz	Camacho	3900	120	141	211	12	2,6	4,6	6,11	2,36	5,1	6,52	1,5	12,8	73,9	8,7	31,2	2,8	61,5	60,7	117,0
H-91	Potosí	Cornelio Saa	3330	120	141	211	13,6	3,5	4,7	6,29	2,43	7,2	7,35	1,5	16,0	82,9	10,0	29,4	2,1	52,8	68,3	162,3
H-93	Potosí	Linares	3600	113	123	211	15,3	3,5	5	6,73	2,96	4,2	7,23	1,1	9,9	78,5	9,0	25,6	2,0	43,8	63,3	175,4
H-94	La Paz	Manco Kapac	3880	113	123	202	15,4	3,4	5,1	6,4	2,61	5	6,75	1,6	10,7	65,0	10,2	21,2	2,4	43,3	67,6	173,0
H-95	Cochabamba	Bolívar	3750	112	131	190	12,1	2,6	4,9	6,01	2,37	3,6	6,40	1,6	9,6	61,4	9,0	22,0	2,2	34,1	38,8	143,8
H-96	Cochabamba	Arani		112	136	206	11,9	2,9	4,7	5,81	2,33	5,5	7,40	1,1	12,5	67,0	9,8	30,0	2,0	50,1	72,6	158,6
H-97	Potosí	Chayanta	3490	106	123	190	17	3,2	4,7	6,73	2,71	3,7	7,37	1,3	9,5	74,1	10,1	18,9	2,0	30,0	54,5	197,9
H-98	Cochabamba	Mizque	3765	97	115	190	12,6	3	5	6,61	2,7	4,8	7,43	1,5	8,3	70,0	6,0	49,7	2,0	128,5	108,5	102,5
H-99	La Paz	Ingavi	3890	103	115	187	14,3	3,4	5,4	7,11	2,74	7,5	7,19	1,7	17,1	107,0	9,6	71,8	2,2	133,7	148,7	118,7
H-100	Potosí	Linares	3240	103	115	187	18,5	4,5	4,9	7,71	3,31	7,4	8,25	1,2	15,9	86,5	8,7	34,3	2,5	43,8	91,0	185,7
H-104	Cochabamba	Ayopaya	2600-3000	111	144	216	15	3,9	5,7	7,79	3,26	6,2	8,60	2,5	17,2	95,7	7,8	70,5	3,0	147,4	130,1	77,8
H-119	La Paz		3880	100	113	196	14,8	3,6	4,7	6,25	2,59	4,7	7,48	1,2	10,2	72,4	10,2	22,3	2,0	37,2	60,2	188,2
H-114				102	113	187	18,2	4,6	5,4	6,98	2,82	6,5	8,24	1,6	17,5	91,8	10,7	25,1	2,0	39,7	105,3	290,7
H-115	Potosí	Chayanta	3400	98	113	187	16,4	3,8	4,7	6,95	3,03	7,9	7,97	1,6	9,2	80,6	9,2	63,1	2,3	99,6	135,3	151,1
H-116	Potosí	Linares	3760	106	144	216	17,5	4,2	5,5	7,46	2,88	6,6	8,30	1,5	14,2	116,2	11,8	45,4	2,7	90,3	171,8	308,9
H-129	La Paz	Camacho	3850	98	123	221	14	3,3	5,2	6,07	2,29	2,4	6,92	1,8	13,6	75,3	7,3	28,6	2,5	51,4	52,8	122,9
H-127	Cochabamba	Tapacari	3500-4000	99	135	189	15,3	3,8	5	5,9	2,23	2,7	5,62	1,3	11,4	73,8	7,8	21,5	2,0	29,9	33,5	115,1
H-128	La Paz	Ingavi	3900	88	107	188	15,3	3,6	5	6,29	2,55	4,5	6,20	1,2	11,1	80,3	9,1	24,7	2,4	48,2	66,2	152,4
H-130				104	107	187	18,5	4,7	5,1	6,27	2,79	5,4	8,07	1,4	16,0	85,6	9,8	18,7	1,9	27,4	51,5	232,6
H-140	La Paz	Camacho	3920	121	144	201	18	4,3	5	6,28	3,13	5,4	7,46	1,3	13,2	93,0	9,3	32,9	2,1	53,9	101,0	186,1

H-141	Potosí	Cornelio Saa		107	121	187	17	4,6	5	7,72	3,14	4	6,19	1,1	17,2	91,3	8,9	22,5	2,0	36,2	59,7	195,9
H-142	La Paz	Manco Kapac	3850	102	121	187	17,2	4,3	5,5	7,09	2,72	5,7	7,74	1,1	17,5	93,0	12,1	25,3	2,4	50,1	101,8	227,6
H-143				102	121	187	18,6	4,6	5,3	6,74	2,6	4,8	7,15	1,0	15,4	84,2	9,7	20,3	1,9	29,3	71,6	272,3
H-144	La Paz	Murillo	3850	122	141	211	16,7	3,3	5,2	6,57	2,44	4,6	7,07	1,3	12,4	75,2	9,4	25,7	2,2	47,5	52,1	146,1
H-147	La Paz	Ingavi	3900	118	141	201	14,8	3,4	5	6,93	2,88	6,4	7,47	1,3	12,0	80,4	8,0	33,7	2,1	56,9	57,9	94,2
H-150	Potosí	Chayanta	3510	122	145	190	11,7	2,5	4,1	5,76	2,55	3,6	6,33	1,5	11,2	62,0	8,1	17,5	2,0	32,1	24,7	146,1
H-151				120	145	202	12,9	2,4	4,3	6,22	2,58	4,6	6,77	1,2	12,7	66,2	9,5	15,5	2,3	32,1	26,2	170,3
H-152	Potosí	Cornelio Saa	3450	106	131	203	14,7	3,4	4,9	6,5	2,43	5,2	8,04	1,2	11,3	86,5	11,4	26,1	2,0	44,7	95,5	258,4
H-153	Potosí	Chayanta	3520	89	128	187	15,9	3,8	5,3	6,69	2,94	5,5	7,40	1,4	14,0	99,1	9,3	42,2	2,1	73,9	121,4	205,3
H-154	La Paz	Camcho	3900	91	128	187	17,7	4,4	5,5	6,52	2,67	6,1	7,61	1,9	16,5	84,8	9,6	41,4	2,2	73,0	94,5	138,3
H-155	Potosí	Linares	3490	85	128	187	16,8	3,9	4,7	6,21	2,54	7,6	6,99	1,6	15,6	78,8	9,5	43,1	2,2	75,7	132,1	182,0
H-156	La Paz	Camacho	3900	86	103	187	14,5	3,9	5,2	6,78	2,72	4	7,30	1,3	14,3	95,0	9,8	18,9	1,8	28,5	52,2	206,4
H-157	Potosí	Linares	3500	122	141	216	12,3	3,1	4,7	6,75	2,86	5,3	6,60	1,3	10,9	70,4	8,3	19,4	2,7	32,5	36,4	145,4
H-158	La Paz	Los Andes	3940	122	141	216	15,5	3,4	4,9	7,13	3,13	5,8	8,88	1,9	14,8	91,8	11,0	34,4	3,0	74,3	77,3	155,7
H-159	La Paz	Camacho	3900	117	141	216	16,5	3,6	5,2	6,92	2,75	6,3	8,43	1,8	13,3	86,8	9,4	59,9	2,7	95,0	124,5	162,5
H-160				117	141	216	14,2	3,2	5	6,89	2,68	4,5	8,78	1,2	15,8	106,2	11,2	27,3	2,0	41,7	70,9	229,3
H-161				77	97	160	13,4	3	4,6	7,12	2,84	3,1	7,95	1,3	5,8	73,7	10,2	22,8	2,2	41,9	53,9	151,6
H-162	Potosí	Chayanta	3500	110	123	211	13,8	3,3	4,6	5,85	2,35	3,8	6,42	1,3	8,8	71,0	8,8	23,4	2,1	42,3	59,1	165,7
H-163	Potosí	Chayanta	3350	110	131	201	14,3	3,3	4,9	6,39	2,52	6	7,30	1,5	13,4	85,2	9,7	25,6	1,9	44,8	61,0	172,3
H-164	Potosí	Linares	3600	110	131	190	10,3	2,2	4,6	5,43	2,08	4,7	6,33	1,4	11,6	61,8	7,5	18,4	1,8	32,2	25,9	124,5
H-165	Potosí	Linares	3500	106	113	201	15,2	3,3	4,9	6,34	2,45	6,1	6,96	1,7	11,4	80,2	8,9	43,8	2,3	78,9	111,0	178,0
H-166	La Paz	Camacho	3800	98	113	196	15,1	3,7	5,4	7,28	2,79	7,8	7,23	1,4	12,7	96,0	10,4	43,9	2,6	92,6	155,0	220,8
H-167	Potosí	Linares	3410	90	113	196	15,6	3,7	5,2	5,97	2,45	5,3	6,97	1,5	15,0	93,2	9,8	30,1	2,1	50,1	76,6	195,3
H-168	La Paz	Camacho	3900	90	113	187	16,6	4,6	5,4	6,61	2,7	6,2	7,03	1,2	14,1	82,9	8,2	38,0	2,1	66,8	107,0	172,5
H-169	Chuquisaca	Sud Cinti	3010	106	146	187	16,8	3,9	5,2	5,99	2,78	5,3	8,25	1,1	20,8	105,0	9,3	15,6	2,1	25,2	31,9	155,0
H-170	La Paz	Camacho	3890	122	141	216	13,6	3,2	4,8	6,66	2,62	6,2	7,59	1,7	13,0	82,5	9,0	30,0	2,3	55,3	59,0	121,2
H-171	La Paz	Ingavi		124	135	216	13,7	2,8	4,1	5,5	2,31	4,1	6,95	1,5	9,2	78,2	9,2	22,2	2,1	39,8	47,1	149,3
H-172	Potosí	Chayanta	3490	124	134	216	15,9	3,3	5,1	7,13	2,78	4,4	8,76	1,2	11,0	93,3	9,8	30,0	2,0	49,8	71,1	166,4
H-173	Potosí	Linares	3320	117	141	216	15,7	3,5	4,9	6,67	2,74	3,7	7,61	1,3	13,4	83,6	9,2	29,8	2,3	52,0	71,6	190,4
H-174	Potosí	Tomas Frias	3520	113	135	206	13,8	3	4,9	5,6	2,33	4,4	6,94	1,0	11,0	72,4	9,3	23,2	2,4	34,6	53,1	189,2
H-175	La Paz	Ingavi	3910	113	136	211	13,5	3	5	5,77	2,32	4,4	6,55	1,1	10,1	69,0	8,5	20,1	2,0	32,1	41,7	176,5
H-176	Potosí	Chayanta	3400	110	123	208	12,9	3	4,9	6,21	2,47	4,6	8,22	1,5	10,8	88,8	8,7	42,3	2,3	80,0	86,7	119,5
H-177	La Paz	Ingavi	3850	110	123	190	13,3	3,1	5	4,81	1,91	3,6	6,04	1,5	10,6	62,3	6,4	25,8	2,4	45,4	49,3	125,4
H-178	La Paz	Ingavi	3800	106	117	201	14,3	3,4	5,4	6,56	2,51	4,5	6,77	1,3	10,6	78,1	8,6	34,2	2,2	63,0	97,8	147,6
H-179	Cochabamba	Arani		104	131	201	13	3,1	5,1	6,23	2,41	4,8	6,94	1,2	15,5	91,6	8,7	35,9	1,9	58,8	85,5	190,4
H-180	Potosí	Linares	3360	102	119	187	17,5	4,6	4,8	6,43	2,64	4,5	7,36	1,1	16,1	79,2	9,5	12,8	2,0	20,7	34,1	183,5
H-181	Potosí	Chayanta	3320	124	145	214	15,9	3,2	4,7	7,09	2,97	6,2	8,83	1,0	17,4	102,4	10,2	19,5	2,0	32,3	39,1	180,9
H-182	Potosí	Chayanta	3500	117	135	214	12,9	3,1	4,9	6,15	2,15	4,9	7,26	1,3	10,4	75,7	9,1	31,1	2,5	51,2	57,0	141,3
H-183	Potosí	Bilbao	3800-4000	117	131	211	10,5	2,5	4,6	6,78	2,78	5,3	6,92	1,5	9,5	73,0	8,3	33,7	2,4	61,4	53,1	105,8

H-184	La Paz	Camacho	3800	117	141	216	13,9	2,7	4,7	6,2	2,4	4,6	7,57	1,5	13,7	83,9	8,4	27,5	2,3	52,2	53,2	136,1	
H-186	La Paz	Ingavi	3900	117	141	211	12,9	2,8	5	5,96	2,37	4,2	7,16	1,5	8,9	81,0	8,6	30,2	2,1	57,1	58,7	130,5	
H-187	Potosí	Linares	3760	113	131	202	10,1	2,5	4,6	5,77	2,29	5,9	6,82	1,7	9,3	65,0	7,4	35,1	2,4	71,7	63,0	79,8	
H-188	La Paz	Murillo	2640	77	95	159	10,2	2,3	4,6	7,13	3,02	2,6	6,92	1,1	3,9	49,9	18,6	10,3	3,9	26,6	33,2	149,5	
H-189	Potosí	Linares	3500	106	113	204	15,1	3,4	5,4	6,43	2,54	5	7,01	1,2	16,5	88,7	9,6	33,2	2,0	60,7	80,8	152,0	
H-190	La Paz	Camacho	3900	99	117	206	12,4	3,1	4,9	5,71	2,13	4,6	6,53	1,7	10,9	80,5	10,1	32,7	2,5	66,7	68,0	86,5	
H-191	La Paz	Manco Kapac	3900	104	119	201	15,6	3,8	5,1	6,22	2,51	4,9	7,91	1,1	13,4	77,4	12,1	20,6	2,6	41,9	67,9	178,6	
H-192				106	149	196	13,3	3,4	5,6	6,3	2,57	6,5	8,36	1,6	17,4	104,9	10,0	38,7	2,4	67,4	90,6	142,5	
H-193	La Paz	Ingavi	3890	101	131	187	18,1	5	5,5	5,97	2,49	6,5	7,33	1,4	13,2	77,7	8,9	37,0	2,4	70,2	88,9	132,3	
H-194				122	149	211	13,8	3,1	5,1	7,26	3,03	5,9	8,76	1,0	18,9	95,7	10,8	15,6	1,9	32,2	28,1	159,8	
H-195	Potosí	Chayanta	3370	113	134	201	15,7	4,2	5,6	6,06	2,48	6,4	7,81	1,1	15,8	97,4	9,1	36,9	2,1	64,2	73,6	122,3	
H-196	La Paz	Camacho	3900	113	123	206	14,2	3,5	4,9	5,94	2,23	5,2	7,16	1,2	10,5	81,0	9,3	30,6	2,4	62,0	69,1	128,0	
H-197	La Paz	Camacho	3880	111	123	216	14,5	3,4	5	7,14	2,99	6,5	7,95	1,7	12,8	89,8	8,0	59,9	2,5	85,5	71,6	110,1	
H-198	Potosí	Chayanta	3550	111	123	211	15,2	3,8	4,8	6,2	2,46	4,4	7,16	1,0	9,3	75,0	8,4	26,3	2,6	46,3	68,5	159,8	
H-199	Potosí	Chayanta	3510	111	131	216	9,9	2,5	4,6	5,22	2,16	3,3	6,49	1,2	10,5	67,8	8,6	19,4	2,0	33,1	31,0	128,3	
H-200				111	134	206	17,5	3,5	5,1	6,06	2,53	6	7,91	1,4	16,6	83,6	11,9	30,9	2,1	56,8	72,2	181,7	
H-201	La Paz	Ingavi	3930	106	119	206	14,4	3,4	5	6,11	2,4	6	7,48	1,8	13,9	76,2	10,2	47,5	2,1	83,3	100,7	170,7	
H-202	La Paz	Ingavi	3880	106	119	201	16,6	3,7	5,3	6,82	2,56	5,8	7,10	1,3	14,4	99,5	10,6	40,7	2,3	72,5	106,0	191,5	
H-203	La Paz	Manco Kapac	3830	103	113	190	14,4	3,4	5,1	6,11	2,29	4,4	7,74	1,1	12,9	68,5	10,4	19,5	2,2	32,7	48,7	168,7	
H-205	Potosí	Linares	3270	107	113	191	15	3,8	5,2	6	2,45	6,2	7,05	1,5	18,3	85,6	8,7	24,1	2,2	44,6	68,4	185,6	
H-206	Cochabamba	Tapacari	2690	106	121	216	18,2	4,4	5,4	7,66	3,16	5,2	9,10	2,2	13,8	113,5	8,4	79,6	2,0	146,1	130,3	90,5	
H-207	La Paz	Ingavi	3950	106	119	187	16,1	3,8	5,2	6,04	2,47	4,6	7,02	1,2	13,9	78,9	8,1	27,9	2,5	53,0	52,4	97,5	
H-208				3880	106	121	216	18,7	5,1	5,8	7,05	2,76	6,5	8,20	1,8	17,0	110,6	10,0	58,9	2,4	110,6	151,5	163,5
H-209	La Paz	Ingavi	3890	104	121	216	17,1	4,4	5,7	6,81	2,67	6,3	8,00	1,8	23,1	126,1	10,0	48,8	2,8	105,4	122,8	146,9	
H-210				77	95	159	12,5	2,3	4,3	7,71	3,21	3,8	7,80	1,5	8,1	61,7	15,9	17,6	3,6	34,8	41,0	146,0	
H-211	La Paz	Ingavi	3850	98	113	180	16,9	4	5,5	6,21	2,32	6,3	7,20	2,0	17,1	82,0	7,5	51,0	2,6	100,7	85,9	105,0	
H-212	Potosí	Linares	3250	105	123	211	17,4	4,6	5,7	6,98	2,69	7,2	8,40	2,0	19,9	97,7	9,9	41,7	2,2	73,7	133,8	210,1	
H-214	La Paz	Omasuyos	3900	111	134	231	14,3	3,9	5,3	7,23	3,01	6,5	8,40	2,2	17,7	114,2	8,7	74,3	2,4	145,9	147,3	144,3	
H-215	Potosí	Linares	3480	98	121	226	16,5	4,2	5,3	6,34	2,75	4,8	7,60	1,4	15,5	100,7	8,3	43,3	2,4	67,0	102,4	200,3	
H-216	La Paz	Camacho	3900	104	121	231	14,9	4,2	5,5	7,01	2,65	5,9	8,20	1,6	16,0	124,4	9,1	55,1	2,5	102,7	116,6	138,5	
H-217	La Paz	Camacho	3850	98	123	221	13	3,7	5,2	5,71	2,33	5,2	7,50	1,9	13,2	82,7	8,4	43,9	2,6	85,5	99,8	153,4	
H-218				111	134	236	17,9	4,4	5,4	8,06	3,24	6,4	9,40	1,3	16,9	140,1	10,1	39,0	2,1	63,3	84,1	159,7	
H-219	La Paz	Camacho	3900	105	123	231	15,1	3,9	5,8	7,27	2,94	5,7	8,50	2,0	13,8	116,3	9,4	36,7	2,5	81,3	94,8	131,9	
H-220	La Paz	Manco Kapac	3900	105	134	231	15,7	4,3	5,5	7,31	2,98	4,8	8,60	1,4	15,8	124,1	10,0	33,8	2,7	74,9	96,7	171,9	
H-221	Chuquisaca	Nor Cinti	3420	104	134	221	13,4	3,6	5,7	6,84	2,91	5,2	8,10	1,9	15,5	97,7	7,7	45,8	2,1	76,3	75,4	124,1	
H-222	Cochabamba	Cercado		75	93	159	12,8	2,8	5,1	7,14	3,02	4	7,63	1,5	8,6	55,5	15,0	18,9	3,9	43,0	58,4	167,9	
H-223	Cochabamba	Cercado		104,3	125	222,3	16,7	4,5	5,4	6,87	3,07	5,9	8,22	1,6	18,9	115,5	10,6	36,0	2,1	62,1	95,7	191,6	
H-224	La Paz	Los Andes	3850	100,3	123	230	17,2	4,3	5,5	7,1	2,96	5,8	9,23	1,3	18,3	117,2	13,3	26,9	2,5	47,6	101,4	263,1	

ANEXO 2

Información de 12 variables cualitativas de 180 accesiones del germoplasma de haba

TCR	Tipo de crecimiento	PTA	Pigmentación del tallo	PVA	Postura de vainas en el tallo
CFL	Color de flor "estandarte"	FFO	Forma del foliolo	CTM	Color del tallo a la madurez
CPA	Color de pétalo "alas"	RSU	Ramificación superior	CVM	Color de vaina a la madurez
IRA	Intensidad de rayas "estandarte"	DVT	Distribución de vainas en el tallo	CSE	Color de la semilla

Accesión	Departamento	Provincia	Localidad	Altitud	Nombre común	TCR	CFL	CPA	IRA	PTA	FFO	RSU	DVT	PVA	CTM	CVM	CSE
H-1						1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2
H-2	La Paz	Omasuyos	Pocoata	3900	Waca jabas	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2
H-3	La Paz	Camacho	Carabuco	3920	Usnayo mediano	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-4	Potosí	Tomas Frías	Santa Lucia	3520	Mezcla	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-5	Potosí	Chayanta	Costilla Uma	3520	Mediana chaupi	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	4
H-6	La Paz	Omasuyos	Chijipina Chico	3900	Uchuculu	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-7						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	1
H-8	La Paz	Ingavi	Chuñuchuni	3900	Criolla	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-9	Potosí	Chayanta	Finca esquena	3490	Menuda	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
H-10						1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	4
H-11	La Paz	Camacho	Quilima	3900	Usnayo	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-12	La Paz	Manco Kapac	Wila Wila	3850	Cururo	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-13	Potosí	Linares	1º Villa Vista	3520	Tuna-chaupi-Barraso	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2
H-14	La Paz	Murillo	Mellucatu	2650	Pacay	1	1	1	2	1	2	1	2	3	1	1	2
H-15	Cochabamba	Mizque	Arrumani	2500-3000		1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-16	Potosí	Tomas Frías	Totora Pampa	3580	Habilla	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-17						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2
H-18	Chuquisaca	Nor Cinti	Chincha Mayoalto	3400	Chaleco	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	5
H-19	Potosí	Linares	Mojon Chilcari	3390	Habilla	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	4
H-20						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2
H-21						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-22	Potosí	Chayanta	Ayoma	3500	Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-23	Chuquisaca	Sud Cinti	Sultaca	3010		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-24	La Paz	Camacho	Ullachapi	3870	Uchuculu	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	4

H-25	Potosí	Cornelio Saav	Chaqui-Huaca ca	3530	Mezcla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-26	Chuquisaca	Sud Cinti	Centro Bajo	2090	Haba Blanca grande	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	4
H-27	La Paz	Los Andes	Santa Ana	4940	Usnayo	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-28	Potosí	Chayanta	Capaj Macha	3340	Chaupi	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	3
H-29	Cochabamba	Tapacari	Machacamarc	3500-4000	H Escobar	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	4
H-30	Potosí	Chayanta	Macha	3520	Mezcla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	4
H-31	Cochabamba	Mizque	Alalay	3760		1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-32	La Paz	Camacho	Chochachique	3900	Waca	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-33					Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2
H-34	La Paz	Camacho	Carabuco	3920	Usnayo mediano	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-35						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-36	Cochabamba	Arani	Pedregal			1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-37	La Paz	Murillo	Coani	3600	Taypi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-38	Potosí	Cornelio Saav	Chaqui-Kolpapam		Habilla	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-39	Potosí	Linares	Sacoyo	3330	Habilla	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2
H-40					Rosal	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2
H-41						1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-42	La Paz	Omasuyos	Chicata	3900	Usnayo	1	1	1	2	3	1	1	1	2	1	2	4
H-43	La Paz	Omasuyos	Tari Grande	3900	Jacha Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2
H-44	La Paz	Omasuyos	Pocoata	3900	Usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-45	Potosí	Linares	Ñuqui	3420	Haba	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	4
H-46	Potosí	Linares	Macacoyo	3560	Haba Menuda	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-47	Cochabamba	Mizque	Alalay	3760		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-49	Potosí	Chayanta	Lucas Kawa	3500	Chaupi	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-50	La Paz	Camacho	Puerto Acosta	3900	Waca	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-51	Potosí	Linares	Huaycaya	3600	Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-53	La Paz	Ingavi	Giwawi chico	3850	Usnayo	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-54	Cochabamba	Arani	Gauga			1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-55	La Paz	Manco Kapac	Chañi	3900	Wila chaleco	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-56	Potosí	Tomas Frías	Chiracoro	3440	Mediana	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	5
H-57						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-58	Potosí	Tomas Frías	Totora Pampa	3580	Mediana	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-59	La Paz	Ingavi		3820	Uchuculu	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-60	La Paz	Manco Kapac	Cusigata	3820	Uchuculu	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2

H-61	Potosí	Linares	Cruz Pampa	3420	Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	5
H-62	Cochabamba	Mizque	Ichurutuna	3680	Chaupi Chili	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-63	Potosí	Tomas Frías	Cayara	3570		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-64	La Paz	Camacho	Chayalla	3810		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-65	Potosí	Linares	Komer Cienega	3610	Haba Mezcla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-66	La Paz	Murillo	Conomi	3600	Haba Tapijata	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-69	Potosí	Tomas Frías	Cayara	3570	Habilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-70	Cochabamba	Ayopaya	Calientes	3500-4000		1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-71					Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-72	Potosí	Chayanta	Pocoata	3370	Mezcla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2
H-73	La Paz	Ingavi	Jayuma	3870	Uchucuyo chiquito	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	4
H-74	La Paz	Los Andes	Huancane	3940	Uchucullu	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-76	La Paz	Camacho	Cocapata	3900	Blanca	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-77	Potosí	Chayanta	Ayoma	3500	Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-78	La Paz	Omasuyos	Chijini Grande	3900	Waca haba	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-79	Cochabamba	Ayopaya	Chullpapampa	3000-3500	Haba	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-80	La Paz	Linares	Abrapampa	3560	Habilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-81	La Paz	Manco Kapac	Villa San Martin	3900	Grande usnayo blanco	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-82	La Paz	Camacho	Pocoma	3900	Taypi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	2
H-83	La Paz	Omasuyos	Chinza	3900	Taypi usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-84	Potosí	Linares	Quesera	3550	Habilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-85	La Paz	Manco Kapac	Calata Grande	3900	Haba jawasa	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2
H-86	La Paz	Manco Kapac	Titicachi	3840	Asuaya blanca	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-87	La Paz	Manco Kapac	Wesko	3840	Usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	2	2	2
H-89	Potosí	Tomas Frías	Chira Koro	3640	Haba platano	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2
H-90	La Paz	Camacho	Carahuco	3900	Haba uchucullu	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-91	Potosí	Cornelio Saa	Quvincha	3330	Habilla	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-93	Potosí	Linares	Sepulturas	3600		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-94	La Paz	Manco Kapac	Capurita	3880	Haba Usnayo grande	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-95	Cochabamba	Bolivar	Pacachani	3750		1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-96	Cochabamba	Arani	Cañada			1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-97	Potosí	Chayanta	Centro Esquena	3490	Haba chaupi mezcla	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	3
H-98	Cochabamba	Mizque	Racay Pampa	3765	Haba	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-99	La Paz	Ingavi	Desaguadero	3890	Waca jabeza	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2

H-100	Potosí	Linares	Isacaari	3240	Habilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-104	Cochabamba	Ayopaya	Parte libre	2600-3000	Habilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-119	La Paz			3880	Haba usnayo	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-114						1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	4
H-115	Potosí	Chayanta	Hancorani	3400		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-116	Potosí	Linares	Okoruro	3760		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-129	La Paz	Camacho	Saiwa pampa	3850	Uchucullu	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-127	Cochabamba	Tapacari	Machacamarca	3500-4000		1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-128	La Paz	Ingavi	Chunachufiawi	3900	Waca	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-130						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-140	La Paz	Camacho	Parajachi	3920	Waca Jawasa	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-141	Potosí	Carmelio Saa	Florida		Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-142	La Paz	Manco Kapac	Yanpupata	3850	Usnayo original	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-143						1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-144	La Paz	Murillo	Collana	3850	Haba Mezcla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-147	La Paz	Ingavi	Curva	3900	Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-150	Potosí	Chayanta	Humajila Macha	3510		1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-151						1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-152	Potosí	Cornelio Saa	Pecoya	3450	Habilla	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-153	Potosí	Chayanta	Humajilla	3520	Thuna habas	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	4
H-154	La Paz	Camcho	Ucupampa	3900	Wacaya	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-155	Potosí	Linares		3490		1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-156	La Paz	Camacho	Escoma	3900	Wacaya	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-157	Potosí	Linares	Chilcani	3500	Mezcla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-158	La Paz	Los Andes	Vancane	3940	Usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-159	La Paz	Camacho	Escoma	3900	Waca	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-160					Haba	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-161						1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-162	Potosí	Chayanta	Ayoma	3500	Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-163	Potosí	Chayanta	Wawacuchu	3350	Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-164	Potosí	Linares	Sepulturas	3600		1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-165	Potosí	Linares	Inti K'anacha	3500		1	1	1	2	3	2	2	1	1	1	2	2
H-166	La Paz	Camacho	Oyasantiya	3800	Wacaya	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-167	Potosí	Linares	Chirapacasi	3410	Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2

H-168	La Paz	Camacho	Parajachi	3900	Waca	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-169	Chuquisaca	Sud Cinti	Agua Buena	3010	Haba Blanca	1	1	1	2	4	2	1	1	1	1	2	2
H-170	La Paz	Camacho	Escapaya este	3890	Usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-171	La Paz	Ingavi	Wencollo		Uchucullu	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-172	Potosí	Chayanta	Finca esquena	3490	Menudilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-173	Potosí	Linares	Sacayo	3320	Haba Mediana	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-174	Potosí	Tomas Frías	Santa Lucia	3520	Habilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-175	La Paz	Ingavi	Azafranal Bajo	3910	Usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-176	Potosí	Chayanta	Huncarani	3400	Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-177	La Paz	Ingavi	Pillupi	3850	Haba Uchuquilla 2°	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-178	La Paz	Ingavi	Sapana	3800	Haba uchucullu Grande	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2
H-179	Cochabamba	Arani	Rosas Pampa		Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-180	Potosí	Linares	Cantayu Capaci	3360	Mezcla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-181	Potosí	Chayanta	Pocoata	3320	Habilla	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-182	Potosí	Chayanta	Ayoma	3500	Mediana	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	4
H-183	Potosí	Bilbao	Tipani	3800-4000	Habilla	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-184	La Paz	Camacho	Pocoata	3800	Waca	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-186	La Paz	Ingavi	Azafranal	3900	Usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-187	Potosí	Linares	Okoruro	3760	Thuna habas	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-188	La Paz	Murillo	Milluciato (Chañar	2640	Paya holandesa	1	1	1	2	1	2	1	2	3	1	2	2
H-189	Potosí	Linares	Chilcani	3500	Mezcla-Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-190	La Paz	Camcho	Espaya este	3900	Haba Jawasa	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2
H-191	La Paz	Manco Kapac	Locka	3900	Usnayo	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-192					Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-193	La Paz	Ingavi	Titijuni	3890	Haba Blanca	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-194						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-195	Potosí	Chayanta	Roy Huaruma	3370	Mediana	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-196	La Paz	Camacho	Tomoco	3900	Uchucullu	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2
H-197	La Paz	Camacho	Quilima	3880	Wacaya 2°	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-198	Potosí	Chayanta	Pampa Colorada	3550	Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-199	Potosí	Chayanta	Vizcachira mayu	3510	Alko chaleko	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	2
H-200						1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-201	La Paz	Ingavi	Wancollo Alto	3930	uchucullu pequeño	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-202	La Paz	Ingavi	Desaguadero	3880	habilla de potosi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2

H-203	La Paz	Manco Kapac	Bajo Kusijata	3830	Haba Grande	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-205	Potosí	Linares	Punalacaya	3270	Chaupi habas	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-206	Cochabamba	Tapacari	Choroma Grande	2690		1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-207	La Paz	Ingavi	Callamarca	3950	Capacabana	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-208			Inquipuni	3880	Uchucullu	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-209	La Paz	Ingavi	Titijuni	3890	Haba mediana	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	2	4
H-210						1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
H-211	La Paz	Ingavi	Wilacollo	3850	uchucullu pequeño	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-212	Potosí	Linares	Huay Koro	3250	Habilla	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-214	La Paz	Omasuyos	Mercachacachi	3900	Haba uchucullu	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-215	Potosí	Linares	Alcatuyo	3480	Haba Blanca	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-216	La Paz	Camacho	Escoma	3900	Haba	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-217	La Paz	Camacho	Queascapa	3850	Haba Wacaya	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-218						1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-219	La Paz	Camacho	Towa Cuyo	3900	Waca Jabasa	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
H-220	La Paz	Manco Kapac	Jawina	3900	Haba Mediana	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-221	Chuquisaca	Nor Cinti	Chicha Mayo alto	3420	Chaupi	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	2
H-222	Cochabamba	Cercado	Pairumani		Pairumani 1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2
H-223	Cochabamba	Cercado	Pairumani		Pairumani 5	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	2	1
H-224	La Paz	Los Andes	Chirapaca	3850	Usnayo de Chirapaca	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2