

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN DOS VARIEDADES DE HABA
(*Vicia faba* L.) PARA LA PRODUCCIÓN EN GRANO SECO EN LA
COMUNIDAD DE CHIRAPACA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

Por:

Narciso Mamani Cahuapaza

EL ALTO – BOLIVIA

Abril, 2013

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN DOS VARIEDADES DE HABA
(*Vicia faba* L.) PARA LA PRODUCCIÓN EN GRANO SECO EN LA COMUNIDAD DE
CHIRAPACA, DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

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

Narciso Mamani Cahuapaza

Asesores:

Dr. Ing. Francisco Mamani Pati

Ing. Rogelio Maydana Apaza

Tribunal Revisor:

Dr. Ing. Humberto Nelson Sainz Mendoza

M.Sc. Ing. Eddy D. Gutiérrez Gonzales

Ing. René Villca Huanaco



APROBADA

Presidente:

DEDICATORIA

“Gracias Señor Dios Padre, por tener una familia bondadosa como la que tengo”.

Con respeto cariño y gratitud a mis padres Erasmo Mamani Amaru (†), Sofía Cahuapaza Huanca, mis hermanos Ramiro, Flavio y Ermógenes por todo el sacrificio, apoyo que pusieron durante todos los momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a la UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO, por acogerme en sus ambientes, asimismo al plantel docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica por brindarme sus enseñanzas y orientación, que me han permitido mi formación profesional.

Agradecer al Dr. Ing. Francisco Mamani Pati por su apoyo constante, orientación y asesoramiento en el desarrollo de todo el trabajo de investigación.

Del mismo modo, manifiesto mis más sinceros agradecimientos al Ing. Rogelio Maydana Apaza, por ser promotor del presente trabajo de investigación, por su constante disposición y por sus valiosas sugerencias durante la realización de la tesis.

A los miembros del tribunal calificador Dr. Ing. Humberto Nelson Sainz Mendoza, M.Sc. Ing. Eddy Diego Gutiérrez Gonzales y al Ing. René Villca Huanaco, por sus recomendaciones y correcciones en el presente trabajo de investigación.

Agradecimientos sinceros al Sr. Lorenzo Dorado, presidente de la Asociación de Productores de Haba (APROHABA) y a su respetable familia por su apoyo constante en la comunidad de Chirapaca.

A todos los compañeros de la Carrera Ingeniería Agronómica por la amistad sincera y fraterna.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE TEMAS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ABREVIATURAS	ix
RESUMEN.....	x

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Importancia del cultivo de haba.....	3
2.2 Características generales de la planta.....	4
2.2.1 Origen.....	4
2.2.2 Clasificación taxonómica del cultivo de haba.....	5
2.2.3 Descripción y Características Morfológicas de la Planta.....	5
2.2.4 Fisiología.....	6
2.2.4.1 Fotosíntesis.....	6
2.2.4.2 Crecimiento de la Planta de Haba.....	6
2.2.5 Etapas Fenológicas del Cultivo de Haba.....	7
2.3 Variedades de Haba en Bolivia.....	8
2.3.1 Cultivares de Haba para las Zonas Altas.....	9
2.3.1.1 Gigante de Copacabana.....	10
2.3.1.2 Usnayo.....	11
2.4 Requerimientos Hidroedafoclimáticos.....	11
2.4.1 Agua.....	11
2.4.2 Suelo.....	12
2.4.2.1 Salinidad del suelo.....	13
2.4.2.2 Densidad aparente.....	13
2.4.3 Clima y Temperatura.....	13

2.4.4 Horas Luz.....	14
2.5 Influencia de los Factores Climáticos.....	14
2.5.1 Temperaturas muy Bajas.....	14
2.5.2 Sequia.....	15
2.5.3 Altas Temperaturas.....	15
2.5.4 Humedad Excesiva.....	15
2.5.5 Granizada.....	15
2.6 Características Nutritivas de Haba.....	15
2.7 Labores Culturales.....	16
2.7.1 Preparación de Suelo.....	16
2.7.1.1 Roturación del Suelo.....	17
2.7.1.2 Desterronado y Mullido.....	17
2.7.1.3 Nivelación.....	18
2.7.2 Siembra.....	18
2.7.2.1 Época de Siembra.....	18
2.7.2.2 Siembra y Distancias.....	19
2.7.2.3 Densidad y Número de Semillas por Golpe.....	19
2.7.3 Fertilizantes Orgánicos.....	19
2.7.3.1 Materia Orgánica.....	20
2.7.3.2 Estiércol.....	21
2.7.3.3 Composición de los estiércoles.....	22
2.7.3.4 Estiércol de Ovino.....	23
2.7.3.5 Estiércol de Bovino.....	23
2.7.3.6 Estiércol de Equino.....	23
2.7.4 Abonado y Fertilización del cultivo de haba.....	24
2.7.5 Requerimiento nutricional del cultivo de haba.....	25
2.7.5.1 Nutrición mineral.....	25
2.7.5.2 Exigencias nutrimentales de cultivo de haba.....	26
2.7.5.3 Nitrógeno (N).....	26
2.7.5.4 Fósforo (P).....	27
2.7.5.5 Potasio (K).....	27
2.7.5.6 Micronutrientes.....	27
2.7.6 Necesidades hídricas de cultivo de haba.....	28
2.7.7 Disponibilidad del agua del suelo para la planta.....	29

2.7.8	Eficiencia de Riego.....	29
2.7.9	Deshierbe.....	30
2.7.10	Escarda.....	31
2.7.11	Aporque.....	31
2.7.12	Eliminación de Plantas Anormales.....	32
2.7.13	Despunte.....	32
2.7.14	Cosecha.....	33
2.7.15	Post Cosecha.....	34
2.7.15.1	Secado.....	34
2.7.15.2	Trillado.....	34
2.7.15.3	Venteado.....	35
2.7.15.4	Selección.....	35
2.7.15.5	Almacenamiento.....	35
2.8	Rendimiento.....	36
2.9	Mercado y Comercialización.....	36
2.9.1	Mercado.....	36
2.9.2	Comercialización.....	36
2.10	Usos y Beneficios de Haba.....	36
2.11	Costos de Producción.....	37
2.12	Cadena productiva del cultivo de haba.....	37
2.13	Principales Plagas y Enfermedades del Cultivo de Haba.....	37
2.13.1	Plagas.....	37
2.13.2	Enfermedades.....	37
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1	Localización del Área del Estudio.....	39
3.2	Características Climáticas.....	40
3.2.1	Temperatura.....	40
3.2.2	Precipitación.....	40
3.2.3	Humedad Relativa.....	40
3.2.4	Vientos.....	40
3.2.5	Topografía y Suelo.....	40
3.2.5.1	Topografía.....	40
3.2.5.2	Suelo.....	41
3.2.5.3	Grados de erosión del suelo.....	41

3.2.5.4	Prácticas y superficies recuperadas.....	41
3.2.5.5	Características Agroecológicas.....	42
3.3	Materiales.....	43
3.3.1	Material Vegetal.....	43
3.3.2	Material de Campo.....	43
3.3.3	Material de Escritorio y Gabinete.....	43
3.3.4	Material de Laboratorio.....	43
3.4	Metodología.....	44
3.4.1	Investigación de Campo.....	44
3.4.1.1	Establecimiento de la Parcela Experimental.....	44
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1	Días a la Emergencia.....	51
4.2	Días al Macollamiento.....	52
4.3	Días a la Floración.....	53
4.4	Días al Envainado.....	53
4.5	Días al Llenado de Legumbres (Granos).....	54
4.6	Altura de la Planta.....	55
4.7	Número de Macollos por Planta.....	58
4.8	Longitud de la Vaina.....	60
4.9	Número de Vainas por Planta.....	63
4.10	Peso de 100 Granos.....	65
4.11	Rendimiento de Grano Seco.....	67
4.12	Análisis Económico.....	70
5.	CONCLUSIONES.....	73
6.	RECOMENDACIONES.....	75
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	76
	ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Morfología del Cultivo de haba.....	6
Cuadro 2. Registro Nacional de Variedades de Haba en Bolivia.....	9
Cuadro 3. Composición bromatológica en base a grano seco de haba.....	16
Cuadro 4. Análisis Promedio de Materiales Orgánicos.....	21
Cuadro 5. Composición química de los estiércoles.....	22
Cuadro 6. Contenido promedio de nutrientes en estiércoles de diferente procedencia en Bolivia.....	23
Cuadro 7. Dosis recomendadas del estiércol.....	25
Cuadro 8. Requerimiento de agua, en todo su ciclo vegetativo del cultivo de haba.....	29
Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable altura de la planta.....	55
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable número de macollos por planta.....	58
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable longitud de la vaina.....	61
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta.....	63
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos.....	65
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano seco.....	67
Cuadro 15. Rendimiento, valor del producto y relación beneficio/costo para los diferentes efectos de fertilización orgánica en dos variedades de haba.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la parcela experimental.....	39
Figura 2. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para altura de la planta.....	56
Figura 3. Duncan tipo de fertilizantes en la altura de la planta.....	57
Figura 4. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para número de macollos por planta.....	59
Figura 5. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para la longitud de la vaina.....	61
Figura 6. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para número de vainas por planta...64	
Figura 7. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para peso de 100 granos.....	66
Figura 8. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para rendimiento de haba en grano seco.....	68
Figura 9. Curva de ingresos netos de los tratamientos en el cultivo de haba.....	71
Figura 10. Curva de relación beneficio/costo para los rendimientos de haba respecto a los tratamientos.....	72

ABREVIATURAS

ANVA	Análisis de Varianza
Bs	Bolivianos
Bs/ha	Bolivianos por hectárea
CaO	Óxido de calcio
cm	Centímetro
C.M.	Cuadrados mínimos
C.V.	Coefficiente de variación
F.V.	Tratamientos
g	Gramo
G.L.	Grados de libertad
kg	Kilógramos
kg/ha	Kilógramos por hectárea
kg/Bs	Kilógramos por Boliviano
K ₂ O	Óxido de potasio
km	Kilómetros
L	Litros
L/kg	Litros por kilogramo
m	Metros
m ² .	Metro cuadrado
mg	Miligramos
mL	Mililitro
mm	Milímetros
MgO	Óxido de magnesio
M.O.	Materia Orgánica
M.S.	Materia Seca
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
N	Nitrógeno
P	Fósforo
K	Potasio
Pr>f	Promedio mayor al valor de f
Pr<f	Promedio menor al valor de f
P ₂ O ₅	Óxido de fósforo
q	Quintal
S.C.	Suma de Cuadrados
\$us	Dólares Americanos
t	Tonelada
t/ha	Toneladas por hectárea
T°	Temperatura
°C	Grados centígrados

RESUMEN

La producción del cultivo haba (*Vicia faba* L.), va disminuyendo en forma acelerada debido a la baja fertilidad del suelo y obteniendo bajos rendimientos, por tanto se planteó incorporar materia orgánica (estiércol de ovino, bovino y equino) con la finalidad de aumentar la producción. El objetivo de la presente investigación, es evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos en dos variedades del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) para la producción en grano seco. Para conocer el resultado de diferentes materiales orgánicos incorporados en el cultivo de haba, fue necesario realizar la evaluación estadística. El estudio se efectuó en la localidad de Chirapaca, provincia Los Andes, Departamento de La Paz, entre las coordenadas 16° 18' Latitud Sur y a 68° 33' Longitud Oeste, ubicado a 55 km de la ciudad de La Paz - Bolivia. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, con dos factores y cuatro repeticiones, de cada unidad experimental se tomaron diez plantas como muestra aleatoriamente, para evaluar las variables fenológicas (días a la emergencia, días al macollamiento, días a la floración, días al envainado y días al llenado de legumbres) y agronómicas (altura de la planta, número de macollos por planta, longitud de vaina, número de vainas por planta, peso de 100 granos y rendimiento en grano seco). El mejor comportamiento en el número de vainas por planta fue en el tratamiento F_1/V_2 (estiércol ovino/Usnayo) con 50.2 vainas por planta, de la misma forma en altura de planta fue el tratamiento F_1/V_2 con 109.2 cm, en longitud de vaina obtuvo en el tratamiento F_1/V_1 (estiércol ovino/ Gigante Copacabana) con un promedio de 13.15 cm, asimismo en el número de macollos por planta teniendo entre 7.97 en F_1/V_2 (estiércol ovino/Usnayo). Los mejores rendimientos en grano seco corresponden a los tratamientos: F_1/V_2 (estiércol ovino/Usnayo) con 7.10 t/ha, F_3/V_1 (estiércol equino/Gigante Copacabana) con 5.65 t/ha y F_3/V_2 (estiércol equino/Usnayo) con 5.48 t/ha. Por tanto la incorporación de estiércoles sí influyó en el rendimiento en grano seco de las dos variedades haba. De acuerdo a la tasa de retorno marginal en la producción de haba en grano seco, con la aplicación de estiércol, constituye una alternativa de mayor retorno en la producción, logrando mejores retornos con respecto a la cantidad invertida: En términos de relación Beneficio/Costo, los tratamientos que tuvieron mejores ingresos netos fueron: F_1/V_2 (estiércol de ovino/Usnayo) con Bs 12.53, F_3/V_1 (estiércol equino/Gigante Copacabana) con Bs 9.89, F_3/V_2 (estiércol equino/Usnayo) con Bs 9.56, F_1/V_1 (estiércol de ovino/Gigante Copacabana) con Bs 8.31, por boliviano invertido con relación a otros tratamientos.

ABSTRACT

The production of the cultivation bean (*Vicia faba* L.), he/she goes diminishing in quick form due to the drop fertility of the floor and obtaining low yields, therefore he/she thought about to incorporate organic (ovino manure, bovine and equine) matter with the purpose of increasing the production. The objective of the present investigation is to evaluate the effect of the organic fertilizers in two varieties of the bean cultivation (*Vicia faba* L.) for the production in dry grain. To know the result of organic different materials incorporated in the bean cultivation, it was necessary to carry out the statistical evaluation. The study was made in the town of Chirapaca, county Andes, Department of La Paz, among the coordinates 16° 18' South Latitude and at 68° 33' Longitude West, located to 55 km of the city of La Paz - Bolivia. The experimental design was that of complete blocks at random, with two factors and four repetitions, of each experimental unit they took ten plants like sample aleatorily, to evaluate the variable (days to the emergency, days to the macollamiento, days to the flower, days to the one sheathed and days to the one filled of grain) and agronomic (height of the plant, shafts number for plant, sheath longitude, number of sheaths for plant, weight of 100 grains and yield in dry grain). The best behavior in the number of sheaths for plant was in the treatment F_1/V_2 (manure ovino/Usnayo) with 50.2 sheaths for plant, in the same way in plant height was the treatment F_1/V_2 with 109.2 cm, in sheath longitude he/she obtained in the treatment F_1/V_1 (manure ovino/Giant Copacabana) with an average of 13.15 cm, also in the shafts number for plant having among 7.97 in F_1/V_2 (manure ovino/Usnayo). The best yields in dry grain correspond to the treatments: F_1/V_2 (manure ovino/Usnayo) with 7.10 t/ha, F_3/V_1 (manure equine/Giant Copacabana) with 5.65 t/ha and F_3/V_2 (manure equine /Usnayo) with 5.48 t/ha. Therefore the incorporation of manures yes it influenced in the yield in dry grain of the two varieties bean. According to the rate of marginal return in the bean production in dry grain, with the application of manure, it constitutes an alternative of more return in the production, achieving better returns with regard to the invested quantity: In terms of relationship Benefit/Cost, the treatments that had net better revenues were: F_1/V_2 (manure ovino/Usnayo) with Bs 12.53, F_3/V_1 (manure equine/Giant Copacabana) with Bs 9.89, F_3/V_2 (manure equine /Usnayo) with Bs 9.56, F_1/V_1 (manure ovino/Giant Copacabana) with Bs 8.31, for Bolivian invested with relationship to other treatments.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las actividades en el manejo agronómico del cultivo de haba, lo constituye la fertilización, ésta siempre se ha realizado utilizando productos químicos, pero los rendimientos que se han obtenido han venido disminuyendo de 2.7 t/ha (INIAF, 2010), así también el uso de éstos agentes causa problemas físicos, químicos y biológicos al suelo.

Actualmente, se tienen otras alternativas para la fertilización de los cultivos, entre ellas se puede mencionar el uso de fertilizantes orgánicos, los cuales han proporcionado buenos rendimientos en los cultivos y facilitando al medio ambiente menores daños y mejorando las características del suelo.

El cultivo de haba debido a su rusticidad, se constituye en uno de los cultivos mejor adaptados en el altiplano norte y cabeceras de valle, sobre todo en regiones naturalmente húmedas, con riego y es parte de la rotación tradicional para recuperar la fertilidad del suelo (JICA, 2006).

En Bolivia, el haba constituye una de las fuentes principales de alimentación de la población andina rural. Las principales áreas de cultivo que se han desarrollado en el país están en los departamentos de Potosí, Oruro, La Paz, Cochabamba, Chuquisaca y en menor medida también existen zonas productoras de haba en los departamentos de Tarija y Santa Cruz, donde aproximadamente 250 mil familias se dedican en producción de haba (CANEB, 2012).

Geográficamente en la región andina, son los únicos lugares de Bolivia donde es posible producir haba de grano grande, conocida como Gigante Copacabana y Usnayo, la misma que satisface las exigencias de calidad del mercado internacional. Los principales problemas que tienen los productores en estos lugares son el bajo rendimiento de cultivo de haba, esto debido al ataque de plagas y enfermedades, daños ocasionados por factores adversos, la mala calidad del grano seco, debido a estos problemas, los productores de haba obtienen bajos ingresos económicos y en algunos casos no cubren los costos de producción (PROINPA, 2001).

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 Instituto Boliviano de Tecnología

Agropecuaria (IBTA) a través del Programa Nacional de Leguminosas de Grano (PNLG) y por el Centro de Investigación Fitoecogenéticas de Pairumani (CIFP) que actualmente conserva el germoplasma. Por su parte en el Banco Nacional de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA), se conserva más 220 accesiones de haba, constituyéndose en una parte de la riqueza genética que ofrece el beneficio a la agricultura (INIAF, 2009).

En la región de estudio (Chirapaca), el cultivo de haba se fue mejorando a través del manejo de semillas, pero no se cuenta con registros, ni con suficiente información acerca de la utilización de los fertilizantes orgánicos, para mejorar el rendimiento del cultivo de haba.

El presente trabajo de investigación, se realizó con el propósito de incrementar el rendimiento del cultivo de haba en grano seco, a través de la fertilización orgánica (estiércoles) y los objetivos planteados son:

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de los fertilizantes orgánicos en dos variedades del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) para la producción en grano seco en la comunidad de Chirapaca, Departamento de La Paz.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el desarrollo fenológico del cultivo de haba (días a la emergencia, días al macollamiento, días a la floración, días al envainado y días al llenado de legumbres - granos).
- Evaluar el efecto de tres fuentes de aplicación de estiércol (ovino, bovino y equino), en altura de planta, número de macollos por planta, longitud de vainas, número de vainas por planta, peso de 100 granos y en el rendimiento del cultivo de haba en grano seco.
- Determinar los costos de producción del cultivo de haba por la aplicación de tres fuentes de fertilizantes orgánicos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importancia del cultivo de haba

Confalone (2008), indica que el haba (*Vicia faba* L.) es la séptima legumbre de grano en importancia en el mundo y la típica leguminosa de doble utilización (tanto para la alimentación humana como animal), constituyéndose en muchos países la mayor fuente de proteína humana.

Consecuentemente, IBTA (1996), menciona que el cultivo de haba es importante por la calidad nutritiva de sus granos que poseen proteínas en aproximadamente la cuarta parte de su peso y su follaje para la alimentación del ganado. Asimismo, menciona que es una especie tolerante a las heladas y sus raíces en simbiosis con bacterias, fijan y aportan al suelo cantidades importantes de nitrógeno atmosférico, lo que permite ahorrar el uso de fertilizantes químicos.

Milan *et al.* (2004), manifiestan que en las zonas altas de Bolivia es la segunda especie en importancia después de la papa. En años con presencia de heladas se constituye en la más importante debido a su tolerancia a las bajas temperaturas y la posibilidad de generar ingresos económicos. La superficie cultivada de haba supera las 40000 ha. Con una producción de 42600 t, de las cuales un buen porcentaje está destinado al autoconsumo, los excedentes son comercializados en los mercados locales y externos.

El M.A.G.D.R.¹ (2002), enfatiza que la producción del cultivo de haba se efectúa en siete de los nueve departamentos de Bolivia, abarcando una superficie de 33646 ha, con una producción de 65846 toneladas y un rendimiento promedio de 1957 kg/ha (Anexo 20), la mayor producción se obtiene en los departamentos de Potosí y La Paz con 19000 y 15471 toneladas.

INIAF (2010), indica que el cultivo de haba en la región del altiplano Norte de La Paz, especialmente alrededor de lago Titicaca es de mucha importancia para los agricultores en su alimentación e ingresos económicos. Asimismo, menciona que en las últimas décadas aparece en la región, un ecotipo de haba, por selección natural, los agricultores del lugar llamaron Gigante de Copacabana por el tamaño del grano y el lugar de aparición.

¹ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural

INE (2007), menciona que el haba por sus cualidades nutritivas del grano con alto contenido proteico (24%), su cantidad de fijar nitrógeno atmosférico y su tolerancia a bajas temperaturas, se constituye en una especie importante para la alimentación como fuente de proteína barata, es una de las pocas leguminosas de grano adaptadas en las zonas altas, que sufre frecuentes heladas y los valles de la zona andina de Bolivia. Asimismo, es la segunda especie, después de la papa, que genera ingresos económicos por su comercialización en vaina o en grano seco, encontrándose a nivel nacional con el 85% de la producción en el altiplano Boliviano.

Waaijemberg (2000), menciona que esta especie, por su cualidad nutritiva del 25 % de proteína y por el bajo costo de sus granos, es la importancia para la alimentación humana, especialmente de la gente de bajos recursos.

Barcelo *et al.* (1998), indican que 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); fuente de ingresos por su venta en mercados de consumo interno de haba verde, seca y externa de haba seca.

2.2 Características generales de la planta

2.2.1 Origen

MACA (2005), señala que el haba es originaria de Asia Central y región Mediterránea. Contrariamente, Maydana (2006), indica que el haba es del Oriente, extendiéndose pronto por toda la cuenca mediterránea, aproximadamente el mismo comienzo de la agricultura. Asimismo, afirma que, los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado, es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose hasta China e introducido en América, tras el descubrimiento de nuevo mundo.

JICA (2010), anota que el haba (*Vicia faba* L.) es de origen asiático. Afganistán y Etiopia se consideran como los principales centros de origen, aunque algunos autores mencionan que posiblemente el haba es de origen africano, cultivándose desde hace unos cuatro mil años. El cultivo de haba fue introducido a América y Guatemala por los conquistadores españoles y se ha desarrollado únicamente en pocos países de América, que poseen

altiplano con zonas frías como México, República Dominicana, Brasil, Perú, Paraguay, Colombia y Bolivia.

2.2.2 Clasificación taxonómica del cultivo de haba

División	:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	:	<i>Magnoliopsida</i>
Sub clase	:	<i>Rosidae</i>
Orden	:	<i>Fabales</i>
Familia	:	<i>Fabaceae</i>
Sub familia	:	<i>Papilionoideas</i>
Tribu	:	<i>Viceae</i>
Género	:	<i>Vicia</i>
Especie	:	<i>Vicia faba</i>

Fuente: Rojas (2001) y Orellana (1985)

2.2.3 Descripción y Características Morfológicas de la Planta

Sosa (2002), revela que es una planta anual con ciclo vegetativo de 180 a 200 días, cuya raíz penetra hasta 100 cm de profundidad y raíces secundarias de temprano desarrollo. El tallo es fuerte y alcanza una altura de 50 a 200 cm, de acuerdo con la variedad y factores del cultivo. Produce abundantes flores, las cuales se encuentran en racimos de dos hasta nueve en las axilas de las hojas; la auto polinización es lo más corriente, pero el porcentaje de polinización cruzada es bastante alto. Las paredes de las vainas son muy esponjosas y mantiene mucha humedad; al madurar las vainas se ponen negras. Por lo general el producto se cosecha para obtener granos tiernos, cuando las vainas aún están completamente verdes.

JICA (2006), anota que el haba alcanza su estado madures para grano a los 6 a 8 meses, la plantas llegan a una altura entre 1.5 a 2 m, forman abundante follaje con 7 a 9 macollos. Es más susceptible a sequias, heladas y enfermedades.

Agrios (1998), anota que es una planta herbácea, anual, de porte erecto, de tallos erguidos y que puede alcanzar 1.6 m. Son hortalizas resistentes, se cultivan especialmente en zonas frías, pero en las zonas templadas también se pueden cultivar

durante todo el año. Se consume en forma fresca o en grano seco menestra, asimismo posee un alto contenido de vitaminas, carbohidratos y proteínas.

Según, M.A.G.D.R. (2002), el haba se caracteriza por ser una planta de ciclo anual y de porte erecto, se describe la morfología del cultivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Morfología del Cultivo de haba

Morfología de haba	Descripción
Raíz	Es pivotante y desarrolla 1.5 m de profundidad.
Tallo	De consistencia herbácea y varía en la altura desde 0.50 a 1.80 m.
Hoja	Son compuestas paripinadas, con cuatro a siete folíolos glabros
Inflorescencia	Es de tipo racimo, en número de dos a doce flores
Flor	Tienen corola evolucionada, dialipétala
Androceo	Consta de diez estambres diadelfos, nueve de ellos soldados
Gineceo	Está formado por una sola hoja, diferenciada en ovario, estilo y estigma
Fruto	Es vaina
Semilla	Son de forma ovalada, el tamaño largo de 1.6 a 3.5 cm.

Fuente: MACA (2005)

2.2.4 Fisiología

2.2.4.1 Fotosíntesis

JICA (2006), destaca que la planta de haba es un organismo especializado en el almacenamiento de proteínas. Por tanto, una apropiada producción de vainas depende de la fotosíntesis. Inicialmente la planta distribuye los productos de la fotosíntesis hacia el crecimiento y desarrollo de sus tallos, hoja, raíces, flores, vainas y granos; esta etapa es conocida como la etapa de crecimiento vegetativo reproductivo. Los hidratos de carbono producidos por la fotosíntesis de las hojas, se distribuyen a los centros de crecimiento, de reproducción sexual (flores), se consumen por la respiración y los excedentes se almacenan en la vaina.

2.2.4.2 Crecimiento de la Planta de Haba

JICA (2006), señala que el crecimiento aéreo de la planta ocurre por la elongación de tallo y de las ramas con presencia de hojas nuevas, asimismo depende de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, agua y las condiciones climáticas.

INIAF (2010), señala que el crecimiento de haba en sus primeras fases es muy lento. La preemergencia y emergencia que se llevan a cabo dentro del suelo son extremadamente lentas. Esto es producto de las condiciones de siembra, en donde aún no se ha establecido el invierno y la semilla aún no ha entrado en contacto con suficiente humedad, aunado a esto, lo grueso de la cáscara de la semilla de haba y la cantidad de tierra que el agricultor le pone encima al momento de sembrarla, provocando con esto que la semilla tarde en germinar.

2.2.5 Etapas fonológicas del cultivo de haba

Sarmiento (1990), citado por Maydana (2002), menciona que el ciclo vegetativo del cultivo de haba, fluctúa de cinco a seis meses en variedades precoces y de seis a siete meses en las tardías: además el ciclo vegetativo tiene las siguientes etapas fenológicas: germinación - plántula, Macollamiento - crecimiento vegetativo, floración – fructificación, maduración – cosecha.

JICA (2010), indica que en las primeras fases de desarrollo vegetativo del haba las hace subterráneamente. Durante estas fases, el crecimiento de los tallos de la planta es muy lento. El crecimiento de hojas y tallos es lineal y tienen una mayor velocidad conforme la planta va adquiriendo una mayor altura. Durante este periodo es que finaliza la fase vegetativa e inicia la fase reproductiva. Entretanto en esta fase, se inician la formación de flores en las partes más bajas de los tallos y los tallos en formación o macollos. La Fase reproductiva está asociada a la susceptibilidad a las enfermedades. Durante la formación de vainas, llenado de vainas y granos que se da en los meses de noviembre y diciembre es cuando la planta de haba presenta su máxima susceptibilidad a las enfermedades.

Además, M.A.G.D.R. (2002), alude que la siembra de haba es característica de las regiones del altiplano y valles con ciclo vegetativo de 150 - 240 días (Anexo 28), con las siguientes etapas fenológicas:

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 (plántula) 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 limón y posteriormente adquiere el color negro.

JICA (2006), menciona que las fases fenológicas de haba: emergencia a los 30 a 45 días desde la siembra, macollamiento a los 30 días de la emergencia, formación de botones florales e inicio de floración, formación de vainas a los 105 días y maduración de vainas.

2.3 Variedades de haba en Bolivia

MACA (2005), indica que hay dos grupos de variedades: aquellas adaptadas a los valles templados, cultivadas entre los 2000 a 2800 m.s.n.m, destinadas al consumo en grano fresco y las variedades de zonas altas, cultivadas entre los 2990 a 4000 m.s.n.m, destinadas para grano fresco y seco para consumo humano.

MDRyT Y INIAF (2012), señalan que el Registro Nacional de Variedades (RNV), tiene el propósito de establecer un ordenamiento general de las variedades de semillas utilizadas en el país y de aquellas que por una u otra razón no reúnen las características establecidas para su cultivo, producción, comercialización, distribución y/o donación de

semillas de variedades que hayan sido inscritas en el Registro Nacional de Variedades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registro Nacional de Variedades de Haba en Bolivia

Nº	Nº Registro	Variedad	Obtentor	Solicitante	Procedencia	Departamental INIAF
1	RV-HA-101-97	BANANA	PLG-IBTA	IBTA	BOLIVIA	TARIJA
2	RV-HA-002-08	CHILLCANI	S/D	ASOHABA	BOLIVIA	POTOSÍ
3	RV-HA-105-08	GIGANTE COPACABANA	APSHA-CH	Asoc. APSHA-CH	BOLIVIA	LA PAZ
4	RV-HA-102-97	HABILLA-94	PLG-IBTA	IBTA	BOLIVIA	TARIJA
5	RV-HA-103-02	PAIRUMANI 1	CIFP	CIFP	BOLIVIA	COCHABAMBA
6	RV-HA-104-02	PAIRUMANI 4	CIFP	CIFP	BOLIVIA	COCHABAMBA
7	RV-HA-001-08	SAMASA	S/D	ASOHABA	BOLIVIA	POTOSÍ
8	RV-HA-003-08	TURIZA	S/D	ASOHABA	BOLIVIA	POTOSÍ
9	RV-HA-106-08	USNAYO	SEMCHI	Asoc. SEMCHI"	BOLIVIA	LA PAZ

Fuente: MDRyT y INIAF (2012)

CANEB (2012), señala las habillas de grano grande y las más conocidas como; Gigante de Copacabana, Unsayo, Waca Jawasa y Haba Grande. Además, existen variedades de grano mediano, en este grupo están las variedades denominadas como: Chaleco, Chaupi Haba, Haba Blanca y la Viuda en Bolivia. Asimismo, IBTA (1996), anota que las variedades denominadas como “Habillas”, son de grano grande, las más conocidas son: la “Gigante de Copacabana”, “Usnayo”, originaria a partir de “Waca Jawasa”. Haba grande pesa de 1.8 gramos y llegan a madurar de 6 a 8 meses. Las variedades de habas medianas, denominadas como “chaleco”, “chaupi haba”, “haba blanca” y “la viuda”; son de grano mediano, que pesan entre 1.2 a 1.8 gramos y maduran de 5 a 6 meses después de la siembra.

2.3.1 Cultivares de Haba para las Zonas Altas

MACA (2005), indica que existe diversidad de variedades para las zonas altas, cuyas plantas son de porte variable con alturas entre 90 cm y 2 m, con 3 a 10 ramas (macollos) y 10 a 60 vainas por planta. Además alude que, en general las variedades de las zonas altas conocidas como “habillas”, son cultivadas principalmente para consumo en grano seco, aunque también se pueden comercializar en vaina, cuya calidad es apreciada. En este grupo tenemos a la “Gigante de Copacabana” y “Usnayo”.

Ramírez (1986), menciona que en el Altiplano Norte de Bolivia se encuentran dos variedades de haba más cultivadas y conocidas como: “Usnayo” de grano grande y de porte alto y las enanas “Uchuculus”, que difieren en tamaño y color de la cáscara de grano.

2.3.1.1 Gigante de Copacabana

INIAF (2010), indica las características morfológicas de “Gigante de Copacabana” son de crecimiento indeterminado (sigue creciendo a condiciones favorables); color de follaje verde claro en la etapa de floración; sistema radicular fibroso, profundo y muy desarrollado; tallos de coloración verde, fuertes angulosos y huecos, ramificados de 1.50 a 2.20 m de altura, con 4 a 6 macollos por planta; hojas alternas y compuestas, paripinnadas con folíolos anchos ovales, alargados y redondeados de color verde con nervaduras con aspecto rojizo; flores, axilares y agrupadas en racimos cortos de 2 a 6 flores; fruto, vainas de longitud variable alcanzan entre 12 cm hasta 24 cm en condiciones óptimas, el número de granos oscila entre 2 y 5 granos por vaina, el color de la semilla es amarillento claro con ondulaciones; aspecto general de la planta, vigoroso con hojas compuestas de cinco folíolos y vainas largas semirectos.

Maydana (2006), establece que “Gigante Copacabana”, es un ecotipo mejorado de “Usnayo”, la cosecha se realiza después de 6 a 7 meses (grano seco) y a los 5 a 6 meses en vaina verde, con una altura de 0.90 hasta 2.20 m, número de vainas alcanza de 25 a 30, longitud de 18 a 24 cm, número de granos por vaina de 5 a 6 granos. Además, denominada como “Habilla” con granos grandes, las más conocidas como *Waka jawasa*. Su etapa fenológica consta de; sistema radicular fibroso, profundo y muy desarrollado, tallos de coloración verde, fuertes angulosos y huecos, ramificados de 1.50 a 2.20 m de altura con 4 a 6 ahijamiento por planta, hojas alternas, compuestas, paripinnadas, con folíolos anchos ovales alargados y redondeados, de color verde con nervaduras de aspecto rojizo, flores axilares, agrupadas en racimos cortos de 2 a 6 flores, frutos legumbre de longitud variable, alcanzan hasta 18 cm promedio y hasta 24 cm en condiciones óptimas, el número de granos oscila entre 2 y 6 granos por vaina, el color de la semilla es verde amarillento claro con ondulaciones.

Esprella *et al.* (2004), indican que en la región de Batallas del departamento de La Paz se maneja una gran cantidad de ecotipos y en muchos casos sus nombres originales son desconocidos razón por el cual son nombrados por el tamaño como: “Chocolate”

“Usnayo”, “Copacabana Gigante”, “Criollo”, “Uchukulo”, “Grande”, “Mediano”, “Mezclado”, “Pequeño criollo”, “Primera de Potosí”, “Usnayito”, “Jisk’ita”, “Pacaya”, “Waka Jawasa”.

2.3.1.2 Usnayo

Maydana (2006), menciona que el Usnayo es una variedad de 5 a 6 meses de ciclo vegetativo, sus matas alcanzan una altura de 0.60 m hasta 2 m de altura en condiciones favorables edafoclimáticas, tallos robustos con 1 a 6 ramificaciones, las hojas tienen foliolos de color verde-grisáceo en el envés, vainas grandes de 15 a 20 cm de longitud, muy colgantes y de 2 a 3 granos por vaina. Su etapa fenológica consta de sistema radicular fibroso y muy desarrollado, tallos de coloración verde, fuertes angulosos y huecos, ramificados, de hasta 1.5 m de altura. Según el ahijamiento de la planta varía el número de tallos, hojas alternas, compuestas, paripinnadas, con foliolos anchos ovales-redondeados, de color verde y desprovistas de zarcillos, flores axilares, agrupadas en racimos cortos de 2 a 8 flores, posee una mancha grande de color negro o violeta en las alas, raras veces van desprovistas de mancha, frutos legumbre de longitud variable, pudiendo alcanzar hasta 20 cm. El número de granos oscila entre 2 y 4. El color de la semilla es verde amarillento, aunque las hay de otras coloraciones más oscuras.

2.4 Requerimientos Hidroedafoclimáticos

2.4.1 Agua

Para el JICA (2006), existe una relación directa y positiva entre la cantidad de agua que dispone la planta y el rendimiento, las plantas de haba son muy sensibles a la deficiencia de agua principalmente en la floración y periodo de envainado o cuajo de las flores. El agua transporta los nutrientes del suelo hacia la zona radicular, refresca y mantiene turgente las células, agua que se encuentra en las células que interviene en la fotosíntesis y la respiración de la planta.

ORS (2006) y Lorente (1997), indican que “el cultivo de haba, requiere más agua en las etapas de macollaje, floración, envainado y llenado de grano”. Además, García (1967), menciona que el cultivo de haba a secano, requiere lluvias de 500 mm en adelante.

Por otro lado, INIAF (2010), anota que pesar de que el cultivo de haba es tolerante a la sequia, el cultivo requiere de una provisión continua y óptima humedad para un buen desarrollo y producción, puesto que el cultivo requiere agua de manera indispensable en

las siguientes etapas: Macollaje, Floración, Formación de Vainas y Llenado de Granos; falta de agua en estas etapas, hacen que el cultivo reduzca drásticamente en su rendimiento, debido principalmente al aborto foral que se produce cuando hay estrés hídrico en esta etapa, por consiguiente el número de vainas por planta se reduce y por la producción total.

Por otro lado, Vásquez (1992), indica que la calidad del agua está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que pueda tener, ya sea en solución o en suspensión. Las características que determinan la calidad del agua de riego son: concentración total de sales solubles, concentración relativa de sodio, concentración de boro u otros elementos tóxicos, concentración total de sólidos en suspensión, presencia de semillas de malezas, larvas o huevos de insectos, dureza del agua, determinada por la concentración de bicarbonatos.

2.4.2 Suelo

Villarroel (1997), menciona que el cultivo de haba es poco exigente a la calidad de los suelos, se desarrolla mejor en los suelos neutros y ligeramente alcalinos en pH de 6 a 7.5, bien drenados y con buena disponibilidad de fósforo y materia orgánica. Tiene problema en suelos ácidos y no resiste anegamiento prolongado.

Niño (2005), indica que el cultivo, puede instalarse en diferentes tipos de suelo, con buen porcentaje de materia orgánica, de textura media, ricos en calcio y con alto contenido de fósforo, prospera en suelos con un pH de 5.5 a 7.5, además en suelos alcalinos hasta un rango de 8.5 de pH, es recomendable sembrar en suelos sueltos y ricos en materia orgánica.

INIAF (2010), alude que el haba se adapta a diversos tipos de suelo, aunque rinde mejor en suelos sueltos, profundos y ricos en materia orgánica. El cultivo de haba es poco exigente en suelo, aunque prefiere suelos arcillosos o silíceos, ricos en humus profundos y frescos; perjudican el normal desarrollo del cultivo los suelos húmedos y mal drenado.

Jansen (1989) citado por Crespo (1997), las condiciones de suelo para el cultivo de haba (*Vicia faba* L.), menciona que, tolera diversos tipos de suelo, 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. Contrariamente, Aitken (1987), menciona que el cultivo de haba

requiere suelos profundos de textura franco - arenoso, húmedos, ricos en materia orgánica y con pH ligeramente alcalino. Además, señala que exige más fósforo, que acumula en la aleurona y el potasio. Los suelos de gran riqueza en fósforo producen habas de gran dulzor.

CEPROBOL (2004), corrobora que el cultivo de haba prospera bien en suelos livianos, franco - arenosos y 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.

2.4.2.1 Salinidad del suelo

Bohn *et al.* (1993), menciona que los suelos afectados por sales son usualmente en las regiones semiáridas y áridas, donde la precipitación anual es insuficiente para satisfacer las necesidades de evapotranspiración de los vegetales. Como resultado, las sales del suelo no se disuelven. En vez de ello, se acumulan en cantidades que son perjudiciales para el crecimiento de los vegetales.

2.4.2.2 Densidad aparente

Miranda (2002), indica la densidad del suelo, es el peso de suelo por unidad de volumen total, este volumen incluye las partículas sólidas del suelo y el espacio poroso. La densidad aparente, es de interés desde el punto de vista del manejo del suelo ya que permite conocer sobre: la compactación del suelo, permite inferir las dificultades para la germinación, enraizamiento, circulación del aire y el agua.

2.4.3 Clima y Temperatura

Maydana (2006), indica que el haba es un cultivo de alturas y aunque se adecua a temperaturas uniformes templado cálidas y frías, su desarrollo óptimo está entre 12°C a 18°C. Por encima de los 20°C puede impedir la germinación y a los 30°C durante el periodo de floración y cuajado de las vainas, puede provocar abortos tanto de flores como de vainas inmaduras.

MACA (2005) y Villarroel (1997), indican que el cultivo de haba se desarrolla bien en climas templados, fríos, tolera heladas, requiere una provisión permanente de

humedad aunque es ligeramente tolerante a falta de agua. Para la germinación requiere de 6°C. 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 flores y vainas. Además, indican que en general se comporta bien en temperaturas entre 10 y 20°C.

Por su parte, Niño (2005), menciona que el cultivo de haba requiere de un clima moderadamente frío y seco, sin embargo se adapta en todas las regiones o pisos ecológicos templados y húmedos de nuestro país y soporta cambios bruscos de temperatura, es poco sensible a las heladas, salvo el caso en la época de la floración donde se caen las flores, por efecto de las bajas temperaturas. Soporta temperaturas de 2°C, así como se requiere de 6°C para germinar, de 10°C a 12°C para floración y de 12 a 18°C buena fructificación.

2.4.4 Horas Luz

Maydana (2006), indica que “el cultivo de haba requiere horas luz de 9 a 10 horas día”. Asimismo, Evans (1957) citado por Fornes (1983), señala, las temperaturas requeridas es de 17 a 23°C (día – noche), un fotoperiodo de 12 horas es suficiente para asegurar el normal desarrollo floral, mientras un fotoperiodo de 16 horas es adecuado para el cultivo.

2.5 Influencia de los Factores Climáticos

2.5.1 Temperaturas muy Bajas

JICA (2006), indica que los daños no biológicos como; las heladas destruyen total o parcialmente las hojas y tejidos, se alteran el crecimiento y la actividad fisiológica como la fotosíntesis. El daño que ocasiona la helada depende de la intensidad y la edad de la planta.

Asimismo Niño (2005), alude que el cultivo soporta cambios bruscos de temperatura, es poco sensible a las heladas, salvo el caso en la época de la floración donde se caen las flores, por efecto de las bajas temperaturas.

Carrasco (2005), menciona que los daños que provocan al haba, son las temperaturas muy bajas como las heladas fuertes que ocasiona en la muerte de las hojas e inclusive tallos del haba, por necrosis.

2.5.2 Sequía

Carrasco (2005), indica que la sequía o escasez de agua en el cultivo de haba está cuando el suministro es restringido por falta de lluvias, o bien porque la capacidad de almacenamiento del suelo no es buena. Del mismo modo, Maydana (2007), alude que la falta de agua en el suelo (sequía) puede provocar a la planta; menor crecimiento, hojas chamuscadas, ramas cortas, muerte descendente, defoliación, finalmente marchitamiento y muerte de la planta.

INIAF (2010), alude que, escases de agua en el suelo (sequia), hacen que el cultivo reduzca drásticamente en su rendimiento, debido principalmente al aborto floral que se produce cuando hay estrés hídrico en esta etapa, por consiguiente el número de vainas por planta se reduce.

2.5.3 Altas Temperaturas

Maydana (2007), señala que las altas temperaturas en el cultivo de haba despliegan sus efectos conjuntamente con otros factores de medio ambiente (exceso de luz, carencia de oxígeno, vientos fuertes, baja humedad relativa), provocando la inactivación de algunos sistemas enzimáticos.

2.5.4 Humedad Excesiva

Maydana (2007), destaca que “la humedad excesiva en el suelo provoca daños como la muerte de la planta por asfixia de las raíces, lo cual no permite la absorción de minerales para el sustento de la planta”. Además, JICA (2006), anota que el exceso de agua puede proporcionar la presencia de enfermedades y su diseminación del vigor de la planta.

2.5.5 Granizada

JICA (2006), indica que el granizo causa daños mecánicos a los tallos, lesiones en las hojas y caída de flores. La granizada ocurre en días despejados con mucho sol y presencia de nubes negras.

2.6 Características Nutritivas de Haba

Según, MACA (2005), el cultivo de haba tiene la siguiente composición bromatológica en base a grano seco de haba (Cuadro 3), y este contiene importante cantidad de

aminoácidos esenciales como: cistina, metionina, lisina, leucina, triptófano, entre otros que son importantes para la alimentación humana.

Cuadro 3. Composición bromatológica en base a grano seco de haba

ESPECIE (%)	HUMEDAD (%)	PROTEINA (%)	GRASAS (%)	CARBOHIDRATOS (%)	CALORIAS Cal/Kg
Haba	11	23.4 - 25.9	2.4	53.3	3350

Fuente: MACA (2005)

JICA (2010), menciona que el haba contiene niveles altos de proteína, hierro, fibra, Vitaminas A, B, C y potasio. En promedio el haba está compuesta de un 24 a 31% de proteína, 2% de grasa, 50% de carbohidratos y 700 calorías. Además, Bourges (1987), alude el valor nutritivo por cada 100 gramos de haba tiene como: energía (33.9%); proteína (24%); carbohidratos (58.2%); fibra (5.9%); grasa (2.2%); calcio (77 mg); hierro (6.3 mg); fósforo (37.4 mg); tiamina (0.53 mg); riboflavina (0.30 mg) y niacina (2.5 mg).

Asimismo, CANEB (2012), señala que el valor nutritivo de haba es distinto si son frescas o secas. El haba seca en comparación con las frescas tiene mayor cantidad de hidratos de carbono y proteínas, por lo que su valor energético es elevado. El aporte de hidratos de carbono oscila entre 55 y 60%. En su composición destaca su elevado aporte de fibra procedente de la piel, que facilita el tránsito intestinal. Las Habas secas, son buena fuente de vitaminas del complejo B, en concreto de tiamina, niacina y folatos. En cuanto a los minerales destacan el potasio, el fósforo, el magnesio y el zinc, además de una cantidad apreciable de hierro.

2.7 Labores Culturales

2.7.1 Preparación de Suelo

Fernández (2000), indica que la preparación de suelo influye en el establecimiento del cultivo. Si al germinar las plántulas de haba encuentran suelo compacto y terrones grandes o un terreno seco, estas se debilitan y mueren antes de emerger, ya que durante las primeras estadías la plántula se alimenta de las reservas que se encuentran en las semillas.

ORS (2006), JICA y UPCA (2004), indican que se debe preparar en un terreno que no sea arcilloso, donde no se haya sembrado haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum*) o tarwi

(*Lupinus mutabilis*) por lo menos dos años antes, que sea de fácil acceso para la comodidad del productor, que tenga rompe vientos y además que sea fértil.

Niño (2005), menciona que esta labor juega un papel importante en la conducción del cultivo por que se recomienda ser minucioso, a fin de garantizar buena germinación de la semilla, buen enraizamiento, distribución uniforme del agua de riego, prevención del ataque de plagas y enfermedades así como el control y prevención del ataque de malezas.

Además, INIAF (2010), alude que la preparación debe realizarse con la debida anticipación, por lo que barbechamos, para volcar la tierra, para enterrar los rastros del anterior cultivo y de las malezas; con esta actividad matamos plagas y controlamos enfermedades.

2.7.1.1 Roturación del Suelo

MACA (2005), indica que la roturación del suelo se realiza en la zona del altiplano entre los meses junio y julio, antes de la siembra, en el caso de utilizar arados, estos serán de discos o de vertedera y en lugares muy accidentados se utiliza yunta con arado.

ORS (2006), menciona que la roturación es el recojo de las piedras y el volcado de suelo, así ayuda a enterrar las hierbas del anterior cultivo y controla las plagas y enfermedades. Por otro lado, menciona que se puede abonar con estiércol seco al suelo en el momento de la roturación a razón de 1 t/ha.

2.7.1.2 Desterronado y Mullido

ORS (2006), indica que “para el desterronado y mullido se rompen los terrones y se realiza en sentido contrario del barbecho. Así, ayuda a mejorar la aireación, mejorar el drenaje y mezclar bien el abono”. Además alude, que cuando la tierra se ha endurecido se puede mullir con yunta para ablandar y facilitar la siembra.

Fernández (2000), indica que, se realiza con la finalidad de desmenuzar los terrones con herramientas tradicionales (*k'uphañas*) o con tractor (rastra), siendo necesario efectuar dos o tres pasadas, en forma cruzada de acuerdo al tipo y consistencia del suelo, para la siembra uniforme.

2.7.1.3 Nivelación

Fernández (2000), menciona que una vez que el suelo se encuentra bien mullido se realiza la nivelación del terreno, para evitar el anegamiento de agua en algunos lugares de presionados, ya que ello ocasionaría la asfixia del embrión y las raicillas. Asimismo, anota que el exceso de humedad puede ocasionar la propagación de enfermedades fungosas; por el contrario, la escasez de humedad, por encontrarse el terreno relativamente alto, puede ocasionar que las semillas no germinen por falta de esta.

2.7.2 Siembra

2.7.2.1 Época de Siembra

JICA (2006), menciona que con riego las siembras se inician a partir de los meses Junio y Julio. A secano en los meses de agosto y puede prolongarse hasta el mes de Septiembre, dependiendo del micro clima que existe en cada zona y comunidad. El agua de riego es determinante antes de la siembra, el riego es importante para tener una humedad adecuada, facilitar una emergencia uniforme.

INIAF (2010), menciona que en zonas Altas de Bolivia, la siembra de haba se inicia a partir del 15 de Julio y culmina en el mes de agosto; de manera excepcional algunos productores extienden su siembra hasta el 15 de septiembre, aunque estas últimas siembras tienen fuertes influencias de los factores climáticos (heladas), que limitan la producción o el éxito de las mismas.

MACA (2005) y Herbas (1995), mencionan que las épocas de siembra en alturas son del 5 de septiembre al 5 de octubre. Generalmente la siembra se realiza en los meses de julio y septiembre, los agricultores que siembran en julio tienen la posibilidad de utilizar agua de riego, mientras los que siembran en fechas posteriores deben esperar la época de lluvia. Igualmente, Aitken (1987), recomienda las épocas de siembra en los meses de agosto, septiembre y octubre.

Niño (2005), menciona que las épocas de siembra varían en función al clima, la variedad ya sea precoz o tardía, así como la finalidad del cultivo, ya sea para el consumo, en verde o grano seco y semilla. Además, Mújica y Canahua (1989), indican las fechas de siembra en el altiplano varían de agosto a septiembre, lo cual está sometida al inicio de las

precipitaciones pluviales con incremento de la temperatura y al riesgo de heladas en la época de cosecha.

2.7.2.2 Siembra y Distancias

INIAP (2010), recomienda sembrar en surcos de 70 cm de distancia, 20 a 30 cm entre plantas y una profundidad de 7 a 15 cm. De igual forma, Lorente (1997), menciona que la operación de la siembra se efectúa directamente en el terreno, en surcos con una distancia de 50 a 60 cm y una distancia entre plantas de 30 a 40 cm.

ORS (2006), para la siembra recomienda emplear semilla certificada de calibre primera para garantizar la producción de haba. Asimismo recomienda utilizar la inoculación de la semilla con inoculante.

Además, Villarroel (1997), recomienda sembrar el haba en la región del altiplano a 60 cm de distancia entre surcos. Por otro lado, ORS, JICA y UPCA (2004), indican que la distancia entre surcos debe ser superior a 60 cm, mayores 30 cm entre planta y a una profundidad de 15 cm.

2.7.2.3 Densidad y Número de Semillas por Golpe

JICA (2006), indica que la cantidad de semilla requerida para una hectárea es de 150 a 200 kg, esta varía de acuerdo al tamaño de la semilla. Del mismo modo, MACA (2005) y IBTA (1996), para tener una buena cosecha, recomiendan sembrar el cultivo de haba con una densidad de 100 a 200 kg/ha de semilla. El número de semillas por golpe a emplear debe ser 1 o 2 unidades.

Niño (2005) y INIAP (2000), recomiendan colocar 1, 2 y 3 semillas por golpe esto en función a la distancia entre plantas y surcos. Si la distancia es mayor, la cantidad de semillas será tres y si es menor la distancia entre surcos se colocará una semilla. Indican también que la cantidad de semillas por golpe depende del tamaño (calibre).

2.7.3 Fertilizantes Orgánicos

Carreño (1999), menciona que este tipo de abonos compuestos principalmente de estiércoles, pajas de cama o corrales, los cienos sépticos, los productos o desperdicios municipales, etc. Estos materiales orgánicos mejoran las estructuras del suelo,

especialmente las más voluminosas. Dentro de estos abonos, alguno de los guanos, son de aplicación inmediata al suelo.

Rodríguez (1991), indica que además de aportar un buen nivel de materia orgánica, (con excepción de algunos) también proporcionan altos niveles de los nutrientes fundamentales como nitrógeno, fósforo y potasio.

2.7.3.1 Materia Orgánica

Niño (2005), anota que la materia orgánica juega un papel importante en la explotación agrícola entre ellos mejora la textura del suelo, retiene mayor humedad, sirve como un imán para atraer a los fertilizantes y exista mejor intercambio catiónico de los fertilizantes, ayuda a que éstos no se pierdan por lixiviación, además aumenta la flora microbiana del suelo y previene el ataque de nematodos, dando oportunidad para que la planta pueda aprovechar al máximo dichos alimentos.

Chilon (1997), señala que la materia orgánica son los productos de la pre-descomposición y descomposición de toda fuente primaria y secundaria que incluye la materia orgánica no henificado, formada por la biomasa vegetal y animal, la biomasa microbiana y el humus; constituida a su vez por sustancias no húmicas como materiales orgánicos sencillos: azúcares y aminoácidos, materiales de elevado peso molecular; Polisacáridos y Proteínas.

Asimismo, Suarez (1992), indica el contenido de materia orgánica determina el poder nutritivo del suelo y obra como un depósito o lugar de almacenamiento de los nutrimentos que luego suministra en forma lenta y regular a las plantas en crecimiento. Afecta al mismo la estructura y la capacidad de retención de agua del terreno, los suelos arcillosos, plásticos, les imparte una mejor consistencia, la cual no sólo facilita las labores de labranza y el crecimiento de las plantas, si no que mejora las condiciones de aireación y los suelos arenosos, en contraste, al agregarles materia orgánica se toma más retentivos de humedad, lo cual puede reflejarse en el crecimiento de las plantas de cultivo durante épocas muy secas.

Hausenberg (1998), indica que la materia orgánica mejora la infiltración del agua, reduce su pérdida por evaporación, mejora el drenaje del suelo y por lo tanto ayuda a una mejor distribución de agua en el perfil del suelo, promueve un sistema de raíces más profunda,

al oscurecer el suelo en los climas templados fomenta su calentamiento por ende, promueve una mejor germinación y el fácil aprovechamiento del agua.

2.7.3.2 Estiércol

Guerrero (1993), indica que los excrementos de los animales resultan como desechos del proceso de digestión donde solo una pequeña parte de los alimentos que consumen los animales es asimilado y aprovechado por su organismo, el resto (80%) contiene elementos nutritivos que son eliminados después de la digestión junto con el estiércol, por esta razón el estiércol tiene capacidad para enriquecer un determinado medio. Los productores crían generalmente diferentes clases de animales (ovinos, camélidos, bovinos, porcinos, etc.), que los proveen de este recurso útil para mejorar la fertilidad del suelo y el agua, por tanto se tiene la composición de materiales orgánicos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis Promedio de Materiales Orgánicos

Materiales Orgánicos	N, %	P₂O₅, %	K₂O, %	M.O., %
Estiércol de cabra	2.77	1.78	2.88	60
Estiércol de vaca	0.7	0.30	0.65	30
Estiércol de caballo	0.70	0.34	0.52	60
Estiércol de cerdo	1.0	0.75	0.85	30
Estiércol de oveja	2.0	1.0	2.50	60
Estiércol de conejo	2.0	1.33	1.20	50
Estiércol de avícola	1.6	1.25	0.90	50

Fuente: Carreño (1999)

Lorente (1997), menciona como el conjunto de deyecciones de distintos animales agropecuarios, convenientemente fermentado en el establo o en el estercolero como toda materia orgánica, aporta al suelo, estructura, capacidad de retención de agua y nutrientes y las unidades fertilizantes liberadas cuando éste se mineraliza. Además, contribuye a que los microorganismos del suelo mantengan una población aceptable (un suelo sin vida microbiana es un suelo muerto).

Suarez (1992), menciona que los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol.

2.7.3.3 Composición de los estiércoles

Carreño (1999), menciona que la composición de un estiércol varía entre límites muy amplios (Cuadro 5), y esta variación debida a.

- ✓ Según la especie de animales estabulados.
- ✓ La naturaleza de la cama empleada.
- ✓ La proporción existente entre la cama y las deyecciones.
- ✓ Régimen alimenticio del ganado.
- ✓ Sistema de fermentación a que ha sido sometido.
- ✓ Cuidados de conservación.
- ✓ Edad del ganado.
- ✓ Calidad de tierra, etc.

Cuadro 5. Composición química de los estiércoles (%)

ESPECIE ANIMAL	M.S.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
Vacunos (f)	6	0.29	0.17	0.10	0.35	0.13	0.04
Vacunos (s)	16	0.58	0.01	0.49	0.01	0.04	0.13
Ovejas (f)	13	0.55	0.01	0.15	0.46	0.15	0.16
Ovejas (s)	35	1.95	0.31	1.26	1.16	0.34	0.34
Caballos (f)	24	1.55	0.35	1.50	0.45	0.24	0.06
Caballos (s)	10	0.55	0.01	0.35	0.15	0.12	0.02
Cerdos (s)	18	0.60	0.61	0.26	0.09	0.10	0.04
Camélidos (s)	37	3.6	1.12	1.20	s.i.	s.i.	s.i.
Cuyes (f)	14	0.60	0.03	0.18	0.55	0.18	0.10
Gallina (s)	47	6.11	5.21	3.20	s.i.	s.i.	s.i.
(f) fresco, (s) seco, (s.i.) sin información							

Fuente: SEPAR (2004)

FAO (1990), menciona que, resulta difícil señalar con precisión cifras de la composición química de los estiércoles que se utilizan en la agricultura Nacional, debido a la variabilidad de factores que cambian en muchos casos las cantidades y proporciones de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes (Cuadro 6), por lo tanto se muestra las cantidades en promedio del contenido de distintos estiércoles de especies animales.

Cuadro 6. Contenido promedio de nutrientes en estiércoles de diferente procedencia de Bolivia en Materia Seca

COMPONENTE	ESTIERCOL						
	BOVINO	GALLINAZA	OVINO	CAPRINO	CAMELIDO	CERDOS	EQUINOS
pH	0.30	7.60	8.00	8.00	7.90	7.30	7.40
MS %	46.00	82.60	48.00	74.50	81.00	48.00	92.70
MO %	63.10	73.80	54.80	60.00	82.30	60.20	74.70
N Total %	1.73	2.70	1.68	2.20	1.50	1.750	1.130
P ₂ O ₅ Total %	1.65	2.72	1.28	1.53	0.85	2.28	1.60
K ₂ O Total %	1.52	1.54	1.39	1.06	1.16	2.11	1.48
Ca Total %	1.41	8.60	1.01	1.42	0.94	0.80	0.64
Mg Total %	0.75	0.54	0.39	0.35	0.29	0.62	0.23
Relación C/N	21.20	15.90	23.80	15.80	29.80	19.90	38.30

Fuente: FAO (1990)

2.7.3.4 Estiércol de Ovino

Guerrero (1993), indica que el estiércol de ovino, pertenece a la clase excremento (Abono Caliente), presenta un color pardo oscuro a negro, son de forma ovoide.

2.7.3.5 Estiércol de Bovino

Quiñones (1994), menciona que el ganado vacuno deja su estiércol sobre áreas extensas lo que dificulta su recolección. Además, el estiércol bovino puede sufrir grandes pérdidas de nutrientes por medio de sol y las lluvias antes de recolectarse. Por ejemplo, el nitrógeno y el potasio se lixivian por las lluvias, mientras el secado por el sol puede causar pérdidas de un 50% de N en solo 2 a 3 días a través de su volatilización como gas amoníaco.

2.7.3.6 Estiércol de Equino

BURES (2001), alude que el estiércol de equino es un producto 100% natural, estabilizado con una importante riqueza materia orgánica y nitrógeno; especialmente indicado para la mejora de las tierras de cultivo en agricultura, jardinería y zonas verdes.

Tradicionalmente se han utilizado los estiércoles, así como los propios residuos vegetales como fuente principal de materia orgánica.

2.7.4 Abonado y Fertilización del cultivo de haba

MACA (2005) e IBTA (1996), mencionan que el haba responde bien a la fertilización orgánica y mineral. Recomiendan aplicar inoculante a la semilla, además de 100 kg/ha de superfosfato triple (18-46-00) al fondo del surco en el momento de la siembra.

INIAF (2010), menciona que en el cultivo de haba se puede practicar dos tipos de fertilizaciones, sean estas orgánicas o minerales, las cuales generalmente están en función de la disponibilidad y accesibilidad de las mismas, si deseamos realizar una fertilización orgánica la incorporación de guano (estiércol) en cantidades suficientes y con la debida anticipación es muy necesaria, para obtener buenos rendimientos, se recomienda incorporar si hay disponibilidad hasta 200 q de guano por hectárea; la fertilización debe realizarse de manera adecuada y dependiendo siempre del tipo de suelos, puesto que un exceso en la fertilización, dará plantas demasiado grandes (altas) que sean susceptibles del acame (caída), causando pérdidas a los productores.

ORS (2006), recomienda incorporar la materia orgánica (estiércol) al suelo a razón de 1 t/ha. El estiércol fresco se usa en el barbecho, en la siembra y en el aporque. Al contrario, Lorente (1997), indica si el suelo es pobre, se realiza una aportación de 10 – 15 t/ha de estiércol con bastante antelación.

Además, Fuentes (1999), indica que las cantidades aportadas y la frecuencia de aportaciones, en condiciones medias, son las siguientes suelo arenoso o calizo 15 a 20 t/ha, franco 25 a 30 t/ha, arcilloso 30 a 40 t/ha.

Quiñones (1994), menciona que el estiércol bien descompuesto se puede aplicar e incorporar al momento de la siembra o trasplante sin peligro de quemar las raíces. En cambio, el estiércol fresco debe aplicarse dos a tres semanas antes de la siembra o trasplante ya que puede dañar las raíces o semillas debido a su contenido de sales y la volatilización de gas amoníaco. Además, es importante enterrar el estiércol fresco inmediatamente ya que su nitrógeno es mucho más susceptible a volatilizarse que en el caso de estiércol ya descompuesto (Cuadro 7).

Cuadro 7. Dosis recomendadas del estiércol

MÉTODO DE APLICACIÓN	CANTIDAD RECOMENDADA *1		
	PALADAS *2	LITROS	BALDES PLÁSTICOS DE 5 GALONES
Localizado en el Surco de la Siembra	1 - Por Metro Lineal de Surco	3 a 4 - Por Metro Lineal	1 - Por Cada 5 a 6 Metros Lineales de surco
Al voleo	2 - Por Metro Cuadrado	6 a 8 - Por Metro Cuadrado	1 - Por Cada 2.5 a 3 Metros Cuadrados
*1 Si el estiércol es de calidad inferior y se abunda, se puede duplicar la dosis indicada			
*2 Se asume que una palada típica agarra 3 - 4 litros de volumen. Una palada de estiércol fresco y húmedo pesa unos 6 a 8 libras comparación de 2 a 2.5 libras en estado seco.			

Fuente: Quiñones (1994)

2.7.5 Requerimiento nutricional del cultivo de haba

2.7.5.1 Nutrición mineral

Pichardo (2010), menciona que el crecimiento de las plantas depende de varios factores, que van desde la regulación genética hasta los factores edafoclimáticos. Para una especie vegetal y ambiente determinado, los factores de crecimiento más importantes son: luz, agua, CO₂ y nutrientes minerales. La disponibilidad de nutrimentos durante el ciclo del cultivo, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), afectan los procesos que regulan el crecimiento, la generación de rendimiento y calidad de los cultivos.

Cámara *et al.* (2001), indican un aspecto relevante en estudios sobre nutrición de las plantas es conocer la cantidad de elementos minerales que la planta absorbe del suelo y el momento en que se produce esa extracción. Diversos factores influyen en la absorción y disponibilidad de nutrientes del suelo como la capacidad de exploración del sistema radical, propiedades (químicas y físicas) del suelo y su manejo, condiciones climáticas y disponibilidad de agua.

Sequi (2004), menciona que excluyendo el hidrógeno, el oxígeno y el carbono que son aportados a la planta por el agua y el dióxido de carbono, los elementos de la fertilidad se definen de acuerdo a que tan grande sea la cantidad requerida para el crecimiento en, elementos principales: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Elementos secundarios: azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo) y cobalto (Co).

2.7.5.2 Exigencias nutrimentales de cultivo de haba

Pichardo (2010), menciona que el haba acumula grandes cantidades de nutrimentos principalmente de N, P, K y Ca que son necesarios para tener un desarrollo normal e incrementar el rendimiento de semilla y biomasa. Una adecuada fertilización permitirá suministrar aquellos nutrimentos que necesite el cultivo debido a que los suelos no los proporcionan en cantidad suficiente.

Crespo (1997), indica aplicar al momento de la siembra una fertilización de 18–45–00 kg/ha de N, P y K, sin embargo un incremento de 4 toneladas se obtiene aplicando 30–45–00. Del mismo modo, Condori *et al.* (1997), encontraron el mayor beneficio económico con 40–80–00 de NPK.

2.7.5.3 Nitrógeno (N)

Malavolta *et al.* (1997), mencionan en el sistema suelo–planta, el nitrógeno (N) es absorbido en forma de nitrato o amonio, los cuales entran en contacto con las raíces principalmente por flujo de masas. Además, Raji (1991), menciona que el nitrógeno se puede incorporar al sistema a partir de restos de cultivos, fijación biológica, aplicación de fertilizantes químicos u orgánicos y también por descargas eléctricas.

Paladines (2002), indica que el nitrógeno en las plantas está formando parte de las proteínas y ácidos nucleicos. Se estima que alrededor del 98% de nitrógeno del suelo se encuentra en forma orgánica, insoluble en agua y por tanto no disponible en forma inmediata para las plantas.

INPOFOS (1997), explica que la carencia de nitrógeno resulta en clorosis, en las hojas viejas ya que este se traslada a las hojas más jóvenes. Las plantas pequeñas y crecimiento lento son también síntomas de deficiencia de nitrógeno por el retraso en la madurez de los cultivos. El exceso de nitrógeno puede incrementar el crecimiento vegetativo, reducir el cuajado de fruto y afectar adversamente la calidad.

Singh *et al.* (1999), indican del suministro de nitrógeno sobre el crecimiento y desarrollo vegetativo de haba consiste principalmente del crecimiento y formación de nuevos órganos (hojas, tallos y raíces), que dependen de la actividad de los meristemos, sitios donde se sintetizan ácidos nucleicos y proteínas, procesos que anteceden a la

fotosíntesis y respiración; por ello la producción vegetal está íntimamente relacionada con la fotosíntesis.

2.7.5.4 Fósforo (P)

Raghothama (1999), menciona que el fósforo (P) es considerado como uno de los elementos más limitantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas, siendo un nutriente esencial para su metabolismo, principalmente en la fase reproductiva.

Grant *et al.* (2001), indican que el fosforo desempeña un papel importante en la transferencia de energía, respiración y fotosíntesis. Es también un componente estructural de los ácidos nucleicos y cromosomas, así como de muchas coenzimas, fosfoproteínas y fosfolípidos.

Torres (2004), alude que el fosforo ayuda a la formación, desarrollo y fortalecimiento de las raíces, les permite un rápido y vigoroso comienzo a las plantas, es decir ayuda a agarrarse del suelo además acelera la maduración de las cosechas y permite un buen desarrollo de las flores, frutos y semillas, además mejora la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en invierno.

2.7.5.5 Potasio (K)

Paladines (2002), menciona que el potasio es uno de los elementos de mayor importancia en el crecimiento de las plantas. Su rol principal es el apoyar en el transporte de iones negativos del suelo hacia las raíces y dentro de la planta mantener el balance entre iones positivos y negativos en el suelo y la planta.

2.7.5.6 Micronutrientes

Sequi (2004), anota que los iones son absorbidos bajo la forma de cationes Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} o Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} . Estos iones están disueltos en la solución del suelo en concentraciones variables, cada suelo tiene su composición típica y con las siguientes funciones en la planta:

- **Hierro (Fe).** El hierro es absorbido preferentemente por las raíces como ión ferroso (Fe^{2+}). Es asimilado también por la epidermis foliar y por la superficie de las ramas.
- **Manganeso (Mn).** Este micronutriente es absorbido preferentemente por la planta como ión manganoso (Mn^{2+}).

- **Zinc (Zn).** Es asimilado por las raíces de las plantas como ión bivalente (Zn^{2+}). También es muy fácilmente absorbido por la epidermis foliar y por las ramas.
- **Cobre (Cu).** Absorbido como ión bivalente (Cu^{2+}). Estabiliza la clorofila, participa en el metabolismo de las proteínas, carbohidratos y en la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico (N^2) en las leguminosas.
- **Boro (B).** Es utilizado por las plantas como ácido bórico H_3BO_3 , forma en la cual se encuentra en la solución acuosa a pH neutro.
- **Molibdeno (Mo).** A diferencia de los otros micro elementos, el molibdeno (MoO_4^{2-}) resulta fácilmente asimilable en los suelos alcalinos y menos en los ácidos o arenosos.
- **Magnesio (Mg).** Es absorbido por las plantas como ión bivalente Mg^{2+} y en el interior de la planta se une a varios compuestos metales orgánicos, entre los cuales están la clorofila y la fitina.
- **Calcio (Ca).** El calcio se encuentra en los suelos cultivados bajo forma de carbonato, sulfato u otros minerales.

2.7.6 Necesidades hídricas de cultivo de haba

Niño (2005), alude que en este punto del manejo agronómico en el cultivo del haba es muy importante el riego, por lo que debe tenerse mucho cuidado en el manejo del agua; los riegos debe realizarse con personal responsable y que maneje bien el agua ya que si lo hace mal puede causar daños irreparables, como: la erosión del suelo, inundación de los surcos, lo que traerá consigo fuente de humedad que permitirá el ataque de las enfermedades (chupadera fungosa o pie negro).

Tapia *et al.* (1997), indican que en la región andina, se tiene una disponibilidad de agua de 550 mm, producto de las precipitaciones estacionales que se registran anualmente, mientras que en los suelos limosos típicos de los valles interandinos puede disponerse de hasta 700 mm, para un rendimiento aproximado de 1.590 kg/ha.

De acuerdo a Llanos (1984), el cuadro 8 exhibe las necesidades de agua máxima y mínima. Afirma que conforme pasan los días, la evapotranspiración (ETP) va aumentando; en 5 semanas siguientes al estado de botón floral, las plantas precisan disponer aproximadamente de la mitad del total de agua utilizada todo el ciclo de cultivo.

CUADRO 8. Requerimiento de agua, en todo su ciclo vegetativo del cultivo de haba oscila entre 500 y 800mm.

Necesidad media diarias	Estado de crecimiento	Condiciones atmosféricas
2 a 3 mm/día	Desde que emerge hasta una altura de 30 a 40 cm.	La temperatura, insolación y humedad no son extremas
Hasta 10 mm/día o mas	Estado de botón floral, fructificación y llenado de grano.	La transpiración y evaporación son relativamente bajas.

Fuente: Llanos (1984)

Morales (1993) citado por Ramos (1999), determinó mediante lisímetros, que el uso consuntivo de haba hasta madurez fisiológica es de 523 mm, reportando en los meses de enero y febrero (fases fenológicas de floración y grano lechoso) se dan los valores máximos de evapotranspiración de esta especie.

2.7.7 Disponibilidad del agua del suelo para la planta

Alba (1995), indica la relación entre las cantidades de agua requeridas por el cultivo se la llama “relación de transpiración”, que puede definirse como el número de kilogramos de agua necesaria para producir cada kilogramo de materia seca sin incluir las raíces. Las necesidades de agua en las plantas varían mucho con los cambios en los factores como: la intensidad de la luz, humedad del aire, velocidad del viento, temperatura, humedad aprovechable y la cantidad de materias nutritivas aprovechables.

Gurovich (1999), manifiesta que las plantas consumen cientos de toneladas de agua por cada tonelada de crecimiento vegetativo. Las plantas inevitablemente transmiten hacia la atmósfera la mayor parte (más de un 90%) de agua que extraen del suelo. Las plantas pueden vivir en una atmósfera saturada con un 100% de humedad relativa, con muy pocos requerimientos de transpiración. La transpiración está causada, más que por el crecimiento de los vegetales, por un gradiente de presión de vapor entre las hojas y la atmósfera que las rodea.

2.7.8 Eficiencia de riego

JICA (2010), menciona el riego en el cultivo de haba se da en diferentes periodos desde la siembra a la emergencia es deseable que el suelo se encuentre húmedo, de la emergencia a macollamiento e inicio de la floración la humedad disponible debe ser ligera para estimular la elongación de las raíces y evitar que se concentren en las capas

superficiales, en el periodo de la floración y envainado el suelo debe tener suficiente humedad para favorecer la formación y desarrollo en un mayor número de flores y vainas y por último periodo de formación y desarrollo de vainas es más crítico por su mayor demanda de agua por cuanto las plantas alcanzan un mayor tamaño y área foliar (mayor transpiración), el agua disponible debe ser constante.

Llanos (1984), alude que la eficiencia del uso del agua es la cantidad en volumen de agua aportada o consumida para sintetizar un kilogramo de materia seca. Del mismo modo, Kramer (1983), indica que la eficiencia varía entre 200 y 500 L/kg o más dependiendo de las peculiaridades del clima, cultivo, suelo y otros. El haba es un usuario eficiente, que le corresponde 349 L/kg.

Asimismo, MACA (1983), señala, la primera aplicación de riego deberá llevarse a cabo cuando las plantas tienen aproximadamente 10 cm de altura. Además, indica que sería contraproducente regar las plantas antes de que lleguen a esta altura por que la combinación de agua y el sol intenso causa la formación de estrato duro en suelo arcilloso y limoso, obstruyendo el brote de la planta. Las subsiguientes tareas de riego deben repetirse de acuerdo a estas pausas periódicos hasta la llegada de la época de lluvias (diciembre o enero) cuando ya no es necesario regar.

MACA (2005) e IBTA (1996), indican que el cultivo es ligeramente tolerante a la sequía, el haba requiere de una provisión continua y óptima de humedad para un buen desarrollo y producción. El suelo debe disponer de por lo menos 30 a 50% de humedad aprovechable; si las siembras son invernales, recomiendan regar cada 7 a 10 días.

2.7.9 Deshierbe

JICA (2006), indica que el conjunto de labores destinados a reducir la cantidad de hierbas, para evitar la competencia y el riesgo de infección de plagas y enfermedades, en la región del altiplano existe malezas como: muni muni (*Bidens andicola*), mostaza (*Brassica campestris*), reloj reloj (*Erodium circuitarium*), etc. Estas malezas compiten con el cultivo de haba en la absorción de agua, nutrientes y luz. Con el fin de lograr una buena producción, es necesario realizar la actividad de deshierbe.

Del mismo modo, INIAF (2010), indica que el deshierbe, es un conjunto de labores destinados a reducir la cantidad de malas hierbas, las cuales pueden ser plantas

hospederas de plagas y enfermedades que pueden atacar al cultivo de haba; además, de esta manera se elimina la competencia de estas plantas por el agua y los nutrientes con nuestro cultivo. El deshierbe se realiza en los primeros meses de desarrollo del cultivo, la cual puede realizarse manualmente o con la ayuda de herramientas agrícolas (azadón, lampa).

ORS (2006), induce efectuar el deshierbe por lo menos dos veces durante el ciclo del cultivo. Cuando no realizamos el deshierbe, el desarrollo de nuestro cultivo se ve afectado porque las malezas compiten por luz, agua y nutrientes, además indica que es hospedero de plagas y enfermedades, convirtiéndose en foco de infección para las plantas.

2.7.10 Escarda

Maydana (2006), anota que la escarda es una actividad de arrancar, sacar los cardos y otras hierbas nocivas. Asimismo, elevar el surco del anegamiento o exceso de humedad en los surcos evitando la pudrición de las raíces de la planta, por otro controla el drenaje del agua en el cultivo.

Además, Fornes (1983), menciona que la escarda se efectúa cuando las plantas han emitido la cuarta hoja y han alcanzado la altura de 8 cm a 10 cm; además de remover el terreno, lo libera de malas hierbas, facilita el drenaje (riego) y acumulando la tierra al pie de las plantas, las protege de los fríos invernales y estimula a producir nuevos brotes que son los más fructíferos, antes que se inicie la floración.

2.7.11 Aporque

JICA (2006), recomienda realizar uno o dos aporques, el primero a los 75 a 80 días después de la siembra y el segundo a realizarse cuando la planta haya alcanzado una altura de 12 a 18 cm, inicio del macollamiento. Para efectuar esta actividad, es necesario tomar en cuenta el estado de tiempo o clima. Por otro lado indica que no se debe aporcar en días muy soleados porque ocasiona una pérdida rápida de humedad en el suelo.

INIAF (2010), alude que es un labor cultural que consiste en elevar y subir tierra al cuello de las plantas de haba, profundiza el surco para facilitar el drenaje y riego, favorecer el desarrollo de la raíz, controlar malezas, airear el suelo y principalmente favorecer el anclaje de las plantas, por medio del macollamiento que permite el desarrollo de mayor

número de tallos, por consiguiente mayor cantidad de vainas por planta; esta actividad se realiza cuando las plantas tienen una altura de 25 a 35 cm de altura.

2.7.12 Eliminación de Plantas Anormales

ORS (2006), anota que para la eliminación de plantas anormales recomienda evaluar permanentemente la parcela para observar el crecimiento de las plantas; así podremos identificar fácilmente si existen plantas enfermas o distintas. Si no se realiza la eliminación de las plantas enfermas pueden contaminar al cultivo. Durante la polinización existirá la mezcla de polen y se producirá granos de diversos colores, formas y tamaños. La producción será desigual y tendrá precios bajos en el mercado.

JICA (2010), consta que esta actividad consiste en la identificación y eliminación de las plantas fuera de normal, que crecen y se vuelven focos de enfermedades como virus, roya, mancha chocolate y alternaría. Es importante observar con regularidad en la parcela e identificar plantas anormales con problemas. Es necesario arrancar estas plantas desde la raíz quemarlas y/o enterrarlas. Estas plantas si no se eliminan constituyen focos de infección y propagación de enfermedades. Otro de los problemas es que al cosechar, alguna semilla de estas plantas enfermas se mezcla con el grano comercial o para semilla, regenerándose o iniciándose con esto nuevamente el mal.

2.7.13 Despunte

INIAF (2010), anota que esta actividad se realiza durante el llenado del grano y consiste en cortar la punta de cada macollo; esta práctica evita el crecimiento excesivo, ayuda al llenado uniforme de granos y una mejor calidad del producto final. Cuando se realiza esta actividad es recomendable desinfectar las herramientas (cuchillos, navajas, estiletes y hoces) con agua y jabón durante esta actividad y finalmente aplicar con aspersion con un fungicida sistémico, para evitar el ingreso de enfermedades por las heridas abiertas en las plantas.

De la misma forma, ORS, JICA y UPCA (2004), mencionan que el despunte es el cortado de las yemas de crecimiento. Se hace cuando la planta ha formado vaina y está en la etapa de llenado de grano. Para esta labor se corta la punta de cada macollo con una tijera. El despunte ayuda a la maduración uniforme del grano y evita el crecimiento excesivo en años lluviosos.

JICA (2010), indica que el despunte es una actividad se realiza en algunos países andinos en donde se cultiva haba y cuando las plantas crecen mucho. Consiste en eliminar los puntos de crecimiento de los tallos, en aquellas plantas muy altas o que están infestadas de pulgón negro. Esta actividad se recomienda hacer durante los meses de septiembre y octubre, eliminando los puntos de crecimiento de la planta. Esta labor permite que los granos se beneficien de los nutrientes y ayuda a una maduración más uniforme (Anexo 9).

2.7.14 Cosecha

MACA (2005), indica que la cosecha es una las labores más importantes que determinan la calidad del producto. Que consiste en recoger el producto (vainas o grano seco) en forma adecuada y sobre todo oportuna. Las labores de cosecha se deben empezar más o menos al octavo mes (240 días) después de la siembra, cuando las plantas cambian de color (amarillento), secado y cayendo (madurez fisiológica).

ORS (2006), indica para el grano seco recomiendan la cosecha a los 75 a 90 días después de la floración y cuando las vainas se tornan negras con síntomas de que comience la dehiscencia o abertura de las vainas. Además, menciona que la cosecha se puede efectuar en dos formas: realizando 2 o 3 recojo de vainas, dejando secar y posteriormente trillar; la más común es el corte de las plantas una vez que haya llegado a la madurez fisiológica.

Los mismos autores, recomiendan la recolección de vainas verdes a los 30 a 45 días después de la floración, preferentemente por las mañanas o bien en las últimas horas de la tarde. La vaina verde debe ser vendida en un máximo de 3 días después de la recolección.

JICA (2010), anota que la cosecha es la operación de campo que se realiza cuando la cantidad y calidad de las vainas está definida por su tamaño y presenta una coloración negra. Esta se estima cuando la semilla se desprende totalmente de la planta y únicamente pierde humedad hasta llegar a un 15%. El haba puede cosecharse para comerse en verde o en grano seco. Del mismo modo, INIAF (2010), anota que la cosecha está determinada por el periodo vegetativo de la variedad, la finalidad del cultivo (vainas verdes o grano seco) y por las condiciones ambientales que prevalecen en la zona de producción.

2.7.15 Post Cosecha

2.7.15.1 Secado

ORS y JICA (2006), indican que el secado sirve para eliminar el agua de los granos hasta llegar a una humedad final de aproximadamente 13%, por tradición el secado siempre fue realizado en el campo y al sol. Con ese nivel de humedad los granos pueden mantener y conservar por más tiempo su calidad nutritiva y su potencial como semilla, siempre y cuando se almacene de forma correcta. Indican también la cantidad de plantas en un emparve (*calchas*), determina el tiempo de secado, mayor cantidad de plantas, mayor tiempo de secado.

JICA (2010), anota que las vainas negras removidas de la planta deben colocarse en un lugar seco y seguro para que las semillas sequen sin ningún problema. Es necesario tomar muy en cuenta las condiciones del lugar de secado para evitar en lo posible el arrugamiento de la testa o capa protectora del grano (Anexo 12). Se debe evitar la oxidación u obscurecimiento de los granos. En Bolivia los agricultores acostumbran poner los granos de haba en sacos negros para evitar que la luz oxide o ennegrezca el grano. A mayor luz, el grano se torna rojo oscuro.

2.7.15.2 Trillado

INIAF (2010), menciona que el trillado consiste en separar los granos secos de las vainas mediante presión o golpes, se la puede realizar de las siguientes formas: Tradicional, la cual se realiza pisando las plantas secas con animales medianos, burros o mulas; asimismo esta actividad puede realizarse golpeando las vainas con un palo. Para evitar daños en la semilla y/o grano, se recomienda realizar volteos continuos, es recomendable realizar esta actividad sobre superficies relativamente amortiguadas, vale decir sobre pasto tierra suelta. Mecanizada, esta actividad se la realiza por medio del uso de equipos especializados que permiten realizar el trillado y venteado, entregando un producto limpio, haciendo que este trabajo no sea tan moroso y principalmente descongestiona la mano de obra utilizada en esta tarea.

De igual manera, ORS (2006), menciona el trillado es separar los granos secos de las vainas mediante la presión o golpes, en forma tradicional, haciendo pisar las plantas secas con animales medianos como equinos, también golpeando con un palo (*jawq'aña*).

Esta labor se realiza en los meses de junio o julio, dependiendo del lugar y factor climático.

2.7.15.3 Venteado

JICA (2010), mencionan que una vez realizado el desgranado total, con el venteado se logra separar los granos de la paja. Con la ayuda de escoba es importante limpiar los tallos y la paja gruesa que el viento no logra separar. El venteado manual, consiste en aprovechar los vientos fuertes de las tardes y de esta manera obtener los granos limpios de toda impureza.

2.7.15.4 Selección

ORS (2006), menciona que la labor de selección se puede realizar manualmente, apartando los granos buenos de todos aquellos que tengan las siguientes características: granos dañados, granos afectados por plagas, granos oxidados, granos de otros colores o variedades y material extraño (desechos).

JICA (2010), anota que al seleccionar aquellos granos que han sido dañados por el trillado, afectados por falta de maduración, quebrados, semillas de otra variedad (variación de color), testa, arruga y otros. Asimismo, INIAF (2010), menciona que esta labor se puede realizar manualmente seleccionando o separando los granos partidos, deformes, inmaduros, granos de otro color y otros materiales como paja, piedras, semillas de malezas para obtener un producto limpio y de calidad. Los granos enfermos, partidos o con daño de insectos pueden convertirse en focos de infección sobre todo durante el almacenamiento.

2.7.15.5 Almacenamiento

MACA (2005), menciona que el almacenamiento es el manejo después de la cosecha de grano seco del haba, se realiza con objeto de protegerlo por un periodo adecuado hasta el momento de ofrecer al consumidor. Entre los factores más importantes que determina el deterioro de los granos en almacén entre ellos tenemos: humedad relativa, temperatura, insectos, hongos y roedores. El haba como semilla debe ser almacenada en un lugar fresco donde el grano mantenga un 10% de humedad, con una buena ventilación y esto se logra manteniendo el ambiente entre 45 y 50% de humedad relativa.

INIAF (2010), alude que el almacenado debe realizarse en un ambiente seco, ventilado, oscuro y limpio, se debe evitar la humedad del piso y paredes, mejor si el piso fuese de cemento, de tal suerte que permitan mantener la humedad de la semilla por debajo del 13%. Cuando no se almacena bien nuestro producto pueden atacar plagas como gorgojos y polillas, también pueden atacar plagas mayores como ratones; para evitar el ataque de estas plagas no se debe almacenar al aire libre.

2.8 Rendimiento

Surco (2009), anota los rendimientos en promedios de 1.12 a 2.7 t/ha en grano seco de haba. Además, Maydana (2002), menciona en la investigación realizada en el control de mancha chocolate con los extractos naturales en región de altiplano boliviano, obtuvo un rendimiento de grano seco 3.7 t/ha. Asimismo, Mamani (2011), anota el rendimiento promedio de grano seco de 4.21 t/ha, en siembra de dos semillas por golpe en distancia entre surcos 70 cm. Por otro lado, Camarena *et al.* (2000), mencionan que en la producción extensivo del cultivo de haba han reportado un rendimiento en vaina de 6 a 8 t/ha.

2.9 Mercado y Comercialización

2.9.1 Mercado

CANEB (2012), anota que el haba es un tradicional alimento, conquista un creciente prestigio internacional por sus extraordinarias propiedades nutritivas y constituye un producto de exportación altamente prometedor para Bolivia. Asimismo, señala que en la gestión 2011, Bolivia exportó 1.6 millones de dólares con un volumen de 1.8 mil toneladas y hasta septiembre de 2012 se exportó cerca de 579.500 dólares con un volumen de 602 toneladas, siendo sus principales destinos: Italia, Estados Unidos, Japón, Portugal y Francia. Además, Balderrama *et al.* (2006), certifican que “las exportaciones Bolivianas de haba seca no llegan al 1% del mercado internacional en los años 1999 a 2004” (Anexo 22).

2.9.2 Comercialización

Balderrama *et al.* (2006), mencionan que en los mercados de la ciudad de La Paz existen un grupo de acopiadores que no asisten a las ferias tradicionales en las provincias. Sin embargo, poseen importantes cantidades de este grano en mercados ciudadanos como el

mercado Uruguay. El conjunto de acopiadores efectúan una preselección de los granos de haba seca para poder venderlo a las empresas exportadoras y ellos venden a los mercados internacionales (Perú y Japón).

2.10 Usos y Beneficios de Haba

PROINPA (2001), revela que el consumo de éste grano en la alimentación humana, es principalmente en estado verde y en menor cantidad en estado seco, es un acompañante de casi todas las comidas que se preparan en el área andina del país. Paralelamente el follaje es para la alimentación de ganado; además se usa como abono verde.

2.11 Costos de Producción

Esprella *et al.* (2004), manifiestan que en la región de Batallas, provincia Los Andes, el costo de producción de una hectárea es de Bs 7783 y obtienen un beneficio neto de Bs 2061. En estos costos de producción la mayor inversión se encuentra en la fertilización del terreno, con estiércol de diferentes animales (vaca y oveja), la compra de semilla se realiza de las ferias locales.

MACA (2005), alude que el costo de producción de haba verde en el departamento de Potosí con tecnología tradicional es 394.67 \$us por hectárea, mientras en el departamento de Cochabamba es 589.72 \$us por hectárea.

2.12 Cadena productiva del cultivo de haba

Balderrama *et al.* (2006), mencionan que el cultivo haba es una leguminosa de la zona andina de Bolivia que produce granos, que luego de secados se destinan al consumo interno y a la exportación; esta etapa final es una consecuencia de las actividades de diversos actores, los cuales se interrelacionan de diferentes maneras y con diferentes características. El conjunto de estos actores o eslabones y su relacionamiento, conforman la cadena agroalimentaria del haba de altura (Anexo 21).

2.13 Principales Plagas y Enfermedades del Cultivo de Haba

2.13.1 Plagas

ORS (2006) y Villarroel (1997), mencionan las siguientes plagas: ticona o gusano cortador (*Sitona lineatus* L.), pulgón (*Myzus fabae*) y (*Aphis fabae*), trips (*Kakotrips robustus* Uzell),

mosca minadora (*Liriomyza sp.*), mosca barrenadora (*Melanogra myzalini*). Además, JICA (2010), anota la principal plaga del haba, que son los pulgones negros. Estos insectos polífagos atacan gran variedad de plantas, siendo uno de los cultivos más afectados.

2.13.2 Enfermedades

JICA (2006), Maydana (2006) y Villarroel (1997), mencionan las siguientes enfermedades: mancha chocolate (*Botrytis fabae* Sardiña), mancha negra (*Alternaria alternata*), antracnosis del haba (*Colletotrichum viciae*), roya (*Uromyces fabae*), fusarium (*Fusarium spp.*), mildiu del haba (*Peronospora viciae*), mancha sangrienta (bacteria Basillos Gram +), mosaico de las hojas de haba, mosaico estriado, mosaico azulado y enanismo de haba. Sin embargo para control fitosanitario los mismos autores recomiendan el uso de productos preventivos y extractos naturales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Chirapaca – Batallas (Anexo 1), provincia Los Andes del Departamento de La Paz, geográficamente está situada entre las coordenadas 16° 18' Latitud Sur y a 68° 33' Longitud Oeste; con una altitud de 3865 m.s.n.m.; a 55 km de la Ciudad de La Paz, Figura 1 (Instituto Geográfico Militar, Carta Nacional, 2005).



Fuente: IGM (2005)

Figura 1. Ubicación geográfica de la parcela experimental (Chirapaca, Batallas)

3.2 Características climáticas

3.2.1 Temperatura

Según la estación meteorológica del municipio de Batallas – Chirapaca, presentó una temperatura máxima de 16.6°C y una mínima de -4.3°C, con una temperatura promedio de 8°C. Las temperaturas mínimas se presentan entre Mayo a Agosto y la más baja se presenta en el mes de Julio con -4.3°C que es aprovechado para la elaboración de productos deshidratados, Anexo 23, (PDM, 2010).

3.2.2 Precipitación

Las precipitaciones se presentaron desde el mes de Diciembre a Marzo, con mayor intensidad en Enero alcanzando los 111.3 mm promedio (Anexo 24). Las de menor intensidad se encuentran en los meses de mayo a agosto con una precipitación nula en Julio. Con referencia a la nubosidad esta se presenta en un 44%, en el mes de noviembre es el más cálido, (PDM, 2010).

3.2.3 Humedad Relativa

La humedad relativa promedio de dos gestiones anteriores indica una mayor humedad en Diciembre, Enero, Febrero y Marzo (Anexo 25).

3.2.4 Vientos

La presencia de vientos en la zona se caracteriza por tener dirección Norte y Noroeste, aun en el transcurso del día en la zona altiplánica y existe tendencias de rotación de los vientos (PDM, 2010).

3.2.5 Topografía y Suelo

3.2.5.1 Topografía

La zona presenta una topografía que es accidentada, con depresiones profundas y semiprofundas, originando ríos naturales de agua dulce por efecto de los deshielos de la cordillera de Los Andes que desembocan al lago Titicaca. Además, presenta montañas y serranías con una serie de micro cuencas (PDM, 2010).

3.2.5.2 Suelo

En la zona por el uso intensivo de que es objeto y también al poco periodo de descanso, se observa que son suelos agotados con muy poco de materia orgánica, que afecta al estado de agregación de las partículas, sumando a esta situación con la costumbre de extraer el máximo posible de los restos de cosecha y los desechos orgánicos de los animales. Técnicamente se menciona que los suelos son moderadamente profundos con rocosidad superficial, textura franco arcillosa y clasificados como Cambisoles y Regosoles (PDM, 2010).

En cuanto a los nutrientes básicos como el nitrógeno y fósforo, se encuentran en relaciones de baja a muy baja, lo que se manifiesta en el poco crecimiento de ciertos cultivos que dan rendimientos mínimos.

El pH de los suelos generalmente es neutro con la tendencia a básico en las capas más profundas, pese a esto se los considera suelos buenos desde el punto de vista agrícola. El total de las bases intercambiables, es alto, con poca capacidad de intercambio catiónico, lo cual repercute en la eficiencia de fertilización química que se quiere incorporar sin asociar el uso de la materia orgánica.

3.2.5.3 Grados de erosión del suelo

PDM (2010), anota que la degradación de suelos es debido a la pérdida de cobertura vegetal presentes en los suelos, los factores que han incidido en este aspecto son:

- El sobre-pastoreo, por el incremento de la población ganadera por unidad de superficie.
- Fraccionamiento de la tierra (menor superficie por familia).
- Pérdida de las áreas de pastoreo por degradación de los suelos.
- Mal manejo (quemadas, extracción para leña de arbustos, etc.)
- Reducción del periodo de descanso.
- Cambio del uso de la tierra.

3.2.5.4 Prácticas y superficies recuperadas

Algunas prácticas de conservación de suelos realizadas por los agricultores son:

- Rotación de cultivos

- Siembra en surcos en contorno
- Cultivos en franja
- Labranza conservacionista.

3.2.5.5 Características Agroecológicas

Según PDM (2010):

Las especies forestales de la zona están como: *Pinus radiata*, *Eucalyptus* sp, *Salix babylonica*, *Schinus molle*, *Populus* sp, *Buddleja diffusa* y *Cupresus macrocarpa*.

Las especies arbustivas y herbáceas predominantes son: *Festuca dolichophylla*, *Lupinus ballianus*, *Senecio cliviculus*, *Jarava ichu*, *Cortaderia selloana*, *Lepidophyllum cuadrangulares*, *Tetraglochin cristatum*, *Sonchus oleraceus*, *Arctium lappa*, *Solanum nitidum*, *Bidens andicola*, *Brassica campestris*, *Brassica rapa*, *Parastrephya lepidophylla*, *Scirpus rigidus*, *Lachemilla pinnata*, *Trifolium amabile*, *Stipa Obtusa* y *Erodium cicutarium*.

Las principales especies agrícolas: *Vicia faba*, *Solanum tuberosum*, *Chenopodium quinoa*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Oxalis tuberosum*, *Tropaeolum tuberosum*, *Pisum sativum*, *Ullucus tuberosum* y *Triticum aestivum*.

Entre las especies hortícolas están: *Lactuca sativa*, *Brassica napus*, *Daucus carota*, *Allium cepa*, *Raphanus sativus* y *Petroselinum hortense*.

3.3 Materiales

3.3.1 Material Vegetal

- ✓ Semilla de haba, variedades: Gigante Copacabana y Usnayo.

3.3.2 Material de campo.

- ✓ Dos picotas
- ✓ Dos chuntillas
- ✓ Un rastrillo
- ✓ Una cinta métrica (50 m)
- ✓ Una regla (30 cm)
- ✓ Estacas para marcar (72 unidades)
- ✓ Cal para marcar (10 kg)
- ✓ Letreros (36 unidades)
- ✓ Dos cuerdas (100 m)
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Un tablero
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Estiércol de ovino
- ✓ Estiércol de bovino
- ✓ Estiércol de equino

3.3.3 Material de Escritorio y Gabinete

- ✓ Papel bond
- ✓ Flash memory
- ✓ Bolígrafos
- ✓ Equipo de Computación
- ✓ Calculadora

3.3.4 Material de Laboratorio

- ✓ Balanza analítica para vegetales (0.01g)

3.4 Metodología

3.4.1 Investigación de Campo

3.4.1.1 Establecimiento de la Parcela Experimental

a) Labores de la Parcela Experimental

- **Preparación del terreno.** Se realizó la remoción y desterronado del suelo con maquinaria agrícola (tractor) un mes antes de la siembra (julio). Además, se hizo el mullido y nivelado de las parcelas experimentales para que las semillas puedan emerger en forma uniforme, que está estrechamente relacionada con la humedad del suelo.
- **Muestreo de suelo.** Se tomó muestras de suelo para el análisis de laboratorio, una vez que el terreno estaba preparado para la siembra del cultivo, con la finalidad de obtener una representatividad de nutrientes en el suelo: nitrógeno, fósforo, potasio, carbón orgánico, materia orgánica, calcio, magnesio, sodio, acidez intercambiable, cobre, hierro, manganeso y zinc (Anexo 26).
- **Abonado.** Se incorporó fertilizantes orgánicos a chorro continuo en surcos y en dos variedades de haba, estiércoles de ovino, bovino y equino, con 15 t/ha según el diseño y en parcelas experimentales, Anexo 29: (estiércol por surco 4.14 kg; estiércol por unidad experimental 24.84 kg; estiércoles por bloque 149.04 kg; de cada fuente orgánica 198.72 kg; total de estiércol de ovino, bovino y equino 596.16 kilogramos).
- **Siembra.** Se efectuó en surcos abiertos depositándose una semilla por golpe, la distancia entre surcos de 0.60 m y entre plantas de 0.30 m a una profundidad de 15 centímetros, según la práctica de los agricultores (Anexo 32). La apertura de surcos se efectuó con yunta. La semilla utilizada fue procedente de la Asociación de Productores de Haba (APROHABA) de la comunidad de Chirapaca, Variedades Gigante Copacabana y Usnayo.
- **Riego.** Ante la necesidad de efectuar riego se utilizó el suplementario por inundación, debido a que la precipitación en esta zona no alcanzó los valores dentro del promedio normal del lugar de ensayo (Anexo 24). Además, Llanos (1984), anota los

requerimientos y/o exigencias de agua consideradas normales en todo su ciclo vegetativo del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) oscilan entre 500 a 800 mm.

- **Deshierbe.** Se efectuó esta labor con la eliminación de las hierbas malas: mostaza (*Brassica campestris*), trébol (*Trifolium pratense*), diente de león (*Taraxacum officinale*), bolsa bolsa (*Capsela bursapastoris*), q'ora (*Tarasa tenella*), reloj reloj (*Erodium cicutarium*) y cebadilla (*Bromus unioloides*)), para evitar la competencia de agua y nutrientes en las plantas, además el ataque de plagas y enfermedades en las fases de macollamiento y floración.
- **Aporque.** Se realizó a los tres meses (90 días) después de la siembra. Esta labor consistió en elevar y subir tierra a la base del tallo de las plantas de haba.
- **Control de plagas y enfermedades.** Se efectuó, el control en cuatro oportunidades en la fase de emergencia y macollamiento porque en la zona de estudio proliferan con intensidad las plagas y enfermedades, para esto se empleó productos preventivos cal con ceniza en dos oportunidades (1 kg de cal y 1 kg de ceniza / 10 L de agua y a esta se mezcló con agua a un aspersor de 20 L), en cuanto a algunas plantas han mostrado síntomas de mancha chocolate (*Botrytis fabae*) y mancha negra (*Alternaria alternata*) los cuales se usó de manera intercalada con productos químicos Mancozeb con una dosis de 120 g / 40 L de agua en la fase de macollamiento en dos oportunidades. Asimismo se presentaron dos plagas importantes; Pulgones (*Aphis fabae*) en la etapa de floración, Ticona (*Spodoptera sp.*) se presentó en la fase de grano lechoso, controlando con extractos naturales (Anexo 4).
- **Cosecha, Secado y Trillado.** La cosecha se efectuó manualmente a los 8 meses (240 días) una vez que la planta alcanzó su estado de madurez, después se procedió al emparve para el secado al sol (Anexo 12), formando calchas, posteriormente tapando con pajas para evitar que las heladas, lluvias, dañen o echen a perder los granos (Anexo 10). El trillado se efectuó con la separación de tallos, vainas secas a los granos de haba, una vez que hayan secado.

b) Variables Experimentales

- Estiércol de ovino, bovino y equino
- Variedades de haba

c) Aplicación de tratamientos

Factor F: Fertilización orgánica

- F₁: Estiércol de ovino
- F₂: Estiércol de bovino
- F₃: Estiércol de equino

Factor V: Variedades de haba

- V₁: Gigante Copacabana
- V₂: Usnayo

d) Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental, Bloques Completos al Azar con arreglo factorial de 3 x 2 y 4 repeticiones (Anexo 30 y 31), donde se ensayó dos factores (Calzada, 1982).

e) Modelo Estadístico

El análisis de resultados se realizó de acuerdo al siguiente modelo estadístico (Calzada, 1982).

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- X_{ijk} = Una observación cualquiera
- μ = Media general o poblacional
- β_k = Efecto del k-esimo bloque
- α_i = Efecto del i-esimo nivel de fertilizante
- γ_j = Efecto de la j-esimo variedad de haba
- (αγ)_{ij} = Efecto del i-esimo nivel de fertilizante con la j-esima variedad de haba
- ε_{ijk} = Error experimental

Dónde:

- i = Tipo de fertilizantes
- j = Variedades de haba
- k = Bloques o repeticiones

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANVA), para establecer las posibles interacciones entre los factores. Para interpretar el ANVA se observó solamente la columna promedio mayor al valor de p ($Pr > F$). Cuando $p > 0.05$ es no significativo, si en $p < 0.05$ es significativo y si $p < 0.01$ es altamente significativo. Para una mejor información se realizó la prueba estadística de Cuadrados Mínimos Medios con el programa Sistema de Aplicación Estadística (SAS) versión 9.2.

f) Variables de Respuesta

Las variables de evaluación son:

- Variables Fenológicas

i) Días a la emergencia. Para determinar este parámetro se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta el momento de la emergencia (Anexo 28). Al igual que, Ichuta (2009), anota los días pasados desde la siembra hasta el momento de la emergencia a los 35 días transcurridos para ver esta fase fenológica en cada unidad experimental.

ii) Días al macollamiento. Para determinar esta cuantificación se contabilizo macollos (tallos) a partir de la siembra y emergencia de las plantas. Igualmente, Mamani (2011), anota que para determinar este parámetro se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra, observando esta fase fenológica en cada unidad experimental.

iii) Días a la floración. Se contabilizo los días transcurridos desde la siembra realizada hasta el inicio de la floración en donde se hizo el conteo por planta, en cada unidad experimental obteniendo el porcentaje de floración. Asimismo, Choque (2005), señala para determinar este parámetro se anotó días pasados desde la siembra hasta la floración.

iv) Días al envainado. Se anotó del primer y segundo segmento de cada una de las parcelas experimentales. Al igual que, Mamani (2011), anota que para determinar este dato se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra en las unidades experimentales.

v) Días al llenado de legumbres (Granos). Se contabilizaron el porcentaje de llenado de grano en cada unidad experimental. Igualmente, Ichuta (2009), anota que realizó el conteo, días transcurridos a partir de la siembra.

- **Variables Agronómicas**

De cada unidad experimental se identificó muestras aleatoriamente de diez plantas, tomando en cuenta los efectos de borde y cabeceras. Los variables se revelan a continuación:

i) Altura de la Planta. Se efectuó mediciones en la fase de madurez de la planta, computando en centímetros con la ayuda de un flexómetro, desde la base del tallo hasta el ápice de la planta (Anexo 13). Igualmente, Ichuta (2009), realizó la medición al inicio de la floración, para lo cual se consideraron al azar 10 plantas por unidad experimental. Las mediciones se realizaron desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja apical del tallo.

ii) Número de Macollos por Planta. Se contabilizó datos de la última evaluación, cuando las plantas han alcanzado su madurez fisiológica (Anexo 14). Por otra parte, Erazo (2011), contó el número de tallos por planta, de las diez plantas seleccionadas de cada una de las parcelas netas y expreso en número de tallos por planta.

iii) Longitud de Vaina. Se midió 10 vainas por planta del segundo segmento aleatoriamente, cuando han tenido legumbres maduras, utilizando una regla de 30 cm (Anexo 15). De la misma forma, Lopez (2000), anota que la medición se realizó tomando 10 vainas de diez plantas al azar dentro del área útil de cada parcela experimental, se consideró las vainas de los primeros racimos (basales).

iv) Número de Vainas por Planta. Se cuantificó las vainas de las plantas muestreadas de cada unidad experimental, una vez que todas las plantas han obtenido vainas en sus tres segmentos (Anexo 16). Asimismo, Ichuta (2009), anota que una vez terminada la fase fenológica del cultivo de haba se realizó la contabilización de número de vainas por planta, no se consideraron las menos de 2 cm de longitud, según la metodología de clasificación propuestos por la Oficina Regional de Semillas.

v) Peso de 100 Granos. Se tomó aleatoriamente 100 granos, luego se pesó utilizando balanza analítica de precisión (0.01 g), de cada tratamiento contabilizando en gramos (Anexo 17). Asimismo, Ciancas (2006), utilizó la variable peso de 100 granos comparando entre tratamientos.

vi) Rendimiento de Grano Seco. Se efectuó el pesaje de grano seco de cada planta en muestra, utilizando balanza analítica de precisión en gramos, luego se obtuvo promedio de cada tratamiento y bloque. El rendimiento obtenido es transformando en t/ha (Anexo 18). Por otra parte, Paredes (2007), establece que una vez logrado los datos de rendimiento del área útil de cada parcela experimental se proyectó el potencial de rendimiento a toneladas por hectárea (t/ha).

- **Variables Económicas**

Para determinar la relación Beneficio Costo en rendimiento del cultivo de haba con la aplicación de diferentes abonos orgánicos y en dos variedades de haba, se efectuó de acuerdo a las recomendaciones por CIMMIT (1988), tomando en cuenta los costos de producción como: mano de obra, preparación del terreno, incorporación de estiércoles, siembra, labores culturales, control fitosanitario, cosecha y post cosecha (Anexo 19), considerando los siguientes indicadores:

1) Costo total. Los costos fijos, constituyen la suma de los costos fijos y los costos variables correspondientes a un proceso productivo. Para el cálculo del costo se consideró costos de preparación de suelo, siembra, labores culturales, cosecha y post – cosecha.

$$\text{Costo total (Bs/ha)} = \text{costos fijos (Bs/ha)} + \text{costos variables (Bs/ha)}$$

2) Costos variables. Los costos que varían son los costos por hectárea, relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y el alquiler de la maquinaria que varían de un tratamiento a otro.

2.1) Beneficio neto. Para determinar el beneficio neto del cultivo se calculó la siguiente relación:

$$\text{Beneficio neto (Bs/ha)} = \text{valor del producto (Bs/ha)} - \text{costo total (Bs/ha)}$$

2.2) Relación Beneficio/Costo. Para obtener esta relación se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\text{Beneficio Neto Bs}}{\text{Costo Total Bs}}$$

Indica el beneficio que se obtiene, mediante la siguiente relación:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} > 1 \text{ existe rentabilidad}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = 1 \text{ no existe perdida ni rentabilidad}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} < 1 \text{ existe perdida}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Días a la Emergencia

La emergencia del cultivo de haba (*Vicia faba* L.), manifestó al 100% de plantas emergidas a los 35 días Gigante Copacabana y 38 días en Usnayo después de la siembra (Anexo 2), aspecto que es coincidido por Paredes (2007), indica que la emergencia del cultivo de haba acontece a los 30 y 45 días desde la siembra del cultivo. Al respecto, Morales (2000), afirma que la emergencia se incrementa con el aumento de la humedad en el suelo, etc. Sin embargo, Alba (1995), señala que la disponibilidad de los nutrientes exclusivamente orgánicos puede limitar el estado nutricional de los granos. Es atribuida a la disponibilidad de los nutrientes y la humedad. Contrariamente, Mamani (2011), señala que en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.), mostró el 100% de las plantas emergidas a los 48 días después de la siembra.

Calle (2009), obtuvo la emergencia del mismo cultivo a los 28 a 35 días en la investigación efectuada sobre el efecto del tamaño de la semilla en el rendimiento de haba (*Vicia faba* L.) del ecotipo “Gigante de Copacabana” en región del altiplano norte, mismo es demostrado con la investigación realizada. Al mismo tiempo favorecer los factores abióticos como la temperatura y radiación solar que inciden directamente en el fotoperiodo del cultivo de haba. Del mismo modo, Orellan (1991), señala el fotoperiodo óptimo para la emergencia de haba, generalmente está en el orden de 11 a 12 horas de duración.

Contrariamente, Ichuta (2009), obtuvo días a la emergencia en el mismo cultivo a los 30 días en el estudio realizado en la región del altiplano norte. Esta contradicción se debe al lugar de la investigación, la influencia de los factores climáticos, falta de riego, la baja fertilidad del suelo, variedad o ecotipo, tamaño de la semilla en la siembra, época de siembra.

Del mismo modo, Aguilar (2001), indica que los factores ambientales como la humedad, el suelo, luz, temperatura y oxígeno principalmente influyen en la emergencia del cultivo de haba, también la época de siembra interviene en cada región en donde se cultiva este especie. Además, Horque (1990), establece que el haba puede soportar temperaturas bajas, hasta de -2°C, requiriendo 6°C para la germinación y una temperatura mínima de

10°C. El haba es una planta sensible a la sequía, sobre todo entre la floración y el cuajado de vainas.

Galeshi *et.al.* (2001) citado por Calle (2009), menciona que el tamaño de la semilla induce a las variaciones en la germinación y emergencia en plántulas de un mismo genotipo en la primera etapa del cultivo, la ventaja de la semilla grande es la capacidad de promover energía más rápidamente para el crecimiento.

4.2 Días al Macollamiento

El macollamiento aconteció a 62 días Gigante Copacabana y 65 días Usnayo posteriormente de la siembra en todas las unidades experimentales, es decir a los 27 días a partir de la emergencia (Anexo 3). Asimismo, Mamani (2011), anota que el macollamiento del haba ocurrió a los 64 días después de la siembra en todas las unidades experimentales, es decir a los 31 días a partir de la emergencia, este dato concuerda con el estudio realizado. Al respecto, Centellas (1999), señala que el macollamiento se debe a la proporción de macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes (Ca, Mg), que ayudan a enriquecer el suelo además proporciona a la planta cierta concentración de nitrógeno y fosforo que acelera la división celular.

JICA (2006), obtuvo valores de macollamiento del cultivo de haba a los 30 días después de la emergencia en la región del altiplano, este dato obtenido concuerda con el presente trabajo de investigación. Al respecto, INIAF (2010), menciona para el macollamiento la humedad debe ser ligera para la estimulación del crecimiento de las raíces y evitar su crecimiento superficial; los riegos deben ser algo distanciados y ligeros.

Por otra parte, Ichuta (2009), indica que el macollamiento ocurre a los 45 días a partir de la siembra. Esta contradicción se debe al lugar de la investigación, la influencia de factores climáticos, suelo, variedad o ecotipo, época de siembra, etc.

Por tanto en relación a días de macollamiento, la fertilización efectuada con estiércoles (ovino, bovino y equino) sí influyó en la ramificación de las plantas ya que el nitrógeno, fosforo y potasio ayudaron en el crecimiento, formación, desarrollo y fortalecimiento de las raíces. La existencia de esta variación con los autores mencionados se debe a diferentes regiones del altiplano norte y la influencia de diversos factores climáticos, suelo, fertilidad, variedad o ecotipo, tamaño de la semilla y época de siembra.

4.3 Días a la Floración

La floración colmada (llena de flores) del cultivo de haba (*Vicia faba* L.), al 100% en las parcelas experimentales pasó a los 95 días Gigante Copacabana y 98 días en Usnayo (Anexo 5). A diferencia con el estudio, INIAF (2010), obtuvo la floración a los 120 días desde la siembra en la región de Copacabana del Departamento de La Paz. Esta diferencia se debe al lugar de la investigación, la influencia de factores climáticos, suelo, época de siembra, etc.

Choque (2005), obtuvo la floración en el mismo cultivo a los 85 días para “Pairumani 5”, 83 días para “Cumana” y “Toralapa”, 85 días para “Criollo” y a los 64 días para “Pairumani”. Por otra parte, Mamani (2011), señala que la floración plena del cultivo de haba al 100% aconteció a los 103 días después de la siembra, siendo totalmente desigual al presente estudio.

Horque (1990), manifiesta que el cultivo de haba requiere una temperatura mínima de 10°C durante la floración para evitar caídas o abortos de las flores. Asimismo, Paredes (2007), indica que existe una alta correlación entre los días a la floración, mientras más tarda en emerger más tiempo demorará en alcanzar la floración, por el contrario si una planta emerge antes, esto implica que tendrá también una floración temprana.

Calle (2009), señala que las variaciones ambientales como el exceso o defecto de agua, el cambio en el régimen de vientos o las sales minerales del suelo, causan estrés a la planta, funcionan como señales que desencadenan respuestas de supervivencia, adelantando o retrasando la floración.

Por tanto, sí existe variación en días a la floración del cultivo de haba con autores mencionados, esto se debe a la aplicación de diferentes estiércoles en el ensayo (Anexo 27). La existencia de esta variación con los autores citados se debe a diferentes regiones del altiplano norte y la influencia de diversos factores: clima, humedad, fertilidad del suelo, variedad o ecotipo, tamaño de la semilla, época de siembra, variedad o ecotipo.

4.4 Días al Envainado

El envainado del cultivo de haba, del primer y segundo segmento ocurrió a los 115 días en Gigante Copacabana y 120 días en Usnayo desde la siembra en cada una de las parcelas experimentales. Estos datos fenológicos se contabilizaron por días transcurridos

desde la siembra (Anexo 6). Asimismo, Ichuta (2009), confirma que los días al envainado suceden a los 65 y 120 días en la región del altiplano norte de La Paz, siendo que este dato, similar al presente estudio. Al respecto, Rodríguez (1991), señala que pasada la polinización y la fecundación, las flores se marchitan y se desprenden, con la afluencia de la savia a través del pedúnculo, inicia un crecimiento activo y poco a poco adquiere la forma y estructura definitiva de una vaina.

Contrariamente, JICA (2006), anota que la formación de vainas ocurre a los 105 días a partir de la siembra. Asimismo, Mamani (2011), anota que el envainado del primer y segundo segmento del cultivo de haba ocurrió a los 125 y 128 días desde la siembra en las parcelas experimentales. Los datos reportados de esta investigación son totalmente diferentes con los resultados obtenidos, esta diferencia se debe al lugar de la investigación, la influencia de factores climáticos, suelo, variedad o ecotipo, época de siembra, etc.

Por otra parte, INIAF (2010), señala el envainado de las plantas ocurre a los 160 días desde la siembra, a diferencia de los datos obtenidos en el presente estudio, sí influyó la incorporación de nutrientes efectuados (estiércol) en el suelo, dando que esto envaine rápidamente. Así también, los nutrimentos en diferentes estiércoles (Anexo 27), ayudaron en el buen desarrollo de las hojas, tallos, flores, vainas, raíces y mejorando la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en invierno.

4.5 Días al Llenado de Legumbres (Granos)

El llenado de legumbres (Granos) en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) al 100% aconteció a los 148 días en Gigante Copacabana y 150 días en Usnayo después de la siembra en cada una de las parcelas experimentales (Anexo 7). Asimismo, Mamani (2011), anota que el llenado de legumbres en el cultivo de haba al 100% ocurrió a los 150 días después de la siembra en las parcelas experimentales en condiciones de altiplano norte, aspecto que es corroborado con el presente estudio. Al respecto, Rodríguez (1991), señala las operaciones de formación de fruto y de semillas se efectúan paralelamente; pasando la polinización y la fecundación, las flores se marchitan y se desprenden del tálamo; los pétalos, estambres e inclusive el estilo y estigma se atrofian o llegan a secarse.

Contrariamente al estudio, Ichuta (2009), registró el porcentaje del llenado de grano en cada unidad experimental a los 120 días acontecidos a partir de la siembra, siendo este

dato totalmente diferente al presente estudio, esta diferencia se debe a la influencia de factores como; suelo, clima, humedad, variedad o ecotipo, época de siembra. Al respecto, INIAF (2010), menciona al Llenado de Legumbres (Granos) es el periodo más crítico por su gran demanda de agua, debido a que las plantas alcanzan un gran tamaño y se incrementa la superficie foliar (mayor transpiración), por lo que la disponibilidad de agua debe ser constante.

Por tanto, en relación a días al Llenado de Legumbres (Granos) del cultivo de haba, sí influyó la incorporación de estiércoles (ovino, bovino y equino), obteniendo mejores resultados a diferencia de Ichuta. Sin embargo, Peña (2001), señala que los principales parámetros que afectan al llenado de la vaina son la radiación, la temperatura del aire, la humedad atmosférica y la velocidad del viento.

4.6 Altura de la Planta

En el Análisis de Varianza realizado para el altura de planta (Cuadro 9), se anota que en la variable independiente tipo fertilizante presentó diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), es decir que de los fertilizantes orgánicos utilizados sí influyeron en la altura de las plantas en ambas variedades. En cuanto a la variedad se observó que no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), es decir que la variedad no influye en el tamaño de la planta, y en la interacción fertilizante por variedad no muestra diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) es decir no existe una relación dependiente entre estas dos variables.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable altura de la planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P.
Fertilizante	3	917.2175	305.7392	3.04	0.0487 *
Variedad	1	3.0013	3.0013	0.03	0.8644 NS
Fertilizante*Variedad	3	94.5163	31.5054	0.31	0.8159 NS
Error	24	2417.0850	100.7119		
Corrección Total	31	3431.8200			
* Significativo (0,05)					
NS No Significativo					
C.V. 9.78 %					

En la Figura 2, se detalla la prueba de Cuadrados Mínimos Medios al 5 % de significancia, para la interacción fertilizante por variedad en la variable altura de planta, en el histograma se observa que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tres fertilizantes utilizados (ovino, bovino y equino) combinados con las dos variedades de

haba, es decir que los tres fertilizantes influyeron en el crecientito de las plantas en ambas variedades, mas no así con en el testigo en ambas variedades, al ser significativo el testigo con los tratamientos con estiércol en ambas variedades.

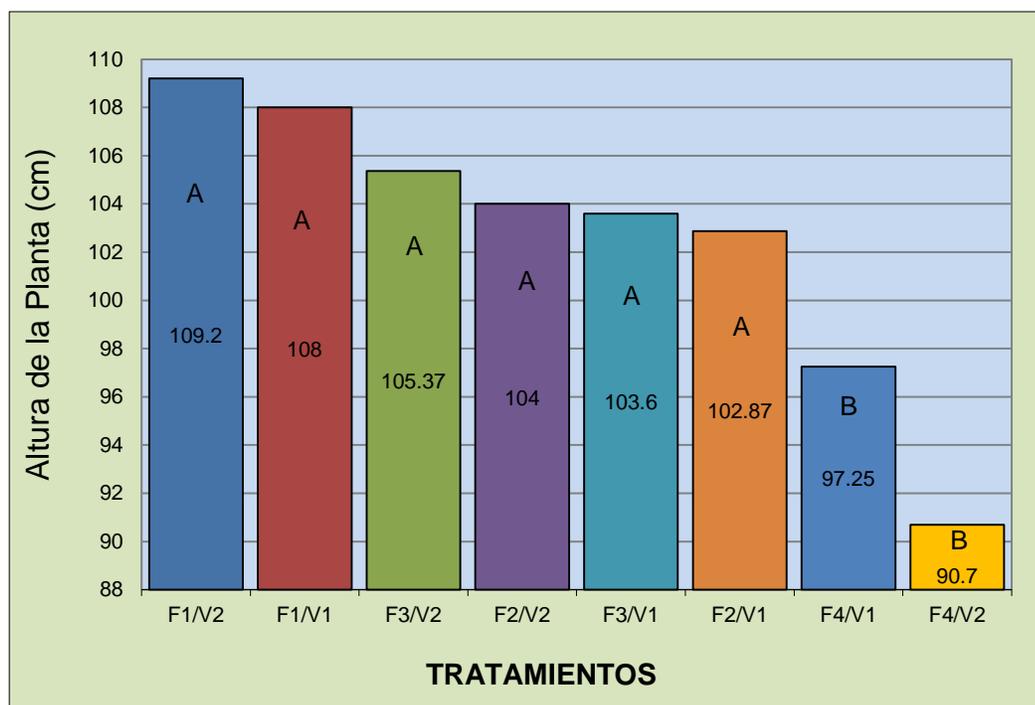


Figura 2. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para la variable altura de la planta

Por otro lado, no reportó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con 109.2 cm; F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con 108 cm; F_3/V_2 (equino/Usnayo) con 105.37 cm; F_2/V_2 (bovino/Usnayo) con 104 cm; F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 103.6 cm; F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con 102.87 cm. Pero si existen diferencias estadísticas significativas entre F_1 (ovino), F_2 (bovino) y F_3 (equino) con F_4 (testigo), Figura 3. Reportando los testigos menores tamaños: F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana) con 97.25 cm; F_4/V_2 (testigo/Usnayo) con 90.7 cm.

En la Figura 3, de acuerdo a Duncan tipo de fertilizantes, para la variable de estudio altura planta, se puede observar que entre los fertilizantes utilizados F_1 (ovino), F_3 (equino) y F_2 (bovino) no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que entre estos fertilizantes la altura de planta fue similar, asimismo entre F_2 (bovino) y F_4 (testigo) no existe diferencias estadísticas significativas, ya que estos dos tipos de fertilizantes obtuvieron una media similar en la altura de la planta. Pero si existen diferencias

estadísticas significativas entre ovino, equino con testigo, esto da a entender que el fertilizante 1 (ovino) y 3 (equino) fue mejor en la altura de la planta.

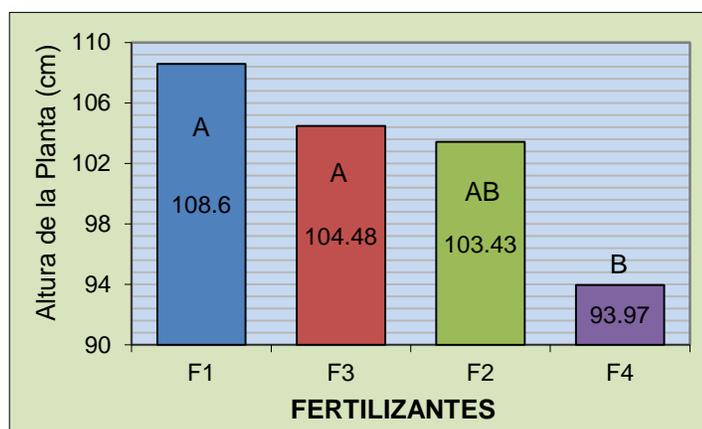


Figura 3. Duncan tipo de fertilizantes en la altura

Calle (2009), obtuvo resultados semejantes de 105 a 119.98 cm en el Efecto del Calibre (tamaño) de la Semilla en el Rendimiento de Haba (*Vicia faba* L.) Ecotipo Gigante Copacabana, en la Comunidad Pairumani, Provincia Omasuyos, Departamento de La Paz. Por su parte, INIAF (2009), indica que la altura de la planta de ecotipo “Gigante de Copacabana” es de 150 cm en condición del altiplano norte, siendo completamente superior a los datos logrados en el presente estudio, esto se debe a la época de siembra, factores climáticos como; temperaturas bajas en el momento del ensayo (Anexo 23), precipitaciones de menor intensidad (Anexo 24).

Bonifacio (1992), indica que la altura de planta en haba es un carácter muy variable donde es posible encontrar altas y pequeñas según las características, variando estos de 0.70 a 1.40 m de altitud. Por su parte, Solis (2002), indica que en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) sí se encuentra con cantidades bajas de agua y fertilizantes, entonces provoca una disminución de altura de la planta.

Igualmente, Cruz (1995), obtuvo similares resultados con relación a la variable altura de la planta con un promedio de 102.68 cm, en la investigación realizada sobre el efecto de fertilización química y densidades de siembra sobre la nodulación en dos variedades de haba.

Choque (2005), logró resultados menores al presente estudio en relación a la altura de la planta de 45 cm a 78 cm en diferentes variedades y ecotipos de haba, esto se debe a los

diferentes factores: clima, al deterioro de fertilidad del suelo, la época de siembra, variedades de haba, etc.

Por tanto con relación a la altura de planta, la fertilización efectuada con estiércoles (ovino, bovino y equino), sí influyó en el crecimiento de las plantas, mas no así con el testigo: así que el nitrógeno, fosforo y potasio ayudaron en el crecimiento, formación, desarrollo y fortalecimiento de las raíces. La existencia de esta variación con los autores mencionados se debe a diferentes regiones del altiplano norte y la influencia de diversos factores: clima, suelo, fertilización, variedad o ecotipo, tamaño de la semilla y época de siembra.

4.7 Número de Macollos por Planta

En el Análisis de Varianza (Cuadro 10), realizado para la variable número de macollos por planta, establece que en el variable independiente tipo fertilizante existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$), dando a entender que, los fertilizantes utilizados sí influyeron en el número de macollos en ambas variedades de haba. En cuanto a la variedad se observó que no existe diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), es decir que la variedad no influye en el número de macollos. En la interacción fertilizante por variedad se puede observar que no existe diferencias estadísticas significativas, ya que no existe una estrecha relación entre estas dos variables, es decir que son independientes una de la otra.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el variable número de macollos por planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P.
Fertilizante	3	7.6738	5.8913	7.35	0.0012 **
Variedad	1	0.7813	0.7813	0.98	0.3333 NS
Fertilizante*Variedad	3	1.2738	0.4246	0.53	0.6661 NS
Error	24	19.2300	0.8013		
Corrección Total	31	38.9588			
** Altamente Significativo (0,01)					
NS No Significativo					
C.V. 13.37 %					

En la Figura 4, se observa la prueba de Cuadrados Mínimos Medios al 1 % de significancia, indica que el uso de los fertilizantes fue eficiente para la obtención de mayor número de macollos en ambas variedades, además sí existieron diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo en ambas variedades del cultivo de haba.

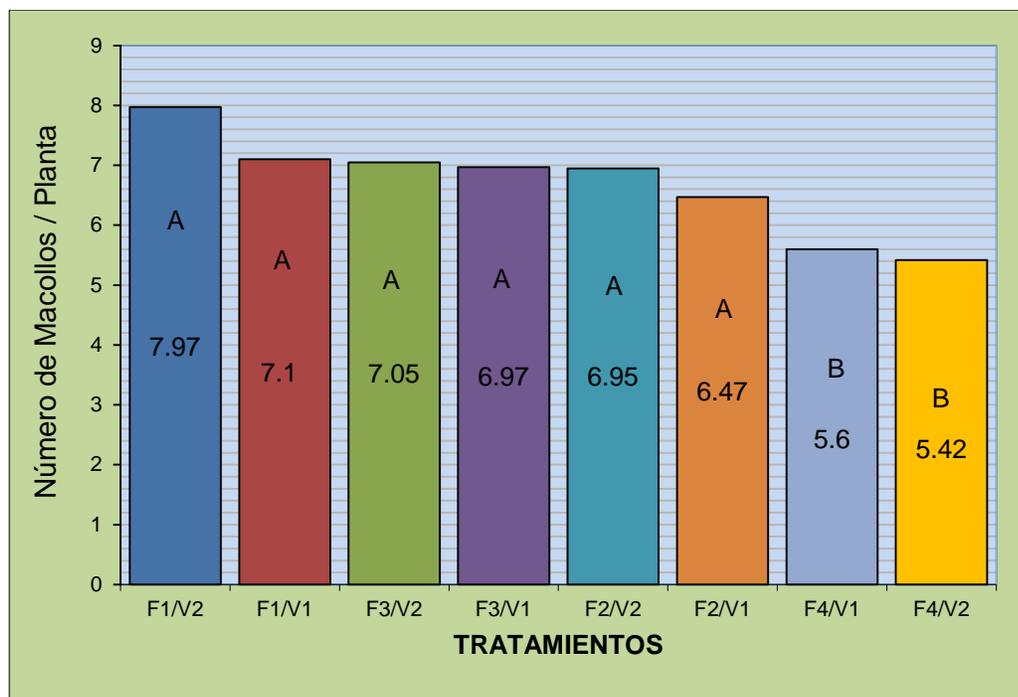


Figura 4. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para la variable número de macollos por planta

Por otro lado, no reportó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con 7.97 macollos; F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con 7.1 macollos; F_3/V_2 (equino/Usnayo) con 7.05 macollos; F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 6.97 macollos; F_2/V_2 (bovino/Usnayo) con 6.95 macollos; F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con 6.47 macollos. Pero sí el testigo es significativo con los tratamientos en ambas variedades con fertilizantes, es decir el testigo no produjo más macollos F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana) con 5.6 macollos; F_4/V_2 (testigo/Usnayo) con 5.42 macollos.

MACA (2005), indica que el cultivo de haba tiene de 3 a 10 macollos. Paralelamente, Calle (2009), obtuvo equivalentes resultados de 7 y 8 macollos por planta, el cuál concuerda con los datos reportados en el ensayo. Asimismo, Centellas (1999), señala que el número de tallos se debe a la proporción de macronutrientes (N,P,K) y micronutrientes (Ca,Mg), que ayudan a enriquecer el suelo, además proporciona a la planta cierta concentración de nitrógeno y fosforo que acelera la división celular.

Surco (2009), indica que el número de macollos por planta está entre los 2.75 a 8 unidades en el cultivo de haba, por tanto se puede confirmar que los datos adquiridos en esta investigación están en el rango de estudio. Al respecto, Evans (2000), afirma que el

número de macollos es un carácter más expresivo en condiciones de bajas temperaturas registradas durante la fase previa a la ramificación.

Lazarte (1991), menciona que a bajas temperaturas, la planta ramifica mucho más que a temperaturas altas, reportando de 3.79 macollos o ramas por planta. Asimismo, Alí (1989), obtuvo un promedio de 4.34 macollos por planta el mismo cultivo, siendo inferiores al presente estudio. Al respecto, Paredes (2007), anota que el número de macollos es el resultado directo del estado de semilla antes de la siembra o de tratamientos previos (verdes, pre-verdes), condiciones de humedad y temperatura.

Según, Caceres (1997), indica que el rango de número de tallos por planta está entre 5 a 8 tallos por planta, en el cultivo de haba, entonces podemos aseverar que los datos adquiridos en este trabajo están en el rango de estudio. Sin embargo, Morales (2000), indica que el número de tallos es el resultado directo del estado de la semilla. Para Alba (1995), señala que la disponibilidad de los nutrientes exclusivamente orgánicos puede limitar el estado nutricional de los granos.

En relación a número de macollos por planta, la fertilización efectuada con estiércoles (ovino, bovino y equino), sí influyó en el desarrollo de los macollos, siendo el fertilizante 1 (ovino) y fertilizante 3 (equino) los mejores para la obtención de un mayor número de macollos (estiércol de ovino con 7.97 macollos en la variedad Usnayo, 7.10 en Gigante Copacabana y el F_3/V_2 (equino/Usnayo) con 7.05 macollos), sin embargo, el nitrógeno, fósforo y potasio ayudaron en el desarrollo, ramificación y fortalecimiento de las raíces. La existencia de esta variación con los autores mencionados se debe a diferentes regiones del altiplano norte y la influencia de diversos factores: clima, suelo, variedad o ecotipo, tamaño de la semilla y época de siembra.

4.8 Longitud de Vaina

En el Análisis de Varianza (Cuadro 11), realizado para la variable longitud de vaina, se observó el factor fertilizante presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$), es decir que el fertilizante influyó de manera significativa en los resultados obtenidos referente a la longitud de la vaina. En cuanto a la variedad existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$), es decir que la variedad sí influyó en la longitud de la vaina. En la interacción fertilizante por variedad no existe diferencias

estadísticas significativas, es decir, no existe una estrecha relación entre fertilizante y variedad, ambos factores de estudio son independientes.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable longitud de vaina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P.
Fertilizante	3	14.6138	4.8713	10.69	0.0001 **
Variedad	1	9.0313	9.0313	19.81	0.0002 **
Fertilizante*Variedad	3	0.8038	0.2679	0.59	0.6289 NS
Error	24	10.9400	0.4558		
Corrección Total	31	35.3888			
** Altamente Significativo (0.01)					
NS No Significativo					
C.V. 5.59 %					

En la Figura 5, prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para la variable longitud de vaina, se observó que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tres fertilizantes con la variedad 1 (Gigante Copacabana), pero si son significativos con el resto de los tratamientos. Asimismo se puede observar que existió un comportamiento similar entre con los tres fertilizantes con la variedad 2 (Usnayo), es decir que los fertilizantes influyeron de cierta forma en la longitud de la vaina. Además, sí existe diferencias estadísticas altamente significativas con el testigo en la variedad 2 (Usnayo) es decir que la variedad 2 no obtuvo una vaina de tamaño grande, por lo que se recomienda a la variedad 1 (Gigante Copacabana).

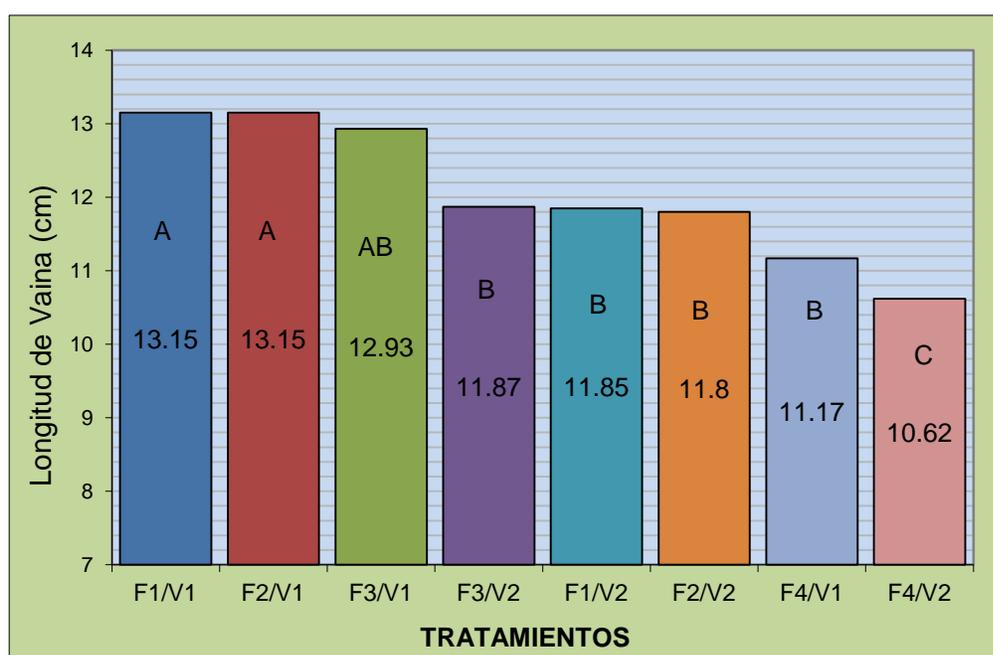


Figura 5. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para el variable longitud de la vaina

Por otro lado, reportó diferencias estadísticas altamente significativa los tratamientos F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con 13.15 cm; F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con 13.15 cm; F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 12.93 cm.

Al respecto, Centellas (1999), señala que la longitud de vaina se debe a la proporción de macronutrientes y micronutrientes, que ayudan a enriquecer el suelo, además proporciona a la planta cierta concentración de nitrógeno y fósforo que acelera la división celular que va relacionada con un aumento de auxinas, influyendo en la producción de tallos.

Los resultados del presente estudio son superiores a los encontrados por Mejía (1994) y Lazarte (1991) citado por Arias (1997), que están entre 7.2 a 10 cm en las variedades “Criolla” y “PLG – 201”. Los datos reportados por los mismos autores indican que las variedades difieren en constitución genética.

Aguilar (2001), indica que la longitud de la vaina promedio es de 12.7 cm en la región de Altiplano Norte. Esto principalmente con el estudio se debe a la disponibilidad de nutrientes incorporados al suelo (estiércoles). Asimismo, Mamani (2011), obtuvo 12.42 cm en longitud de vaina, en la producción del cultivo de haba (*Vicia faba* L.). Y es corroborado con los datos reportados de la presente investigación.

Choque (2005), reportó resultados similares en las variedades; “Pairumani 1” (12.52); “Usnayo” (11.09); “Toralapa 2” (10.52); “Cumana” (10.45); “Criollo” (8.70) y “Pairumani 5” (8.43) centímetros de longitud de la vaina. Además, Arias (1997), obtuvo similares resultados para la variable longitud de la vaina con 11.10 cm en la variedad “Criolla” en condiciones de valle, en la región de Araca, provincia Loayza del departamento de La Paz.

Por otro lado, López (2000), logró resultados de longitud de vaina de 13 cm para las variedades “Pairumani” precoz y “Francia”, las variedades “Pairumani 3”, “Pairumani 1”, “Rosal” y “Camargo” revelan entre 12 y 12.5 cm a excepción de testigo que presentó 11 cm, reflejando diferencias significativas entre variedades en un estudio realizado en el departamento Cochabamba - Bolivia.

Por tanto con relación a longitud de vaina, la fertilización efectuada con estiércoles (ovino, bovino y equino), sí influyó en el desarrollo de las vainas, ya que los estiércoles

incorporados influyeron de manera media similares. Mas no así la variedad Usnayo reporto menores resultados.

4.9 Número de Vainas por Planta

En el cuadro 12, se observa el Análisis de Varianza para el número de vainas por planta, que en el factor fertilizante, existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$), es decir que el fertilizante influyó en el número de vainas por planta, en cuanto a la variedad se observa que no existe diferencias estadísticas significativas, e indica que la variedad no intervino en la obtención de vainas por planta. En cuanto a la interacción fertilizante por variedad se observó que no existe diferencias estadísticas significativas, es decir no hay dependencia entre tipo de fertilizante y variedades de haba.

Cuadro 12. Análisis de varianza para el variable número de vainas por planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P.
Fertilizante	3	1825.3713	608.4571	9.07	0.0003 **
Variedad	1	190.1250	190.1250	2.83	0.1052 NS
Fertilizante*Variedad	3	302.9425	100.9808	1.51	0.2385 NS
Error	24	1609.9800	67.0825		
Corrección Total	31	3928.4188			
** Altamente Significativo (0.01)					
NS No Significativo					
C.V. 24.38 %					

En la Figura 6, la prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para la variable de interacción tipo de fertilizante por variedad de haba, muestra que el fertilizante 1 (ovino) y fertilizante 3 (equino) combinado con la variedad 2 (Usnayo) fue más efectiva en la obtención de mayor número de vainas por planta, seguido de fertilizante 3 (equino), fertilizante 1 (ovino) y fertilizante 2 (bovino) con la variedad 1 (Gigante Copacabana), es decir que las combinaciones realizadas fueron de cierta forma eficientes en la obtención de mayor número de vainas, las que no tuvieron buenos resultados fueron el fertilizante 2 en la variedad 2 y fertilizante 4 (testigo) en ambas variedades, es decir que la aplicación de abonos orgánicos ayudaron en la obtención de mayor número de vainas por planta en la variedad 2 (Usnayo).

Asimismo en la Figura 6, muestra que el tratamiento F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con 50.2 vainas; F_3/V_2 (equino/Usnayo) con 40.47 vainas por planta es altamente significativo en relación a las interacciones; F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 36.8 vainas; F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con 34.95 vainas; F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con

30.07 vainas; F_2/V_2 (bovino/Usnayo) con 29.98 vainas. Mas no así con los testigos reportando menores vainas: F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana) con 23.48 vainas; F_4/V_2 (testigo/Usnayo) con 22.8 vainas.

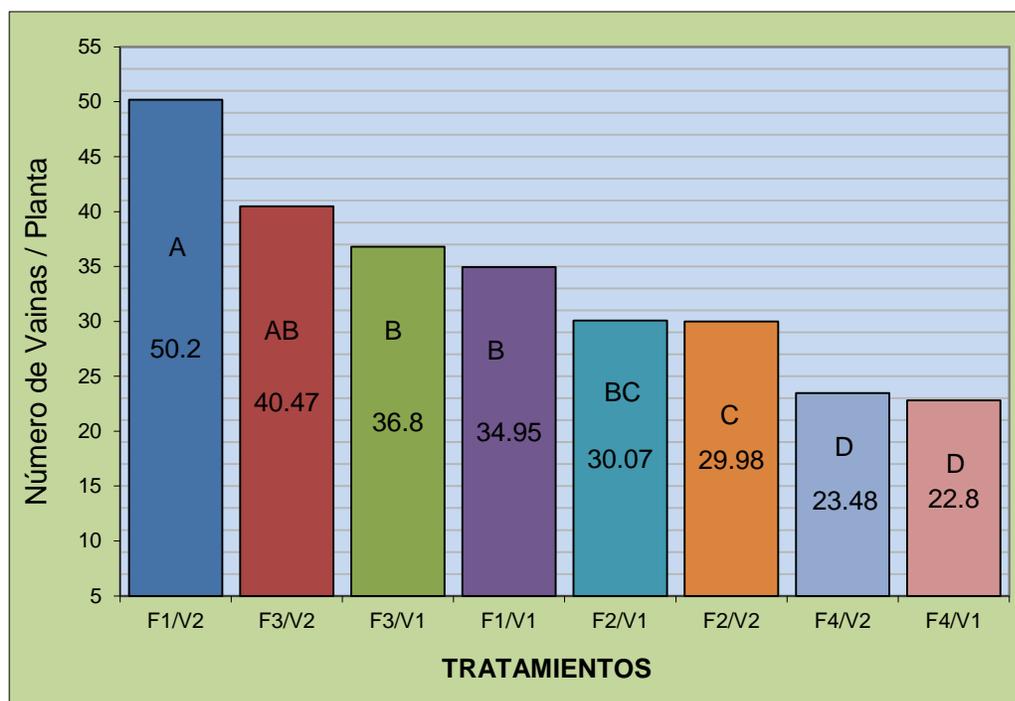


Figura 6. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para el variable número de vainas por planta

INIAF (2010), indica que el número de vainas por planta es de 23 unidades en promedio. Del mismo modo, Mamani (2011), anota que el número de vainas por planta es 25.02, estos no coinciden con los datos reportados en el presente estudio pero si concuerda con los testigos. Mismo se debe a la incorporación de estiércoles (ovino, equino y bovino) en la obtención mayores cantidades de vainas por planta en el presente estudio, F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con 50.2, además, la influencia de diversos factores climáticos, suelo, variedad o ecotipo, tamaño de la semilla, épocas de siembra.

Condori (1996), obtuvo entre 18 y 21 vainas por planta en las investigaciones realizadas sobre efecto residual de fertilización mineral y cal en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.), es decir que los fertilizantes incorporados (estiércoles) en el presente estudio obtuvieron mejores resultados. Asimismo, Ciancas (2006), reportó de 9 a 10 vainas por planta, siendo promedios muy inferiores a los datos obtenidos en la presente investigación.

Según, MACA (2005), las variedades mejoradas de haba llegan a alcanzar entre 6 y 30 vainas por planta. Sin embargo, INFOAGRO (2011), indica que el número de vainas por planta es dependiendo de la variedad de haba y condiciones agroclimáticas.

Por otro lado, Cruz (1995), manifiesta que el crecimiento en densidad influye negativamente en el número de vainas por planta al existir una competencia por la luz y nutrientes. Asimismo, indica en distancias de 70 cm entre surcos reportan mayor cantidad de vainas en relación con distancias inferiores entre surcos. Entonces se puede deducir que a mayor distancia existe mayor disponibilidad de nutrientes y luz para las plantas.

Entonces en relación a número de vainas por planta, la fertilización efectuada con estiércoles (ovino, bovino y equino), sí influyó significativamente en mayor número de vainas, donde se puede recomendar el uso de fertilizante ovino y el fertilizante equino, para la obtención de más vainas de haba, esto se debe a que los fertilizantes ovino y equino tienen mayores proporciones en nutrientes (Anexo 27). Por tanto estos elementos ayudaron principalmente en el crecimiento, desarrollo de los tallos, flores y vainas.

4.10 Peso de 100 Granos

En análisis de varianza (ANVA) para el variable peso de 100 granos de haba seca (*Vicia faba* L.); Cuadro 13, para la variable tipo de fertilizante determino que no existe diferencias estadísticas significativas, es decir que el fertilizante no influyó en el peso de los 100 granos. En cuanto a la variedad se observa diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$), es decir obtuvo un mayor peso (Gigante Copacabana con 260 g), la cual se encuentra directamente relacionada con la variedad y no con el uso de fertilizantes. En la variable independiente interacción fertilizante por variedad se observa que no es significativo, es decir que entre la variedad y el uso de fertilizantes no existe ninguna relación para la obtención de un mayor peso por cada 100 semillas.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P.
Fertilizante	3	628.6609	209.5536	0.91	0.4516 NS
Variedad	1	9244.6003	9244.6003	40.08	0.0001 **
Fertilizante*Variedad	3	692.1309	230.7103	1.00	0.4098 NS
Error	24	5536.3375	230.6807		
Corrección Total	31	16101.7297			
** Altamente Significativo					
NS. No Significativo					
C.V. 6.52 %					

En la Figura 7. se observa la prueba de Cuadrados Mínimos Medios, en la interacción fertilizante por variedad en la variable de estudio peso de 100 granos, se observa que la variedad 1 (Gigante Copacabana) tuvo un mejor comportamiento, sin importar el tipo de fertilizante utilizado, es por ello que F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 260 g, F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con 256 g, F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con 245 g y F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana) 239 g, son no significativos entre sí, ya que la variedad 1 (Gigante Copacabana) no dependió del tipo de fertilizante para obtener una media superior a la de la variedad 2 (Usnayo). Asimismo ocurrió con la variedad 2 (Usnayo) pues esta es no significativa con el resto de las combinaciones con los fertilizantes, F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con 221 g, F_2/V_2 (bovino/Usnayo) con 217 g, F_4/V_2 (testigo/Usnayo) con 215 g y F_3/V_2 (equino/Usnayo) con 212 g.

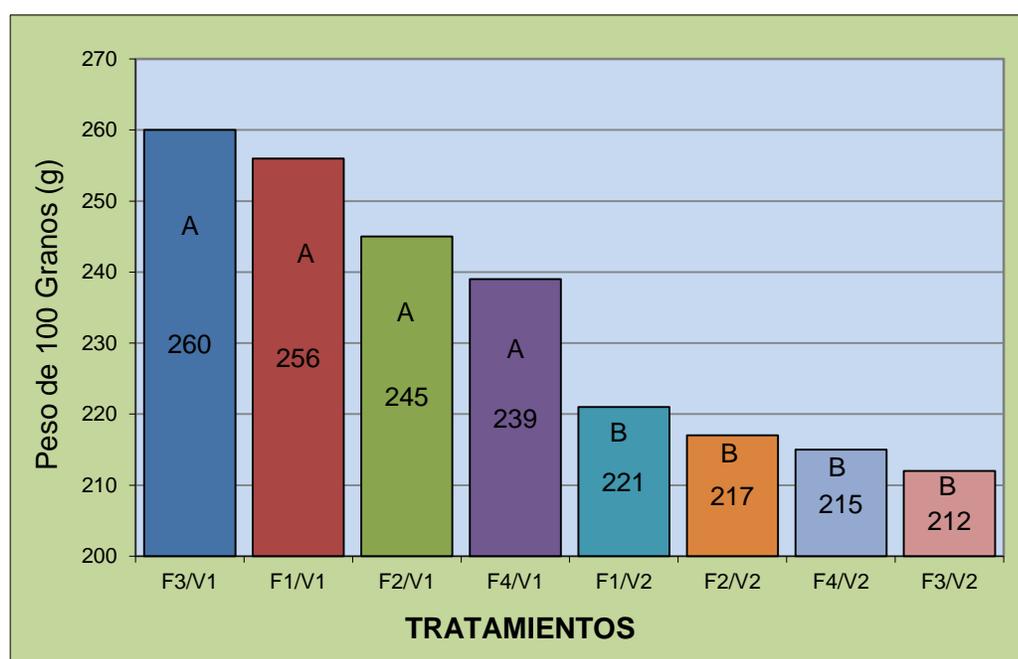


Figura 7. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para el variable peso de 100 granos

Calle (2009), consiguió de 267.34 a 275.5 g por 100 granos de haba seca, se asemejan con las investigaciones realizadas sobre el efecto del tamaño de la semilla en el rendimiento de haba del ecotipo “Gigante de Copacabana” en la comunidad Pairumani, provincia Omasuyos del departamento de La Paz.

Contrariamente, INIAF (2010), afirma que el peso de 100 granos de haba (*Vicia faba* L.) seca de “Gigante de Copacabana” es de 280 g en la región de Copacabana, por tanto no se asemejan con las investigaciones realizadas. Siendo completamente superior con los

datos logrados en el presente estudio, esto se debe a la época de siembra, variedad o ecotipo, factores climáticos como; temperaturas bajas en el momento del ensayo (Anexo 23), precipitaciones de menores intensidades (Anexo 24).

Choque (2005), obtuvo peso de 100 granos en diferentes variedades: “Cumana” (261.98); “Criollo” (175.75); “Pairumani 1” (155.37); “Pairumani 5” (235.38); “Usnayo” (273.53) y “Torlapa 2” (300.60) gramos por 100 granos de haba seca, respectivamente.

Al respecto, Morales (2000), afirma que el grano se incrementa con el aumento de la humedad en el suelo. Sin embargo, Alba (1995), señala que la disponibilidad de los nutrientes exclusivamente orgánicos puede limitar el estado nutricional de los granos.

Entonces con relación al peso de 100 granos, la fertilización efectuada con estiércoles (ovino, bovino y equino), sí influyeron en el desarrollo de los granos en medias similares, asimismo, las variedades influyen en el peso de 100 granos como la variedad Gigante Copacabana con 260 gramos recomendable. Esto se debe a la variedad o ecotipo, tamaño de la semilla en la siembra y época de siembra.

4.11 Rendimiento de Grano Seco

En el análisis de varianza (ANVA) (Cuadro 14), para el variable rendimiento de grano seco, para la variable tipo fertilizante existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$), esto dando a entender que el uso de tres tipos de fertilizantes sí influyeron en el rendimiento de grano seco de las dos variedades de haba. Sin embargo fue no significativo entre las variedades, es decir que ambas variedades tuvieron un rendimiento similar, asimismo en la interacción fertilizante por variedad, no existió diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 14. Análisis de varianza para el variable rendimiento de grano seco

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P.
Fertilizante	3	20913.9885	6971.3295	7.52	0.0010 **
Variedad	1	325.3801	325.3801	0.35	0.5591 NS
Fertilizante*Variedad	3	2984.6721	994.8907	1.07	0.3791 NS
Error	24	22249.0133	927.0422		
Corrección Total	31	46473.0539			
** Altamente Significativa					
NS No Significativa					
C.V. 22.242 %					

En la Figura 8, se observa la prueba de Cuadrados Mínimos Medios, en la interacción tipo de fertilizante por variedad de haba, muestra que existe diferencias estadísticas significativas entre el estiércol de ovino y Usnayo (F_1/V_2) con estiércol de equino y Gigante Copacabana (F_3/V_1) y el resto de los tratamientos, es decir que el fertilizante 1 (ovino), dio mejores resultados con la variedad 2 (Usnayo), del mismo modo entre el fertilizante 3 (equino) con ambas variedades. Todas fueron buenas combinaciones excepto los F2 (bovino) y F4 (testigo) por V_1 (Gigante Copacabana) y V_2 (Usnayo), esto da a entender que tanto el segundo fertilizante como el testigo no tuvieron resultados superiores en la variable rendimiento seco en ambas variedades de haba.

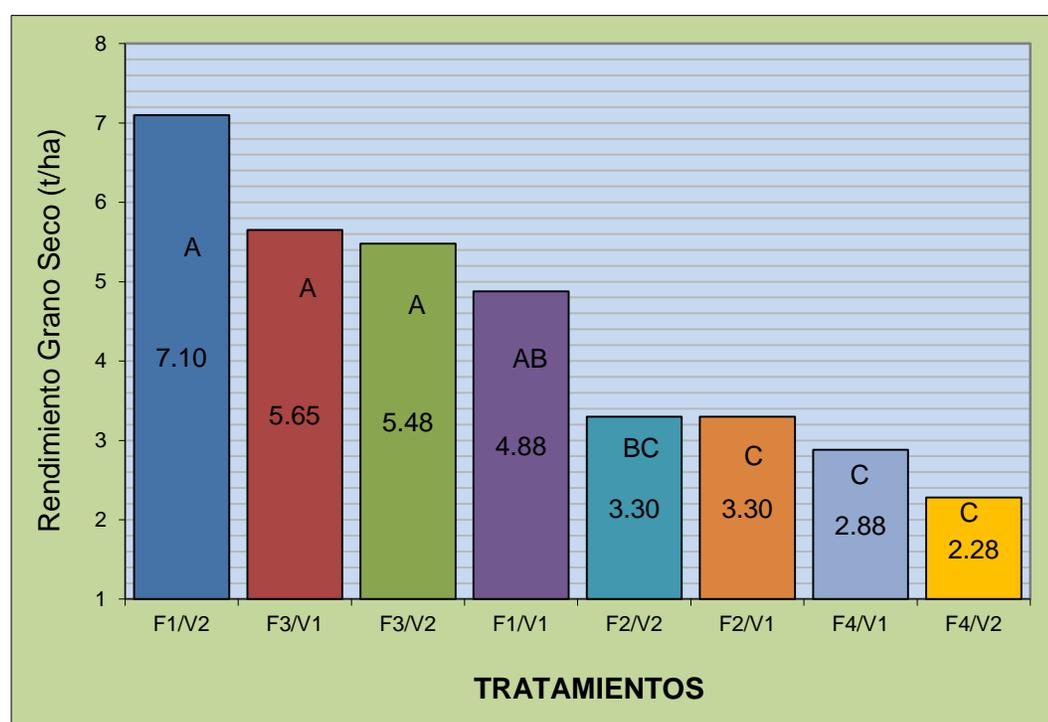


Figura 8. Prueba de Cuadrados Mínimos Medios, para el variable rendimiento de haba en grano seco

Asimismo en la Figura 8, muestra que el tratamiento F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con 7.10 t/ha; F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 5.65 t/ha son significativos. F_3/V_2 (equino/Usnayo) con 5.48 t/ha; F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con 4.88 t/ha; F_2/V_2 (bovino/usnayo) con 3.30 t/ha; F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con 3.30 t/ha reportando medias similares. Los testigos reportando menores rendimientos en grano seco, F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana) con 2.88 t/ha y F_4/V_2 (testigo/Usnayo) con 2.28 t/ha.

Paredes (2007), menciona que el rendimiento de grano seco del haba (*Vicia faba* L.) “Gigante de Copacabana” es de 5.52 t/ha en condiciones del altiplano norte de La Paz, siendo estos resultados corroborados en presente investigación. Más no así con Usnayo que son datos más significativos en el presente estudio.

Además, los rendimientos obtenidos en el presente estudio son superiores al rendimiento promedio nacional y latinoamericano; sin embargo, los datos provienen de un experimento con la fertilización orgánica y de una zona considerada de microclima favorable para el cultivo de haba. Contrariamente, Surco (2009), obtuvo promedios inferiores de 1.12 a 2.7 t/ha en grano seco de haba, siendo estos resultados totalmente diferentes a la presente investigación.

Asimismo, Choque (2005), reportó los siguientes resultados para las variedades: Cumana (5.07); Pairumani 5 (4.45); Toralapa 2 (4.21); Usnayo (3.64); Criollo (2.84) y Pairumani 1 (2.19) t/ha, respectivamente. Siendo estos diferentes al presente estudio, ya que con fertilizantes orgánicos da mejores rendimientos de haba.

Higuita (2000), anota que el rendimiento de haba en grano es de 3.5 a 4.0 t/ha. Por otra parte, Condori (1996), menciona que el rendimiento es de 2.6 a 3.9 t/ha. Estas diferencias se deben a los factores: clima, suelo, fertilidad, época de siembra, distancia entre surcos, variedad o ecotipo. También, Pugarico (2003), indica que a medida que se retrasan las fechas de siembra los rendimientos son menores o más deficiente, lo que provoca que los rendimientos disminuyan en el cultivo.

SEDAG y PASAP-POTOSI (2003), indican que el rendimiento promedio en grano seco de variedades o ecotipos “criollos” es de 0.8 t/ha. En cultivos mejorados en condiciones de valle y experimentales es de 2 a 3.5 t/ha y para la zona altiplánica fue de 3 a 4.5 t/ha respectivamente. Además, Mamani (2011), anota el rendimiento promedio de grano seco de 4.21 t/ha, en siembra de dos semillas por golpe en distancia entre surcos 70 cm.

Entonces con relación a rendimiento de haba en grano seco, la fertilización efectuada con estiércoles (ovino, bovino y equino) sí influyó significativamente en el rendimiento de haba, esto se debe a que los fertilizantes ovino y equino tienen mayores proporciones de nutrientes (Anexo 27). Por tanto, estos elementos ayudaron principalmente en el crecimiento, desarrollo de los tallos, hojas, flores, vainas y mejorando la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en invierno.

4.12 Análisis Económico

En el Cuadro 15, se observa el valor del producto del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) y el rendimiento por hectárea por efecto de la aplicación de tres fuentes de materia orgánica (estiércol de ovino, bovino y equino) en dos variedades de haba, esta información fue elaborada en base al costo de producto comercial interno o a nivel regional, los cuales podrán ser mayores para fines comerciales. En ese sentido se analizó la relación beneficio costo que da un margen para apreciar el nivel de retorno por cada unidad monetaria invertida.

Cuadro 15. Rendimiento, valor del producto y relación B/C para los diferentes efectos de la fertilización orgánica en dos variedades de haba

TRATAMIENTO	Producción Grano Seco Kg / ha	Precio Unitario Kg / Bs	Valor del Producto Bs / ha	Costo Total Bs / ha	Beneficio Neto Bs / ha	Relación Beneficio Costo
T1 (F ₁ V ₁)	4880.56	6.96	33968.70	3650.00	30318.70	8.31
T2 (F ₁ V ₂)	7098.07	6.96	49402.57	3650.00	45752.57	12.53
T3 (F ₂ V ₁)	3296.87	6.96	22946.22	3635.00	19311.22	5.31
T4 (F ₂ V ₂)	3301.12	6.96	22975.80	3635.00	19340.80	5.32
T5 (F ₃ V ₁)	5646.13	6.96	39297.06	3610.00	35687.06	9.89
T6 (F ₃ V ₂)	5476.98	6.96	38119.78	3610.00	34509.78	9.56
T7 (Testigo V ₁)	2882.92	6,96	20065.12	3295.00	16770.12	5.09
T8 (Testigo V ₂)	2275.88	6.96	15840.12	3295.00	12545.12	3.81

El precio base fue tomado del costo de una arroba de grano en seco en el mercado local, la misma que está a razón de Bs 80 deduciendo el costo unitario en Bs 6.96 el kilogramo.

Analizando los rendimientos, Costos de Producción, los Beneficios Netos y la Relación Beneficio Costo, el F₁/V₂ (ovino/Usnayo) es la que reporta los mayores beneficios con Bs 45752.57, con la mejor relación beneficio/costo; es decir, por cada Bs que se invierte en la producción con la aplicación de fertilización orgánica (estiércol ovino) el retorno es de Bs 12.53 a diferencia de no utilizar ningún estiércol tal como reporta los testigos con beneficios de Bs 16770.12 Gigante Copacabana o Bs 12545.12 en Usnayo y una relación beneficio/costo de Bs 5.09 de V₁ (Gigante Copacabana) y Bs 3.81 de V₂ (Usnayo) por cada Bs invertido; como se podrá observar la diferencia entre el cultivo tradicional sin uso de fertilizantes y el uso de estiércol de ovino es de Bs 8.72 monto que se gana con la

variedad 2 (Usnayo), al margen de realizar una producción orgánica de haba (*Vicia faba* L.) en caso de producir extensivamente este cultivo.

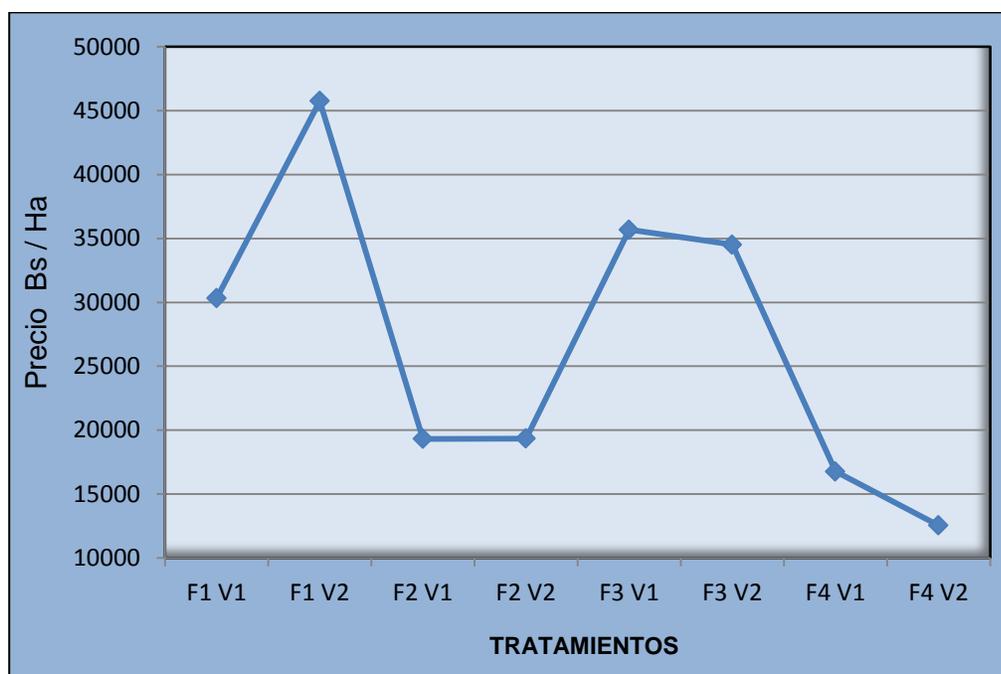


Figura 9. Curva de ingresos netos de los tratamientos en el cultivo de haba

Al realizar el mismo análisis para cada uno de los tratamientos, adquirimos en la Figura 9 que: el tratamiento F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con Bs 30318.70 de beneficio neto con una relación B/C de 8.31; el F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con Bs 45752.57 de beneficio neto, tiene una relación B/C de 12.53; el F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con Bs 19311.22 de beneficio neto, tiene una relación B/C de 5.31; el F_2/V_2 (bovino/Usnayo) con Bs 19340.22 de beneficio neto, tiene la relación B/C de 5.32, el F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con Bs 35687.06 de beneficio neto, tiene una relación B/C de 9.89; el F_3/V_2 (equino/Usnayo) con Bs 34509.78 de beneficio neto, tiene una relación B/C de 9.56; el F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana) con Bs 16770.12 de beneficio neto, tiene una relación B/C de 5.09; el F_4/V_2 (testigo/Usnayo) con Bs 12545.12 de beneficio neto y tiene una relación B/C de Bs 3.81.

De acuerdo al análisis anterior, se puede deducir que el tratamiento con mejor beneficio neto es el tratamiento dos F_1/V_2 (ovino/Usnayo) en relación a los demás tratamientos, donde se puede observar el mejor relación de Beneficio Costo con Bs 12.53.

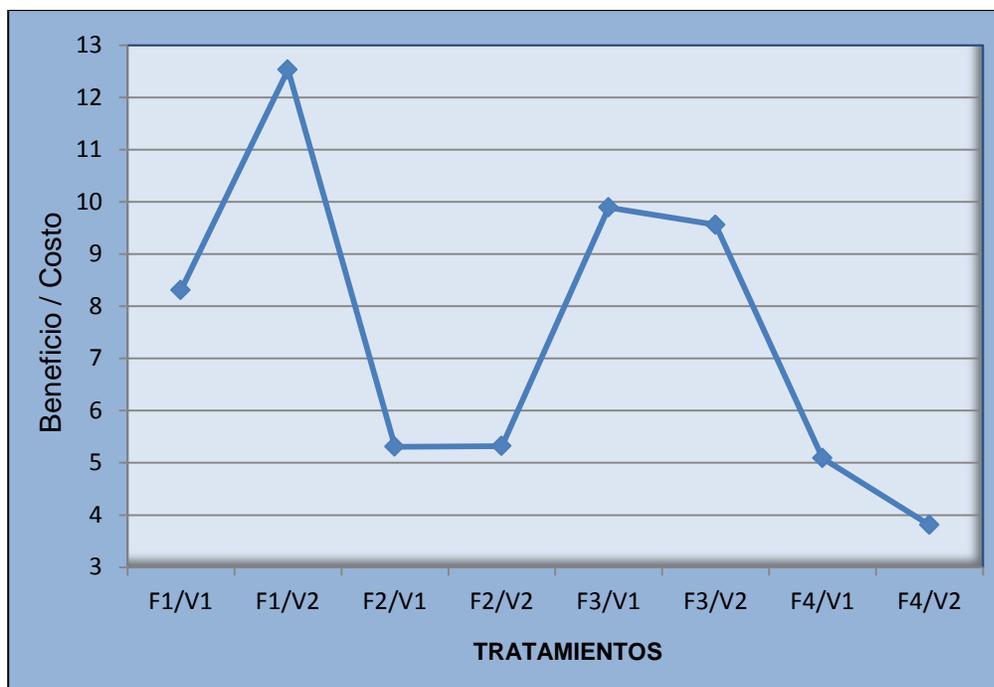


Figura 10. Curva de relación beneficio/costo para los rendimientos de haba respecto a los tratamientos

En la Figura 10, se muestra que el tratamiento dos F_1/V_2 (ovino/Usnayo) presenta mejor beneficio con inversiones menores a comparación con los testigos F_4/V_2 (testigo/Usnayo) y F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana), aspecto que se puede verificar en el Cuadro 15, y más ecuánime en las figuras 9 y 10.

5. CONCLUSIONES

Mediante los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones.

- El mejor rendimiento de haba (*Vicia faba* L.) en grano seco, se obtuvo en el tratamiento F_1/V_2 (estiércol ovino/variedad Usnayo), en relación a los demás tratamientos, con el rendimiento promedio de grano seco de 7.10 t/ha. Además, con respecto a la variedad Gigante Copacabana alcanzó mejores resultados con el estiércol de equino (F_3/V_1) con 5.65 t/ha en grano seco, siendo el segundo mejor resultado en el presente estudio.
- En cuanto la altura de planta son medias similares en las dos variedades: F_1/V_2 (ovino/Usnayo) con 109.2 cm; F_1/V_1 (ovino/Gigante Copacabana) con 108 cm; F_3/V_2 (equino/Usnayo) con 105.37 cm; F_2/V_2 (bovino/Usnayo) con 104 cm; F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 103.6 cm; F_2/V_1 (bovino/Gigante Copacabana) con 102.87 cm, respectivamente, mas no así con los testigos que tuvieron menores resultados F_4/V_1 (testigo/Gigante Copacabana) 97.25 cm; F_4/V_2 (testigo/Usnayo) con 90.7 cm; por tanto, los tratamientos con estiércoles (ovino, bovino y equino) reportaron mejores resultados con respecto a los testigos en altura de la planta.
- En el peso de 100 semillas, el tratamiento con una media mayor es F_3/V_1 (equino/Gigante Copacabana) con 260 g, mostrando que esta combinación obtuvo mejor resultado con respecto a los demás tratamientos que tienen un peso promedio inferior.
- En número de macollos por planta el tratamiento con mejor resultado es F_1/V_2 (estiércol ovino/variedad Usnayo) con 7.97, siendo mayor número y es no tan significativo con respecto a otros tratamientos.
- En la longitud de vaina por planta el mejor resultado es en el tratamiento F_1/V_1 (estiércol ovino/variedad Gigante Copacabana) con 13.15 cm.
- En el número de vainas por planta el mejor tratamiento es F_1/V_2 (estiércol ovino/variedad Usnayo) con 50.2 vainas, esto también con medias similares con

estiércoles incorporados, mas no así con los testigos que reportaron menores resultados.

- Según la tasa de retorno marginal en la producción de cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en grano seco con la aplicación de estiércol ovino, es el tratamiento que constituye alternativas aceptables, logrando mejores retornos con respecto a la cantidad invertida con relación a otros tratamientos. En términos de relación Beneficio/Costo, los tratamientos que tuvieron mejores ingresos netos fueron: F_1/V_2 (estiércol ovino/variedad Usnayo) con Bs 12.53; F_3/V_1 (estiércol equino/variedad Gigante Copacabana) con Bs 9.89; F_3/V_2 (estiércol equino/variedad Usnayo) con Bs 9.56; F_1/V_1 (estiércol ovino/variedad Gigante Copacabana) con Bs 8.31, por boliviano invertido.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a las siguientes recomendaciones preliminares:

- En un proceso de reconversión tecnológica la fertilización natural del suelo se recupera en forma gradual, por tanto se recomienda el uso complementario de otros componentes naturales, como el estiércol, compostaje de residuos naturales, humus al momento de la siembra. Sin embargo, se debe tener en cuenta que estos abonos orgánicos no pueden usarse directamente a la semilla, porque su alto contenido de sales puede afectar el desarrollo fenológico del cultivo.
- Realizar investigaciones sobre la reacción fisiológica de la planta en todas las etapas fenológicas con la incorporación de diferentes tipos de nutrientes orgánicas en el suelo.
- La agregación de estiércoles como ovino y equino en el suelo en la producción extensiva del cultivo de haba (*Vicia faba* L.), según los resultados obtenidos en el presente estudio.
- Realizar siembras tempranas (Agosto) para el sector de Batallas debido a la presencia de temperaturas bajas que se efectúan en los meses de abril, mayo y siembras con variedades cortos, medianos, largos fenológicamente.
- Mediante la utilización de fertilizantes orgánicos, se presenta mayor desarrollo de la planta y mayor asimilación de nutrientes del suelo, por tanto se recomienda realizar un estudio con riego ya que en el sector tienen suficiente agua de riego.
- Realizar estudios con otras variedades de haba que estén adaptadas a la región del altiplano.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ADRIELA, G. N. 1991. Cultivos Andinos, 1ed. Edit. "CIPCA" Lima, Perú. pp. 13 - 15.
- AGUILAR, L. J. 2001. Validación de Variedades Mejoradas de Haba (*Vicia faba* L.) de Altura y Valle en Condición de Belén, Altiplano Norte. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 96.
- AGRIOS, G. 1998. Fitopatología. 3ra. Edición. Editorial Limusa. México.
- AITKEN, S. 1987. Manual Agrícola. Edit. Wayar-Soux Ltda. La Paz, Bolivia. pp. 69 - 72.
- ALBA, W. 1995. Efecto de métodos y umbrales de riego en el desarrollo de los cultivos andino Altiplano Central. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 80 - 81.
- ALÍ, G. 1989. Estados de Desarrollo y Análisis de Crecimiento de Cuatro Variedades de Haba (*Vicia faba* L.) a dos Densidades de Siembra. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. pp. 126 - 128.
- ARIAS, M. A. 1997. Respuesta en Rendimiento del Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.) a la Fertilización Fosfatada en Araca. Provincia Loayza. Departamento de La Paz. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 107.
- BALDERRAMA, F.; IRIARTE, V.; BAREA, O.; IPORRE, I y CARRASCO, E. 2006. Cadena Agroalimentaria del Haba de Altura para Exportación. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. pp. 1 - 24.
- BARCELO J. C. GREGORIO NICOLAS RODRIGO, BARTOLOME SABATER GARCIA, RICARDO SANCHEZ TAMES 1998. "Fisiología Vegetal". Quinta Edición editorial Pirámide. España. p. 256
- BOHN, H.; MCNEAL, B. y O'CONNOR 1993. Química del suelo. Primera Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Mexico. pp. 257 - 259.
- BOURGES, H. 1987. "Las Leguminosas en la Alimentación Humana". Cuadro de nutrición. pp. 15 - 30.

CACERES, L. 1995. Evidencia del Cambio Climático en Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador (Disponible en <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/enso/caceres.html>).

CALZADA, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Edit. Milagros. Lima, Perú. p. 614.

CALLE, D. 2009. Efecto del Calibre de la Semilla en el Rendimiento de Haba (*Vicia faba* L.) del Ecotipo Gigante Copacabana, en la Comunidad Pairumani, Provincia Omasuyos. Departamento de La Paz. Tesis Ing. Agronómica. Universidad Católica Boliviana. UAC-Tiahuanaku. La Paz, Bolivia. pp. 65 - 67.

CAMARENA, M. F.; HUARINGA, J. A. y MONTACERO, N. E. 2000. Estrategia Nacional de Diversidad Biológica, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. pp. 1 - 7.

CAMARA NACIONAL DE EXPORTADORES DE BOLIVIA (CANEB) 2012. Productos con Potencial Exportador. Bolivia. p. 13.

CÁMARA O. M. A., V. J. MANGAS, V. J. GARMENDIA, A. LLOPIS y J. MARTÍNEZ. 2001. La nutrición mineral de la papa. Disponible en: <http://www.argenpapa.com.ar/img/La%20nutrici%C3%B3n%20mineral%20de%20la%20papa.pdf>. (Consulta: noviembre, 2012).

CARRASCO, E. 2005. Documento Preparado para la Cátedra de Fitomejoramiento. UPEA. El Alto, Bolivia.

CARREÑO, H. 1999. Apuntes de agricultura general. Impreso en Oruro Bolivia (UTO) pp. 25 – 30.

CENTELLAS, R. R. 1999. Respuesta del Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.) en Condiciones a Secano con tres Distancias de Plantación y tres Niveles de Estiércol en el Altiplano Central. Tesis Licenciatura en Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 95 - 98.

CIANCAS, J. 2006. Efecto Biocontrolador de la Cepa *Trichoderma inhamatum* BOL 12QD-1 sobre el Fitopatógeno *Botrytis cinerea* Causante de la Mancha Chocolate en Cultivos de

Haba en la Comunidad de Chirapaca. Tesis Maestría en Ciencias Biológicas y Médicas. UMSA. Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas. La Paz, Bolivia. pp. 83 – 90.

CIMMIT, 1988. La Formulación de Recomendaciones a partir de Datos o Precios. Manual Metodológico de Evaluación Económica. Edit. Revista. México. pp. 28 - 79.

COCA, M. 2007. Manchas Foliare de Haba (*Vicia faba* L.). Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias Dr. "Martín Cárdenas". Cochabamba, Bolivia. p. 4.

CONDORI, P. B. 1996. Análisis Agroeconómico del Efecto Residual de Fertilización Mineral y Cal en el Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.). Tesis. Licenciatura en Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 109 - 111.

CONDORI B., P. MAMANI, J. VALLEJOS, J. BLAJOS Y A. DEVAUX. 1997. Efecto de la fertilización del cultivo de papa sobre el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en el sistema de rotación. Revista Latinoamericana de la papa. pp. 171–187.

CONFALONE, A. E. 2008. Crecimiento y Desarrollo del Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.). Parametrización de Submodelo de Fenología de GROPGRO – FABABEAN. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela, Escola Politécnica Superior. Departamento de Producción VEXETAL. Lugo, España. pp. 188 - 193.

CHILON, E. (1997). Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Ediciones C.I.D.A.T. La Paz – Bolivia. pp. 30 – 105.

CHOQUE, B. 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. UAC - Tiahuanaku. La Paz, Bolivia. p. 109.

CRESPO, M. W. 1997. Las leguminosas en la agricultura Boliviana. pp. 175 - 191.

CRUZ, A. G. 1995. Efecto de Fertilización Química y Densidades de Siembra sobre la Nodulación en dos Variedades de Haba. Tesis Licenciatura en Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 43 – 56.

- ERAZO, L. 2011. Efecto de tres niveles de fertilización química en el comportamiento y rendimiento de dos variedades de haba (*vicia faba* L.). Tesis Licenciatura en Ing. Agrónomo. En la zona de la libertad, provincia del Carchi, Ecuador. pp. 38 - 41.
- ESPRELLA, R. C., IRIARTE, V., CONDORI, B., GONZALES, M. A. y CHOQUE, B. 2004. Estudio de Línea Base Sobre la Problemática del Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.). Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. pp. 32 - 36.
- EVANS, L. T. 1957. Fisiología de los Cultivos. Trad. de la 1ra Edición inglesa por Héctor Gonzales Iriarte. Ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. p. 401.
- FAO, 1990. "I Seminario Nacional sobre fertilidad de suelos y uso de fertilizantes en Bolivia", Santa Cruz – Bolivia.
- FERNANDEZ, M. 2000. Manual Técnico para el Cultivo de Haba. S/ed. Puno, Perú. pp. 27 - 30.
- FORNES, J. 1983. Cultivo de Haba y Guisantes. Editorial SINTES, S.A. Barcelona, España. p. 143.
- FUENTES, J. (1999). Manual Práctico de Manejo del Suelo y de los Fertilizantes. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi Prensa. pp. 57 - 58.
- GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J. y SHEPPARD, S. C. 2001. Importancia de la nutrición temprana con fósforo. Informaciones Agronómicas. pp. 1 - 5.
- GUERRERO, B. (1993). Abonos Orgánicos – Tecnología para el Manejo Ecológico del Suelo. Editorial Red de Acción en Alternativas de uso agronómico (RAHH), Lima – Perú. p. 44.
- GUROVICH, A. 1999. "Fundamentos u diseño de sistemas de riego IICA". San José, Costa Rica. pp. 34 - 36.
- HAUSENBERG, I. 1998. Relación suelo agua planta Centro de Operaciones Internacionales para el Desarrollo Agrícola Ministerio de Agricultura. Israel. pp. 14 - 25.
- HERBAS, J. 1995. El Cultivo de Haba. In: "Agroecosistemas". CADIA. S/ed. Cochabamba, Bolivia. p. 87.

HIGUITA, F. 2000. Haba; Rendimiento, Espaciamiento, Resistencia a la Temperatura, Control de Enfermedades. Vol. 25. Colombia. pp. 570 - 578.

HORQUE, F. R. 1990. Cultivo de Haba. Difusión Técnica. Lima, Perú. p. 23.

IICA (INSTITUTO INTERAMERICANA DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA) 1997. Agencia de Cooperación Técnica en Bolivia Agricultura sostenible y el Medio Rural en Bolivia, Ediciones Tota Arce, Artes Gráficas Latina La Paz Bolivia. p. 132.

ICHUTA, C. 2009. Medidas de Adaptación al Cambio Climático con Diferentes Métodos de Riego, Épocas de Siembra en Ecotipos de Haba (*Vicia faba* L.) en la Localidad de Ancoraimes de la Provincia Omasuyos La Paz. Tesis. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 94.

INPOFOS, 1997. (Instituto de la Potasa y el Fosforo). Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Quito-Ecuador.

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (IBTA), 1996. Programa Nacional de Leguminosas de Grano. Tréptico. Responsable de Ed. Unidad de Comunicación Técnica. Cochabamba, Bolivia.

INSTITUTO BOLIVIANO DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (IBTA), 1994. Seminario Taller sobre Haba de Exportación, Nueva Opción de Desarrollo (memorias). S/ed. Cochabamba, Bolivia. p. 37.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM), CARTA NACIONAL, 2005. Mapa Turístico del Departamento de La Paz. La Paz - Bolivia.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE), 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL (INIAF), 2010. Variedades Mejoradas de Haba y Arveja. Primera edición. La Paz, Bolivia. pp. 1 - 9.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL (INIAF), 2010. Manual del Cultivo de Haba. La Paz, Bolivia. pp. 6 - 21.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL (INIAF), 2009. Mejoramiento de Variedades Agrícolas. Producto de la Investigación Participativa Quinoa, Maíz, Haba, Amaranto y Hortalizas. La Paz, Bolivia. pp. 20 - 26.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP), 2000. Manual Agrícola de los Principales Cultivos de Ecuador. Departamento Técnico de Crystal Chemical Inter- América. S/ed. Ecuador.

JICA, 2006. Manual de Producción del Haba. Editor JICA. La Paz, Bolivia. pp. 17 - 19.

JICA, 2010. Manual Técnico Agrícola. Producción Comercial y de Semilla de Haba (*Vicia faba* L.). Editor JICA. Quetzaltenango, Guatemala. pp. 3 - 27

KRAMER, J. 1983. Relaciones hídricas del suelo y planta "la transpiración". Síntesis traducida de Ingles por Leonar Tejada. Edutex S.A. México.

LAZARTE, R. 1991. Estados de Desarrollo y Análisis de Crecimiento de Cuatro Variedades de Haba (*Vicia faba* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. pp. 128 -129.

LOPEZ, R. 2000. Comportamiento de Siete Variedades (*Vicia faba* L.) en la Zona de la Tamborada. Resumen de Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba, Bolivia. p. 14.

LORENTE, H. 1997. Biblioteca de la Agricultura. Idea Book S.A. Impreso en España. pp. 640 - 643.

LLANOS, C.M. 1984. "El Maíz". Mundi – prensa Madrid, España. pp. 176 - 187.

M.A.G.D.R. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL), 2002. Encuesta de Seguimiento y Evaluación de Productos Agrícolas-Departamento de Información y Estadísticas Sinsaat. pp. 17 - 67.

MALAVOLTA E., G. C. VITTI AND S. A. 1997. Validación del estado nutricional de las plantas: principios y aplicaciones. Segunda ed. Piracicaba Potafos. p. 319.

MAMANI, P. 2011. Producción del Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.) con la Aplicación de Diferentes Números de Semillas por Golpe en Tres Distancias de Surco en la Comunidad

de Chirapaca del Departamento de La Paz. Tesis. Ing. Agr. Universidad Pública de El Alto. La Paz, Bolivia. pp. 29 - 41

MAYDANA, R. 2007. Enfermedades de Cultivos Agrícolas. 1ra. Edición. Edit. Marquéz. La Paz, Bolivia. pp. 25 - 31.

MAYDANA, R. 2006. Manual de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Cultivo de Haba. La Paz, Bolivia. pp. 3 - 5.

MAYDANA, R. 2002. Efecto de Extractos Naturales en el Control de Mancha Chocolate (*Botrytis fabae*) del Cultivo de Haba (*Vicia faba*). Altiplano La Paz. Tesis Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. pp. 3 - 7.

MILAN, M., MOREIRA, A., PAZ A. Y SARAVIA, E. 2004. El Cultivo de Haba en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. p. 3.

MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS (MDRyT) y INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL (INIAF), 2012. Registro Nacional de Variedades y Variedades Protegidas. La Paz, Bolivia. p. 17

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS (MACA), 2005. El Cultivo de Haba. Boletín Técnico. La Paz, Bolivia. p. 28.

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS (MACA), 1983. Nuestros Conocimientos, Prácticas Agropecuarias Tradicional en Bolivia. Vol. 1. La Paz, Bolivia. pp. 126 - 131.

MIRANDA, R. 2002. Apuntes de la materia de edafología. U.M.S.A. La Paz, Bolivia.

MOREIRA, A. y MILAN, 1995. Calidad Nutritiva del Haba, Seminario Taller sobre; Haba de Exportación, IBTA. Cochabamba, Bolivia. pp. 7 - 22.

MUJICA A. y CANAHUA A. 1989. Fases fenológicas del cultivo de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd.). En Curso Taller Fenología de Cultivos Andinos y Uso de la Información Agro meteorológica. PICA. Puno, Perú. pp. 22 - 37.

NIÑO, V. 2005. Guía Agronómica Cultivo de Haba. Recomendaciones Técnicas para Siembra en la Sierra Peruana. S/ed. Churín, Perú. pp. 6 - 24.

ORELLANA, A. 1985. Cultivo de Haba. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. pp. 20 - 106.

ORELLAN J. 1991. Sexta Reunión de Leguminosas de grano de la Zona Andina. Santa Cruz, Bolivia. pp. 78 - 81.

ORS (Oficina Regional de Semilla), 2006. Haba. Preparación del Terreno, La Siembra, Riego. Cartilla Maya. La Paz, Bolivia. p. 18.

ORS (Oficina Regional de Semilla), 2006. Haba. Labores Culturales, Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades. Cartilla Paya. La Paz, Bolivia. p. 22.

ORS (Oficina Regional de Semilla), 2006. Haba. Cosecha y Postcosecha. Cartilla Kimsa. La Paz, Bolivia. pp. 18 - 20.

ORS (Oficina Regional de Semilla), 2006. Haba. Mercado y Precio, Características del vendedor, Transformación. Cartilla Pusi. La Paz, Bolivia. p. 26.

ORS y JICA, 2006. Producción de Semilla. Haba. Cartilla Informativa. Editores. ORS-LP, JICA, Proyecto Achacachi. La Paz, Bolivia. p. 26.

ORS, JICA y UPCA, 2004. Producción de Haba para Consumo y Semilla. Editores. ORS, Prefectura de La Paz. Programa Achacachi. La Paz, Bolivia. p. 48.

PALADINES, O. 2002. Metodología de pastizales para trabajar en fincas y Proyectos de desarrollo agropecuario. Ministerio de Agricultura y Ganadería

PAREDES, R. 2007. Opción de Adaptación al Cambio Climático en el Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.) Altiplano Norte La Paz. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 87.

PDM, 2010. Plan de Desarrollo Municipal de Batallas. Tercera Sección. Provincia Los Andes. Departamento de La Paz, Bolivia.

PICHARDO, J. 2010. Crecimiento y Rendimiento de Haba (*Vicia faba* L.) en Ambientes Contrastantes. Montecillo Texcoco. Tesis Doctor en Ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México. pp. 118 – 135.

PROINPA, 2001. Mercado Internacional del Haba. S/ed. La Paz, Bolivia.

QUIÑONES, J. 1994. Manual Práctico de Manejo de suelos en Ladera - Guía Técnica en el Uso Adecuado del Estiércol y Compostaje. Honduras. p. 5.

RAIJ, B. V. 1991. Fertilidad del suelo. Piricaba: Ceres. Potafos. p. 343.

RAGHOTHAMA, K. G. 1999. Phosphate acquisition. Annual Review of Plant Physiology and Plan Molecular Biology. pp. 665 – 693.

RAMIREZ, J. 1986. Serie Agropecuaria (cartilla) Fondo Social de Emergencia, La Paz, Bolivia. pp. 1 - 2.

RAMOS, P. 1999. Siete Años de Economía Boliviana Universidad Mayor de San Andrés, Primera Edición La Paz Bolivia, pp. 45.

RODRIGUEZ, F. 1989. Fertilizantes Nutrición Vegetal. AGT EDITOR, S.A. México, pp. 37 - 39

ROJAS, F. 2001. Catálogo de Plantas. Universidad Mayor de San Andes. Facultad de Agronomía. pp. 6 - 79.

SARMIENTO, J. 1990. Guía para el Manejo de Plagas en Cultivos Andinos, Sub tropicales, Santiago, Chile. pp. 73 - 86.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), 2011. Archivos, datos históricos de temperaturas, precipitaciones y humedad relativa ambiente, Batallas - La Paz, Bolivia.

SEPAR (Servicios Educativos, Promoción y Apoyo Rural), 2004. Estiércoles, Boletín. Composición Química del Estiércol.

SERVICIO DEPARTAMENTAL AGROPECUARIO (SEDAG-LP.), 2009. Proyecto “Mejoramiento de la Producción de la Haba en el Altiplano Norte del Departamento de La Paz”, La Paz, Bolivia. pp. 28 – 30.

SERVICIO DEPARTAMENTAL AGROPECUARIO (SEDAG-POTOSI) y PROGRAMA DE APOYO AL SECTOR AGROPECUARIO POTOSI (PASAP), 2003. Estudio Técnico y Económico de la Factibilidad de la Cadena Productiva de Haba. Potosí, Bolivia. pp. 50 - 53.

SEQUI, P. 2004. LOS MICROELEMENTOS EN LA NUTRICIÓN VEGETAL. Impreso por: META srl – Corso Trento e Trieste, 43 – 66034 LANCIANO (Ch). Italia. pp. 27 - 55.

SINGH, R. P., SRIVASTAVA, H. S. 1999. Nitrogen nutrition and plant growth. Science Publishers. p. 347.

SOSA, A. 2002. Manual Agropecuario, Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente “LEXUS”. Impreso en Colombia por Quebecor World. Bogotá, Colombia. pp. 702 - 705.

SURCO, M. I. 2009. Evaluación de Comportamiento Agronómico del Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.) bajo Cinco Diferentes Láminas de Riego. Tesis. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. p. 84.

TAPIA, M. E., SANCHEZ, I., MORON, C., AYALA, G., FRIES, A. M., BACIGALUPO, A. 1997. Cultivos Andinos Sub Explotados y su Aporte a la Alimentación, Agronomía de los cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Segunda Edición. FAO. Santiago de Chile, pp. 129 - 149.

TORRES, M. 2004. Fertilización sustentable. (en línea) Consultado Noviembre 2012 Disponible en <http://www.fertilizando.com>

VÁSQUEZ BECALLI, E. 1992. Fisiología Vegetal, Habana Cuba pp. 356 - 358

VILLARROEL, S. 1997. Manejo de Plagas. Tomo 1. Ed. Cadia Ballance. Cochabamba, Bolivia. p. 63.

WAAIJEMBERG, H. 2000. Programa Nacional de Leguminosas de Grano: Resultados de investigación 1991 – 1998 Cochabamba – Bolivia. pp. 5 - 8.

ANEXOS

Anexo 1. Vista Comunidad de Chirapaca y el terreno del experimento cultivo de haba



Anexo 2. Fase de emergencia del cultivo de haba a los 35 días Gigante Copacabana y Usnayo a los 38 días después de la siembra



Anexo 3. Fase de macollamiento del cultivo de haba



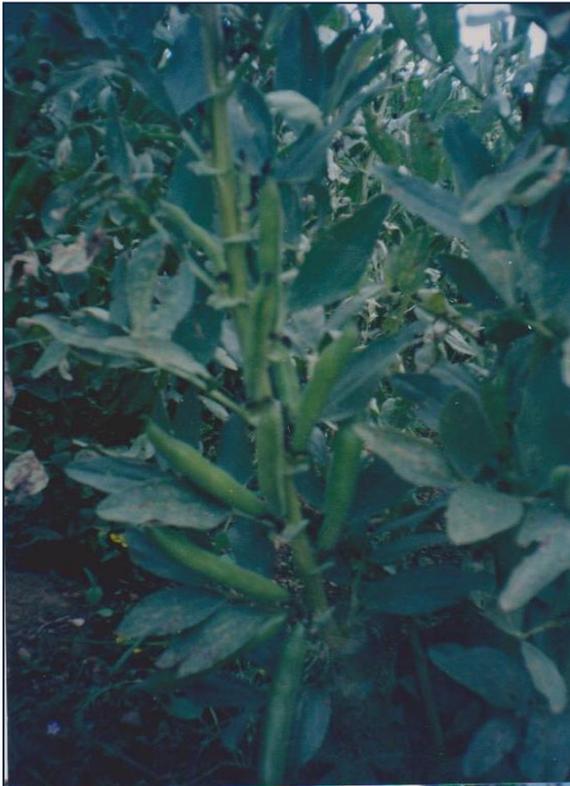
Anexo 4. Control fitosanitario



Anexo 5. Fase de floración a los 95 días



Anexo 6. Fase envainada del cultivo de haba a los 115 - 120 días



Anexo 7. Fase llenado de granos cultivo de haba a los 148 a 150 días



Anexo 8. Pasillo entre bloques en el experimento



Anexo 9. Parcela experimental en plena maduración



Anexo 10. Emparve (calchado), después de la cosecha



Anexo 11. Traslado de haba después de la cosecha con representante de la Asociación de Productores de Haba (APROHABA)



Anexo 12. Secado de vainas por repeticiones y tratamientos



Anexo 13. Lectura de datos referente a la altura de la planta en las cuatro repeticiones y en diferentes tratamientos expresados en cm

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
F ₁ /V ₁	110.0	110.4	114.9	96.7	108.00
F ₁ /V ₂	114.7	89.0	116.9	116.2	109.20
F ₂ /V ₁	114.6	80.7	117.7	98.5	102.87
F ₂ /V ₂	111.3	98.3	110.3	96.1	104.00
F ₃ /V ₁	105.8	95.8	114.2	98.6	103.60
F ₃ /V ₂	106.0	101.4	111.6	102.5	105.37
F ₄ /V ₁ (Testigo)	101.1	96.7	101.0	90.2	97.25
F ₄ /V ₂ (Testigo)	93.1	80.0	102.9	86.8	90.70

Anexo 14. Lectura de datos referente a número de macollos por planta en cuatro repeticiones y en diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
F ₁ /V ₁	7.6	6.4	7.9	6.5	7.10
F ₁ /V ₂	9.7	6.4	8.3	7.5	7.98
F ₂ /V ₁	7.9	5.3	6.8	5.9	6.48
F ₂ /V ₂	7.7	5.9	7.5	6.7	6.95
F ₃ /V ₁	7.0	6.8	7.3	6.8	6.98
F ₃ /V ₂	7.2	6.6	8.0	6.4	7.05
F ₄ /V ₁ (Testigo)	6.0	5.7	5.9	4.8	5.60
F ₄ /V ₂ (Testigo)	6.4	4.3	6.2	4.8	5.43

Anexo 15. Lectura de datos referente longitud de vaina por planta en cuatro repeticiones de los diferentes tratamientos expresados en cm

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
F ₁ /V ₁	13.5	12.0	13.9	13.2	13.15
F ₁ /V ₂	12.1	10.9	12.1	12.3	11.85
F ₂ /V ₁	13.8	11.7	13.9	13.2	13.15
F ₂ /V ₂	11.2	11.3	12.0	12.7	11.80
F ₃ /V ₁	13.7	12.2	12.6	13.2	12.93
F ₃ /V ₂	11.5	11.7	12.3	12.0	11.88
F ₄ /V ₁ (Testigo)	11.6	10.7	11.3	11.1	11.18
F ₄ /V ₂ (Testigo)	10.8	9.8	10.7	11.2	10.63

Anexo 16. Lectura de datos referente a número de vainas por planta en cuatro repeticiones y en diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
F ₁ /V ₁	36.7	31.8	35.4	35.9	34.95
F ₁ /V ₂	52.5	27.4	62.8	58.1	50.20
F ₂ /V ₁	37.4	19.5	34.7	28.7	30.08
F ₂ /V ₂	34.3	31.0	25.5	29.1	29.98
F ₃ /V ₁	33.2	25.8	53.3	34.9	36.80
F ₃ /V ₂	44.4	39.3	46.9	31.3	40.48
F ₄ /V ₁ (Testigo)	24.8	22.5	26.7	17.2	22.80
F ₄ /V ₂ (Testigo)	24.3	22.4	26.4	20.8	23.48

Anexo 17. Lectura de datos referente al peso de 100 granos en diferentes repeticiones y tratamientos expresados en Gramos

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
F ₁ /V ₁	262.3	255.3	236.2	271.7	256.38
F ₁ /V ₂	238.4	201.2	213.4	230.6	220.90
F ₂ /V ₁	233.1	266.7	234.1	246.1	245.00
F ₂ /V ₂	215.4	200.0	223.7	227.7	216.70
F ₃ /V ₁	278.2	267.6	235.5	258.6	259.98
F ₃ /V ₂	197.3	211.1	212.5	225.4	211.58
F ₄ /V ₁ (Testigo)	267.1	233.4	233.8	221.8	239.03
F ₄ /V ₂ (Testigo)	206.1	213.8	211.6	229.4	215.23

Anexo 18. Lectura de datos referente al rendimiento de grano seco en diferentes repeticiones y tratamientos expresados en t/ha

TRATAMIENTO	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
F ₁ /V ₁	6.22	4.07	4.19	5.04	4.88
F ₁ /V ₂	7.20	2.83	9.16	9.20	7.10
F ₂ /V ₁	4.85	0.99	4.28	3.06	3.30
F ₂ /V ₂	4.16	3.30	2.32	3.43	3.30
F ₃ /V ₁	5.57	2.89	8.78	5.34	5.65
F ₃ /V ₂	7.65	4.76	5.73	3.76	5.48
F ₄ /V ₁ (Testigo)	3.96	2.79	3.68	1.10	2.88
F ₄ /V ₂ (Testigo)	2.25	1.95	2.83	2.07	2.28

Anexo 19. Análisis económico para el uso de fertilizantes orgánicos, para la producción de haba en grano seco

INVERSION	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNIT.	C. TOTAL
Barbijos y/o hociguera	Unidad	1	50.00	50.00
Guantes de goma	Par	2	5.00	10.00
Flexómetro	Unidad	1	10.00	10.00
Cámara fotográfica	Unidad	1	200.00	200.00
TOTAL				Bs 270.00 \$us 38.79
COSTOS FIJOS	UNIDAD	CANTIDAD	C.UNIT.	C. TOTAL
Roturación de terreno	Horas/tractor	2	90.00	180.00
Desterronado	Horas/tractor	1	90.00	90.00
Nivelado y Diseño	Horas/tractor	1	90.00	90.00
Siembra	Jornal	5	45.00	225.00
Desmalezado	Jornal	5	45.00	225.00
Aporque	Jornal	5	45.00	225.00
Control fitosanitario	Jornal	3	45.00	135.00
Escarda	Jornal	5	45.00	225.00
Riego	Jornal	5	45.00	225.00
Cosecha	Jornal	5	45.00	225.00
Trillado	Jornal	3	45.00	135.00
Venteadado	Jornal	2	45.00	90.00
Embolsado	Jornal	5	45.00	225.00
Semilla (Gigante Copacabana)	Kilo	10	45.00	450.00
Semilla (Usnayo)	Kilo	10	45.00	450.00
Otros	Global	1	100.00	100.00
TOTAL				Bs 3295.00 \$us 473.42
COSTOS DE VARIABLE	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNIT.	C. TOTAL
Mancozeb	Kilogramo	1	60.00	60.00
Nitrofoska foliar	Kilogramo	1	35.00	35.00
Cal y Ceniza	Kilogramo	4	5.00	20.00
estiércol ovino	Kilogramo	200	0.45	90.00
estiércol bovino	Kilogramo	200	0.38	76.00
estiércol equino	Kilogramo	200	0.25	50.00
TOTAL				Bs 331.00 \$us 47.56

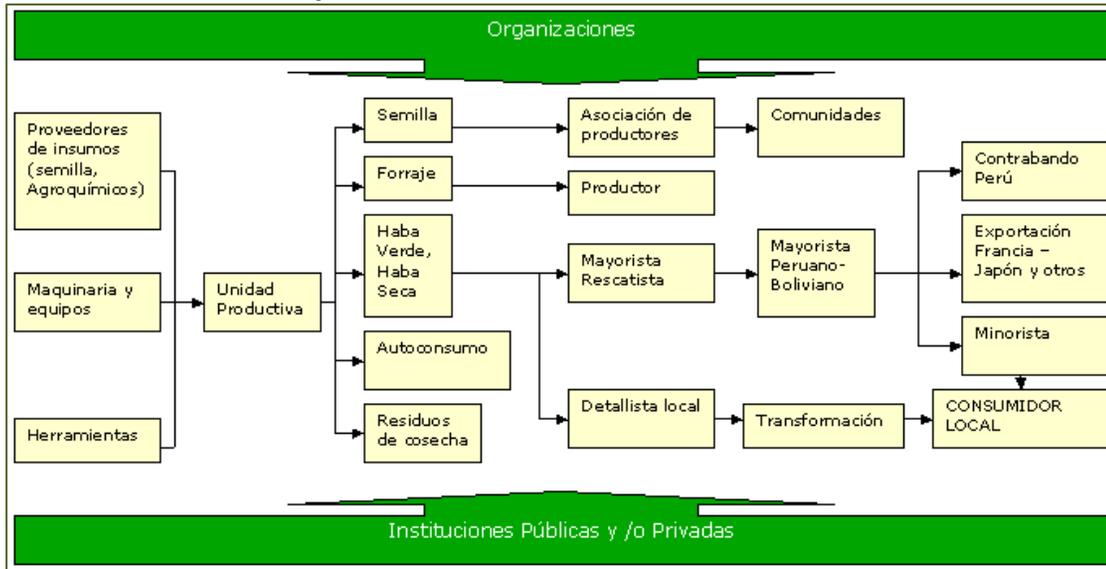
Tasa de cambio Bs 6.96 = \$us 1.00

Anexo 20. Comportamiento en la superficie cultivada, producción y rendimiento en Bolivia

AÑO AGRICOLA	SUPERFICIE (hectáreas)	PRODUCCION (Toneladas Métricas)	RENDIMIENTO kg/ ha
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.

Anexo 21. Cadena productiva del cultivo haba



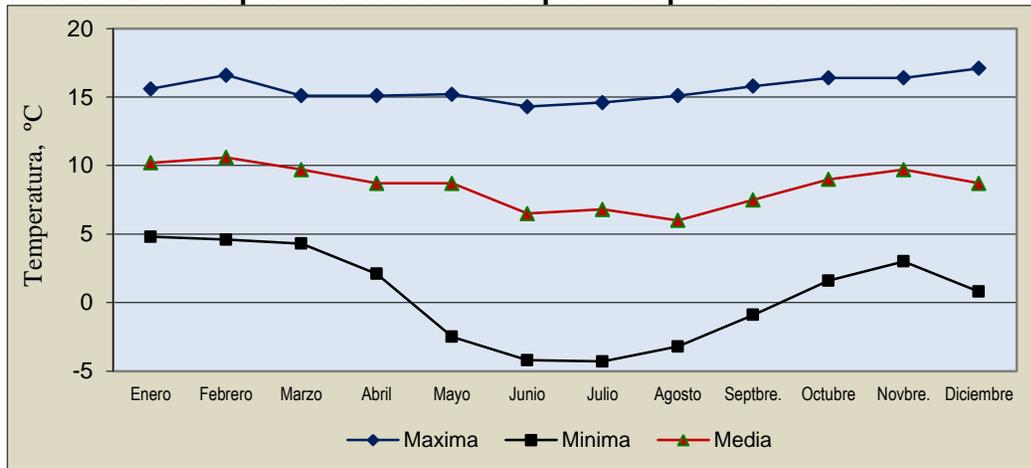
Fuente: INE (2001)

Anexo 22. Principales destinos de las exportaciones bolivianas de haba seca (kg)

PAISES	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ARGENTINA	412	12.614	18.260	8.652	15.840	15.778
FRANCIA	167.000	75.000	79.100	20.000	79.500	60.000
ESTADOS UNIDOS		37.004	27	18.534	645	19.707
CANADA		55.000	95.071	110.008	137.000	134.000
PERU		14.835		18.000		
PAISES BAJOS			20.000	18.000		18.000
ESPAÑA	34.100	18.400			18.000	174.000
JAPON	77.600	261.000	102.000	90.000	218.800	83.000
PORTUGAL	113.000	92.000	149.000	85.000	94.000	76.800
COLOMBIA	220.000		18.000			

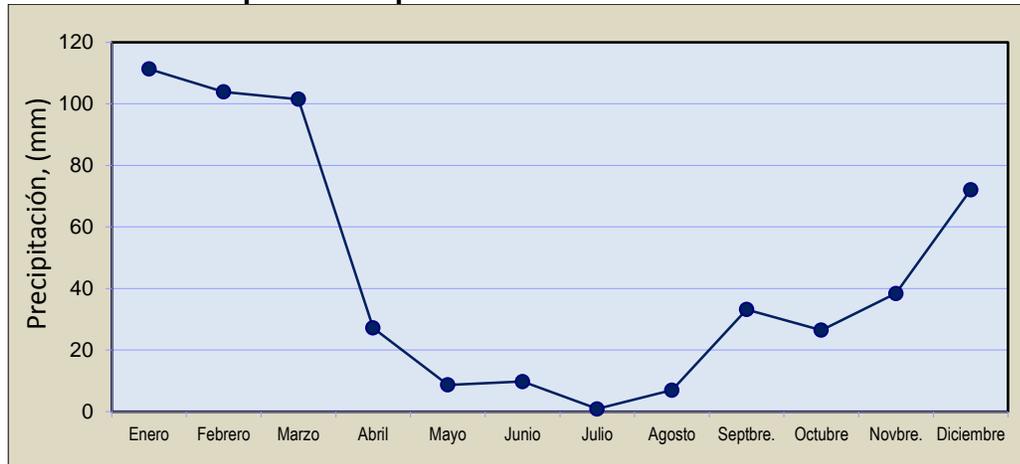
Fuente: MACA (2005)

Anexo 23. Comportamiento de la temperatura promedio - Batallas



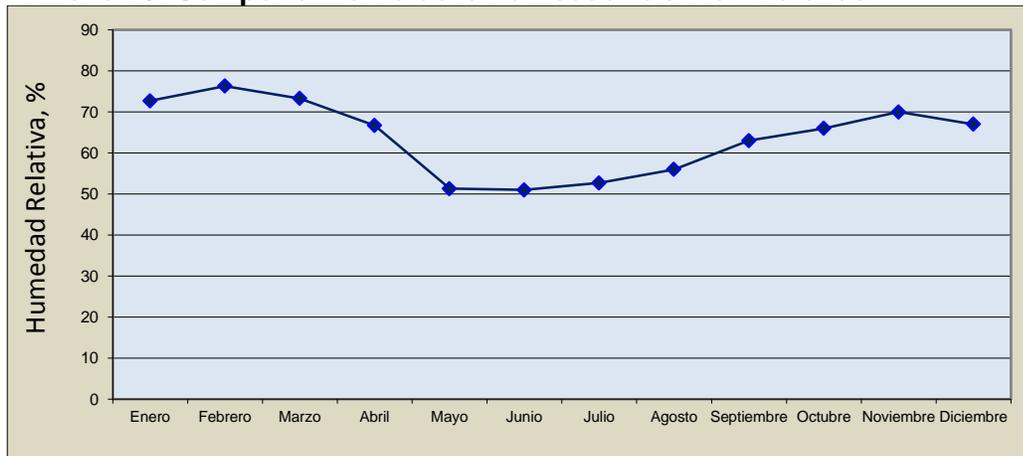
Fuente: SENAMHI (2010)

Anexo 24. Precipitaciones promedio - Batallas



Fuente: SENAMHI (2010)

Anexo 25. Comportamiento de la humedad relativa - Batallas



Fuente: SENAMHI (2010)

Anexo 26. Análisis de laboratorio del suelo

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencia Puras y Naturales
Instituto de ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo S030/10

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS

Cliente	CARRERA DE AGRONOMIA - UPEA
Solicitante	Narciso Mamani Cahuapaza
Dirección del cliente	Av. N° 764, Zona Estrellas de Belén
Procedencia de la Muestra	Municipio de Batallas, Comunidad Chirapaca Provincia Los Andes Departamento de La Paz
Punto de muestreo	Cultivo de Haba en comunidad Chirapaca
Responsable del muestreo	Narciso Mamani Cahuapaza
Fecha de muestreo	11 de septiembre
Hora de muestreo	12:00
Fecha de recepción de la muestra	13 de septiembre
Fecha de ejecución del ensayo	13 de septiembre a 4 de octubre
Caracterización de la muestra	Suelo
Tipo de muestra	Compuesta
Envase	Bolsa plástica
Código	30-1

Resultado de Análisis

Parámetros	Método	Unidad	Limite de determinación	N 1 30-1
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0.0014	0.14
Carbón orgánico	WSP S-9.10	%	0.060	1.3
Materia orgánica	WSP S-9.10	%	0.10	2.3
Fosforo disponible	ISRIC 14-2	Mg/kg	1.5	39
Potasio intercambiable	WSP S-5.10	Cmolc/kg	0.0053	0.10
Calcio intercambiable	WSP S-5.10	Cmolc/kg	0.016	2.4
Magnesio intercambiable	WSP S-5.10	Cmolc/kg	0.00083	0.55
Sodio intercambiable	WSP S-5.10	Cmolc/kg	0.00083	0.14
Acidez intercambiable	ISRIC 11	Cmolc/kg	0.050	0.10
Cobre disponible	ASPT-70	Mg/kg (ppm)	0.20	2.0
Hierro disponible	ASPT-70	Mg/kg (ppm)	0.20	109
Manganeso disponible	ASPT-70	Mg/kg (ppm)	0.080	117
Zinc disponible	ASPT-70	Mg/kg (ppm)	0.080	3.9

Parámetros que se encuentran dentro del alcance de la acreditación

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados

El informe no debe reproducirse sin la autorización escrita del LCA, salvo que la producción sea de su integridad.

La Paz, Octubre 06 de 2010

CC.: Archivo


Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Campus Universitario: Calle 27 Cota Cota, La Paz, 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia, Fax: 591-2797511
E mail: lca_ie@yahoo.com

Anexo 27. Análisis de laboratorio, estiércol

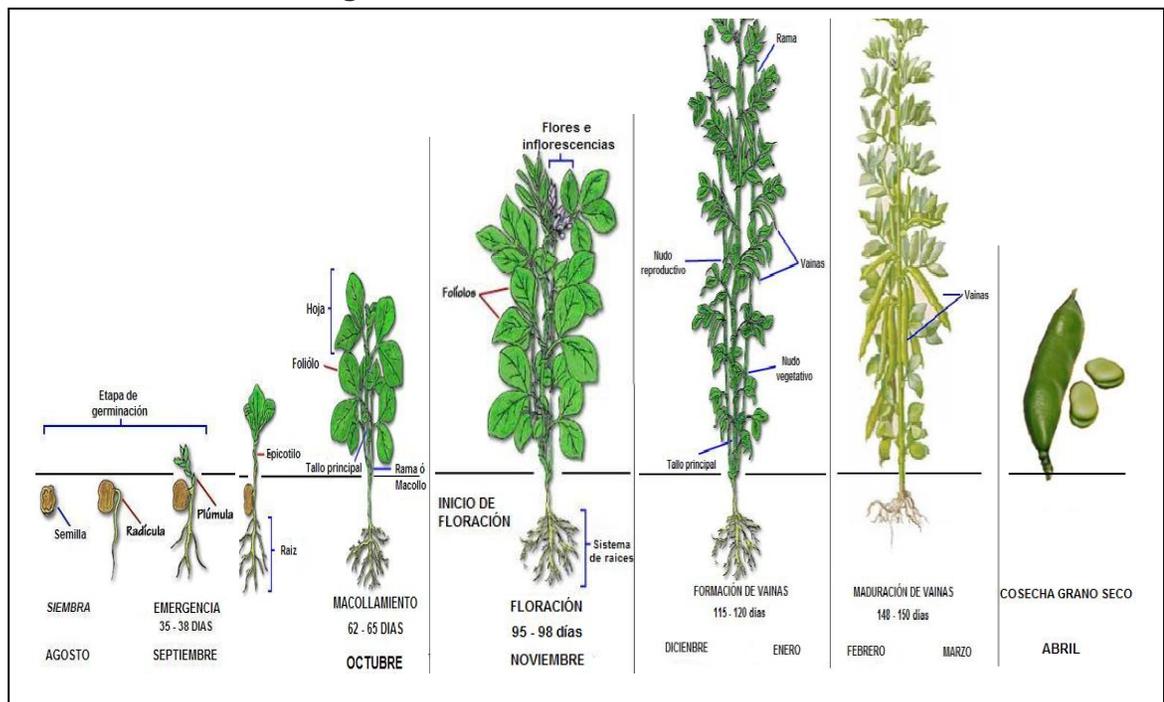
MINISTERIO DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO <small>INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR CENTRO DE INVESTIGACIONES NUCLEARES DIVISION DE QUIMICA</small>												
ANALISIS QUIMICO DE ABONOS												
INTERESADO : NARCISO MAMANI CAHUAPAZA PROCEDENCIA : Departamento de LA PAZ						N° SOLICITUD: 090 FECHA DE RECEPCION : 26 /junio FECHA DE ENTREGA : 11 /julio						
N° Lab	CODIGO	Nitrogeno % N	Fósforo % P	Potasio % K	Materia orgánica %	Calco %	Magnesio ppm	Hierro %	Manganeso ppm	Zinc ppm	Cobre ppm	Humedad %
251 /2010	Estiércol de bovino	1.30	0.19	0.84	22.11	0.77	0,25	0.25	8.10	25.96	6.21	36.31
252 /2010	Estiércol de equino	1.41	0.48	1.62	29.20	0.99	0,41	0.20	7.07	65.56	6.75	46.35
253 /2010	Estiércol de ovino	1.77	0.52	2.17	32.61	1.43	0,49	0.21	11.85	57.31	13.90	29.45




RESPONSABLE DE LABORATORIO
JORGE CHUNGARA

Of. Av. 6 de Agosto 2905, Telf.: 2433481 - 2430309 - 2433877 - 2128383 Fax: (0591-2) 2433083 . La Paz - Bolivia
 Casilla 4821, Telf.-2800095 CIN-Viacha, E-mail: ibton@santafnet.bo

Anexo 28. Fase fenológica del cultivo de haba



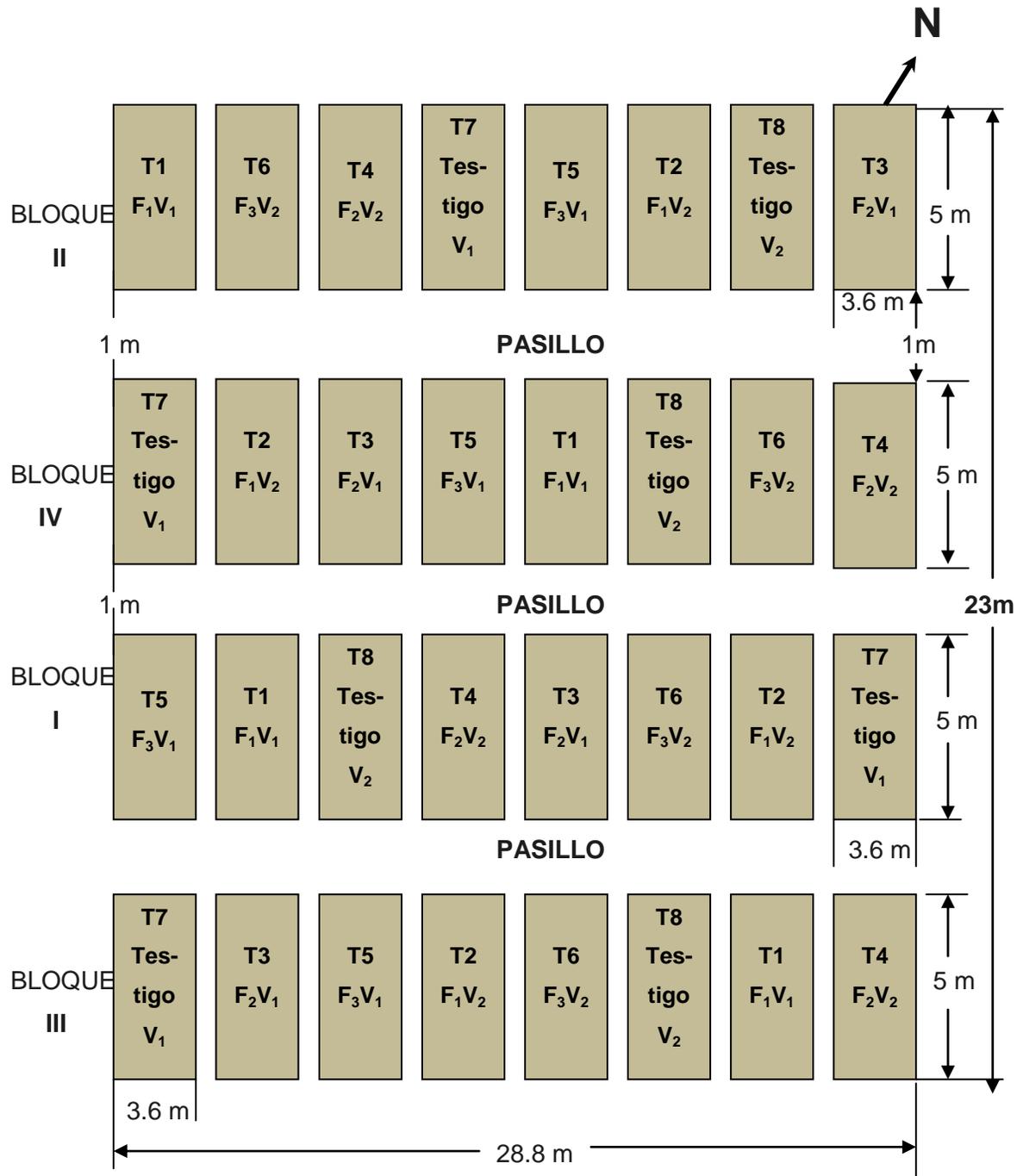
Anexo 29. Características de la parcela experimental

Área total del experimento	=	662.4 m ²
Área aprovechable (cultivable)	=	576 m ²
Área con materia orgánica (estiércol)	=	432 m ²
Área de testigos	=	144 m ²
Área del bloque	=	105 m ²
Área total de pasillos	=	86.4 m ²
Número de bloques	=	4
Número total de unidades Experimentales	=	32
Características de Unidades Experimentales (3.6 x 5)	=	18 m ²
Número de Surcos por Unidad Experimental	=	6
Distancias de Surcos	=	0.60 m
Distancia entre plantas	=	0.30 m
Número de Golpes (semillas) por Surco	=	17
Número de Golpes (semillas) por Tratamiento (17 * 6)	=	102
Número de Golpes (semillas) por Bloque (102 * 8)	=	816
Total Golpes (semillas) del experimento (816*4)	=	3264 unidades
Número de parcelas con estiércol de Bovino	=	8
Número de parcelas con estiércol de Ovino	=	8
Número de parcelas con estiércol de Equino	=	8
Peso de estiércol por surco	=	4.14 kg
Peso de estiércol por unidad experimental	=	24.84 kg
Peso de los estiércoles por bloque	=	149.04 kg
Peso de cada fuente orgánica	=	198.72 kg
Peso total de estiércol de ovino, bovino y equino	=	596.16 kg

Anexo 30. Tratamiento de Fertilización Orgánica y Variedades del Cultivo de Haba

Tratamientos	Combinación de niveles por factor	Descripción de los niveles del factor F con el factor V
T1	F ₁ V ₁	Estiércol ovino con Variedad Gigante Copacabana
T2	F ₁ V ₂	Estiércol ovino con Variedad Usnayo
T3	F ₂ V ₁	Estiércol bovino con Variedad Gigante Copacabana
T4	F ₂ V ₂	Estiércol bovino con Variedad Usnayo
T5	F ₃ V ₁	Estiércol equino con Variedad Gigante Copacabana
T6	F ₃ V ₂	Estiércol equino con Variedad Usnayo
T7 (Testigo)	F ₄ V ₁	Sin estiércol con Variedad Gigante Copacabana
T8 (Testigo)	F ₄ V ₂	Sin estiércol con Variedad Usnayo

Anexo 31. Distribución de Tratamientos y Orientación de la Parcela Experimental



- ✓ Área cultivable : 5 m x 3.6 m = 18 m² → 18 m² x 32 (parcelas) = **576.0 m²**
- ✓ Pasillos : 1 x 28.8 = 28.8 m² → 28.8 m² x 3 (pasillos) = **86.4 m²**
- ✓ Total área experimental : 86.4 m² + 576 m² = **662.4 m²**

Anexo 32. Parcela de Unidad Experimental

