

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



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VIGORTOP EN DOS VARIEDADES
DE HABA (*Vicia faba* L.), EN EL MUNICIPIO DE ACHOCALLA DEL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

RAÚL HUMBERTO CRUZ TINTAYA

La Paz – Bolivia
2017

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

**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VIGORTOP EN DOS VARIEDADES
DE HABA (*Vicia faba* L.), EN EL MUNICIPIO DE ACHOCALLA
DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

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

RAÚL HUMBERTO CRUZ TINTAYA

Asesor:

Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez _____

Comité Revisor:

Ing. Agr. René Calatayud Valdez _____

Ing. Agr. Freddy Porco Chiri _____

Ing. Agr. Jonhy Cesar Oliver Cortéz _____

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador: _____

DEDICATORIA

A mis queridos padres Roberto y Paulina, quienes me apoyaron y me dieron la mejor herencia de mi vida.

A mis queridos hermanos: José, Jimena y Jaqueline a quienes deseo que mi experiencia les sirva y motive para una constante superación.

A mi hijita hermosa Eliana V. y a mi amada esposa Pamela M. por su amor, su comprensión, su apoyo incondicional y sobre todo por su confianza.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme sabiduría para culminar mis estudios y en quien encontré la fuerza para seguir adelante.

A la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés, por acogerme y permitirme acceder a una educación superior.

Al plantel docente de la Facultad de Agronomía, por su enseñanza durante mi formación profesional.

A mi asesora Ing. M. Sc. Celia Fernández Chávez por su paciencia, orientación, colaboración y sugerencias realizadas durante la investigación y redacción del presente documento.

A mis revisores:

Ing. Freddy Porco Chiri por el aporte valioso, explicaciones y sugerencias para el avance de la investigación y posterior corrección para plasmar el presente documento.

Ing. René Calatayud Valdez por la confianza y consejos realizados para el desarrollo del documento.

Ing. Jonhy Oliver Cortéz por el tiempo dedicado en la revisión, corrección y sugerencias del presente trabajo de investigación.

A la Ing. Rosario Chura Villacorta por su amistad y por su valiosa contribución, guía, orientación y constancia durante el desarrollo y culminación de este trabajo.

Un especial agradecimiento a mi amada esposa Pamela Mancilla y a mi hermosa hijita Eliana, que son mi razón para seguir adelante.

A mis padres Roberto y Paulina, por su inmenso cariño, comprensión, dedicación y apoyo incondicional durante el transcurso de mi vida.

A mis hermanos José, Jimena y Jaqueline, quienes siempre me apoyaron en todo momento y me brindaron sus sabios consejos.

A mis amigos Hernán Ino, Juan Carlos, Sergio, Pablo, Álvaro, Grover, Gerardo, Victoria y Cesar por compartir bellos momentos y por su apoyo en la realización del trabajo final.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Justificación..... | 2 |
| 1.2. Objetivos | 3 |
| 1.2.1. Objetivo General | 3 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 3 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 4 |
| 2.1. Importancia del cultivo..... | 4 |
| 2.2. Importancia para la seguridad y soberanía alimentaria | 5 |
| 2.3. Producción de haba en Bolivia | 5 |
| 2.4. Descripción del cultivo de Haba | 7 |
| 2.4.1. Origen de la especie..... | 7 |
| 2.4.2. Clasificación taxonómica | 8 |
| 2.4.3. Características Fenológicas | 8 |
| 2.4.3.1. Fenología | 8 |
| 2.4.3.2. Ciclo vegetativo | 8 |
| 2.4.4. Descripción botánica | 10 |
| 2.4.4.1. Raíz | 10 |
| 2.4.4.2. Tallo..... | 11 |
| 2.4.4.3. Hojas | 11 |
| 2.4.4.4. Flores e Inflorescencia | 11 |
| 2.4.4.5. Fruto | 12 |
| 2.4.4.6. Semilla..... | 12 |
| 2.4.5. Variedades | 12 |
| 2.4.6. Características nutricionales | 13 |
| 2.4.7. Exigencias agroecológicas del cultivo | 15 |
| 2.4.7.1. Condiciones edáficas | 15 |
| 2.4.7.2. Condiciones climáticas | 16 |
| 2.4.8. Manejo agronómico del cultivo | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.8.1. Preparación del suelo..... | 18 |
| 2.4.8.2. Época de siembra | 18 |
| 2.4.8.3. Densidad de siembra, distancias y profundidad | 19 |
| 2.4.8.4. Labores culturales..... | 20 |
| 2.4.8.4.1. Riego..... | 20 |
| 2.4.8.4.2. Control de malezas..... | 20 |
| 2.4.8.4.3. Aporque..... | 21 |
| 2.4.8.4.4. Plagas y Enfermedades | 21 |
| 2.4.8.4.5. Cosecha | 22 |
| 2.4.8.4.6. Rendimiento | 23 |
| 2.4.8.5. Fertilización | 23 |
| 2.4.8.5.1. Fertilización foliar..... | 24 |
| 2.4.8.6. Bioinsumos agrícolas | 26 |
| 2.4.8.6.1. Vigortop | 27 |
| 3. LOCALIZACIÓN | 29 |
| 3.1. Ubicación geográfica..... | 29 |
| 3.2. Características climáticas..... | 30 |
| 3.3. Suelos | 32 |
| 3.4. Topografía..... | 32 |
| 3.5. Flora | 33 |
| 3.6. Fauna | 34 |
| 3.7. Características agropecuarias..... | 35 |
| 4. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 37 |
| 4.1. Materiales..... | 37 |
| 4.1.1. Material biológico | 37 |
| 4.1.2. Material de Campo | 37 |
| 4.1.3. Material de escritorio | 37 |
| 4.2. Método | 38 |
| 4.2.1. Procedimiento experimental | 38 |
| 4.2.1.1. Diseño experimental..... | 38 |
| 4.2.1.2. Modelo lineal aditivo | 38 |
| 4.2.1.3. Factores de estudio..... | 39 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2.1.4. Croquis de la parcela experimental | 41 |
| 4.2.1.5. Características de la parcela experimental | 42 |
| 4.2.2. Procedimiento de campo | 42 |
| 4.2.2.1 Establecimiento de la parcela experimental | 42 |
| 4.3. Variables de Respuesta | 45 |
| 4.3.1. Variables agronómicas | 45 |
| 4.3.1.1. Días a la emergencia..... | 45 |
| 4.3.1.2. Altura de planta | 45 |
| 4.3.1.3. Diámetro de tallo | 45 |
| 4.3.1.4. Número de macollos..... | 45 |
| 4.3.1.5. Número de vainas por planta..... | 46 |
| 4.3.1.6. Número de granos por vaina | 46 |
| 4.3.1.7. Peso de vaina en estado verde | 46 |
| 4.3.1.8. Rendimiento | 46 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 47 |
| 5.1. Características Climáticas | 47 |
| 5.1.1. Temperatura..... | 47 |
| 5.1.2. Precipitación..... | 48 |
| 5.2. Análisis de variables agronómicas | 49 |
| 5.2.1. Días a la emergencia..... | 49 |
| 5.2.2. Altura de la planta a la madurez fisiológica | 51 |
| 5.2.3. Diámetro del tallo a la madurez fisiológica | 55 |
| 5.2.4. Número de macollos por planta a la madurez fisiológica | 57 |
| 5.2.5. Número de vainas por planta | 60 |
| 5.2.6. Número de granos por vaina a la cosecha..... | 63 |
| 5.2.7. Peso de la vaina a la cosecha..... | 67 |
| 5.3. Análisis económico..... | 73 |
| 6. CONCLUSIONES | 75 |
| 7. RECOMENDACIONES | 78 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 79 |
| Anexos | 97 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Superficie sembrada (ha) y producción de haba (ton) en Bolivia | 6 |
| Cuadro 2. Comparación del valor nutritivo del haba con otras leguminosas..... | 14 |
| Cuadro 3. Composición nutritiva por 100 gramos de haba seca y verde | 15 |
| Cuadro 4. Análisis físico-químico de vigortop..... | 27 |
| Cuadro 5. Composición de Vigortop..... | 28 |
| Cuadro 6. Especies vegetales nativas existentes en cabecera de valle | 34 |
| Cuadro 7. Especies silvestres de la zona..... | 35 |
| Cuadro 8. Formulación de tratamientos y su respectivo sorteo..... | 40 |
| Cuadro 9. Análisis de varianza para días a la emergencia | 50 |
| Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de la planta a la madurez fisiológica.... | 52 |
| Cuadro 11. Prueba de Duncan para altura de la planta a la madurez fisiológica..... | 53 |
| Cuadro 12. Análisis de Varianza para diámetro del tallo a la madurez fisiológica..... | 55 |
| Cuadro 13. Prueba de Duncan para diámetro del tallo a la madurez fisiológica | 57 |
| Cuadro 14. Análisis de Varianza para el número de macollos por planta a la madurez fisiológica | 58 |
| Cuadro 15. Prueba de Duncan para el número de macollos por planta a la madurez fisiológica | 59 |
| Cuadro 16. Análisis de Varianza para el número de vainas por planta | 61 |
| Cuadro 17. Prueba Duncan para el número de vainas por planta..... | 62 |
| Cuadro 18. Análisis de Varianza para el número de granos por vaina a la cosecha. 64 | |
| Cuadro 19. Prueba Duncan para número de granos por vaina a la cosecha | 66 |
| Cuadro 20. Análisis de varianza para el peso de la vaina a la cosecha..... | 67 |
| Cuadro 21. Prueba Duncan para el peso de la vaina a la cosecha..... | 69 |
| Cuadro 22. Análisis de varianza para el rendimiento en vaina verde..... | 70 |
| Cuadro 23. Prueba Duncan para el rendimiento en vaina verde..... | 72 |
| Cuadro 24. Resumen de la Evaluación económica a través de los..... | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio Achocalla | 29 |
| Figura 2. Límites geográficos del Municipio Achocalla..... | 30 |
| Figura 3. Croquis experimental de la parcela | 41 |
| Figura 4. Registro de temperaturas durante el desarrollo del cultivo en el Municipio de Achocalla (SENAMHI, 2014-2015)..... | 47 |
| Figura 5. Registro de precipitaciones durante el desarrollo del cultivo en el Municipio de Achocalla (SENAMHI, 2014-2015)..... | 48 |
| Figura 6. Porcentaje de emergencia de las semillas según variedad..... | 51 |
| Figura 7. Altura promedio de la planta a la madurez fisiológica | 53 |
| Figura 8. Diámetro promedio del tallo a la madurez fisiológica | 56 |
| Figura 9. Número de macollos por planta a la madurez fisiológica | 59 |
| Figura 10. Número promedio de vainas por planta | 61 |
| Figura 11. Número de granos por vaina a la cosecha..... | 65 |
| Figura 12. Peso promedio de las vainas a la cosecha | 68 |
| Figura 13. Rendimientos por tratamiento en ton/ha | 71 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Semillas de Haba | 86 |
| Anexo 2. Desinfección y siembra de las semillas..... | 86 |
| Anexo 3. Emergencia de las plantas de haba | 87 |
| Anexo 4. Plantas de haba en fase de macollamiento y floración | 87 |
| Anexo 5. Plantas de haba en formación de vainas | 88 |
| Anexo 6. Vainas de haba Gigante Copacabana y local | 88 |
| Anexo 7. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local sin fertilizante foliar | 89 |
| Anexo 8. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local a una dosis de | 90 |
| Anexo 9. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local a una dosis de | 91 |
| Anexo 10. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local a una dosis de | 92 |
| Anexo 11. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad Gigante de Copacabana sin fertilizante foliar | 93 |
| Anexo 12. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad Gigante de Copacabana a una dosis de 250 l/ha de vigortop | 94 |
| Anexo 13. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad gigante de Copacabana a una dosis de 500 l/ha de vigortop | 95 |
| Anexo 14. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad Gigante de Copacabana a una dosis de 1,000 l/ha de vigortop | 96 |
| Anexo 15. Altura de la planta promedio (cm) | 97 |
| Anexo 16. Diámetro del tallo a la madurez fisiológica (cm)..... | 97 |
| Anexo 17. Número de macollos por planta | 98 |
| Anexo 18. Número de vainas por planta | 98 |
| Anexo 19. Número de granos por vaina a la cosecha..... | 99 |
| Anexo 20. Peso de la vaina a la cosecha..... | 99 |
| Anexo 21. Rendimiento en vaina verde..... | 100 |

RESUMEN

EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE VIGORTOP EN DOS VARIEDADES DE HABA (*Vicia faba* L.), EN EL MUNICIPIO DE ACHOCALLA DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

En los últimos años la presión de producción agrícola, debido al incremento poblacional y a la presión de mercado, han venido incrementando el uso de productos agroquímicos que en diversa medida están alterando el medio ambiente, la salud humana y los sistemas productivos en general. En este sentido y siendo que en la actual agricultura comunitaria, los aportes de nitrógeno a través de la fijación en los nódulos de las leguminosas se consideran fundamentales para una producción sostenible, el cultivo de haba toma importancia estratégica en los sistemas de producción junto con la elaboración y promoción de bioinsumos agrícolas, como una alternativa de producción ecológica. Es así, que en la presente investigación se evaluó el comportamiento agronómico de dos variedades de haba con la aplicación de diferentes dosis de vigortop (biofertilizante). La investigación inició con el establecimiento de la parcela experimental, para la siembra se utilizaron semillas de la variedad Gigante de Copacabana y semillas de haba del lugar (local), siendo las dosis de vigortop aplicadas de 250, 500 y 1,000 l/ha. Entre los resultados obtenidos se observó que los tratamientos en los que se utilizó la variedad Gigante de Copacabana alcanzaron los mayores crecimientos en altura y mejores diámetros de tallo, aunque para ésta variable (diámetro) no se haya encontrado diferencias significativas con relación al haba local. En cuanto a las dosis, la de 500 l/ha fue la que permitió un mejor desarrollo vertical y mejor diámetro del tallo con 124.57 cm y 0.9 cm respectivamente a diferencia de los tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante foliar que alcanzaron 85.60 cm y 0.5 cm para las mismas variables. Con relación al número de macollos por planta, número de vainas obtenidas, número de granos por vaina y peso de las vainas, la variedad Gigante de Copacabana también superó al haba local, siendo la dosis de 500 l/ha la que consiguió los mejores resultados respecto del testigo y de las dosis de 1,000 l/ha y

250 l/ha. Referido al rendimiento, la variedad Gigante de Copacabana obtuvo un promedio de 13.9 ton/ha, valor superior al alcanzado por el haba local que obtuvo un promedio de 10 ton/ha. Entre las dosis de aplicación, la dosis de 500 l/ha fue la que reportó un rendimiento mayor con 15.2 ton/ha, siendo los tratamientos que no recibieron aplicación del fertilizante foliar los que presentaron el menor rendimiento con 7.2 ton/ha. Los resultados de las relaciones Beneficio/Costo, para todos los tratamientos fueron mayores a uno (1), lo que indica rentabilidad en la producción de haba independientemente de la variedad y de las dosis utilizadas. Sin embargo, las mejores relaciones Beneficio/Costo fueron presentadas por los tratamientos en los que se utilizó una dosis de 500 l/ha de vigortop con 2.93/100 y 2.36/100 Bs para la variedad Gigante de Copacabana y el haba local respectivamente.

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF VIGORTOP IN TWO VARIETIES OF BEAN (*Vicia faba* L.), IN THE MUNICIPALITY OF ACHOCALLA OF THE DEPARTMENT OF LA PAZ

In recent years the pressure of agricultural production, due to the population increase and the market pressure, have been increasing the use of agrochemical products that to a different extent are altering the environment, human health and the productive systems in general. In this sense, and because in the current community agriculture, the nitrogen inputs through the fixation in legume nodules are considered fundamental for a sustainable production, the bean cultivation takes strategic importance in the production systems together with the elaboration and promotion of agricultural bioinsumes, as an alternative of organic production. Thus, in the present research the agronomic behavior of two bean varieties was evaluated with the application of different doses of vigortop (biofertilizer). The research began with the establishment of the experimental plot, seeds of the variety Gigante Copacabana and bean seeds of the local (local) were used for the sowing, being the applied vigortop doses of 250, 500 and 1.000 l/ha. Among the results obtained, it was observed that the treatments using the variety Gigante de Copacabana reached the highest growth in height and better stem diameters, although for this variable (diameter) not significant differences were found in relation to the local bean. As for the doses, the one of 500 l/ha was the one that allowed a better vertical development and better diameter of the stem with 124.57 cm and 0.9 cm respectively, unlike the treatments that did not receive the application of the foliar fertilizer that reached 85.60 cm and 0.5 cm for the same variables. In relation to the number of pods per plant, number of pods obtained, number of grains per pod and pod weight, the Gigante Copacabana variety also surpassed the local bean, with a dose of 500 l/ha which obtained the best results with respect to the control and doses of 1,000 l/ha and 250 l/ha. Regarding yield, the variety Gigante Copacabana averaged 13.9 ton/ha, a value higher than that obtained by the local bean that obtained an average of 10 ton/ha. Among the doses

of application, the dose of 500 l/ha was the one that reported a higher yield with 15.2 ton/ha, being the treatments that did not receive application of the foliar fertilizer that presented the lowest yield with 7.2 ton/ha. The results of the Benefit/Cost ratios for all treatments were higher than one (1), indicating yield in bean production regardless of the variety and the doses used. However, the best Benefit/Cost ratios were presented for the treatments in which a dose of 500 l/ha of vigortop was used with 2.93/100 and 2.36/100 Bs for the Gigante Copacabana variety and the local bean respectively.

1. INTRODUCCIÓN

El origen exacto del haba (*Vicia faba* L.) no está determinado, sin embargo esta especie fue ampliamente difundida 3,000 años antes de cristo, estimándose el inicio de su domesticación aproximadamente 5,000 años antes de cristo. Es la leguminosa más antigua que se conoce en el mundo, los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde (SEDAG, PASAP y CIDI, 2003).

El cultivo de haba fue introducido en América 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 (ICTA, 2010).

En países desarrollados este cultivo es usado para el consumo humano y como forraje para los animales, mientras que en las regiones menos desarrolladas del mundo, se usa para el consumo humano, aprovechando su capacidad de almacenamiento como grano seco y contribuyendo a la seguridad alimentaria de la familia campesina (Crespo, 1996).

En Bolivia, el cultivo de haba se encuentra especialmente establecido en las altiplanicies y los valles interandinos altos, comprendiendo fundamentalmente los departamentos de Potosí, Oruro, Cochabamba, La Paz y en menor proporción los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz (Rojas, 1997).

Tradicionalmente este producto, ha estado orientado a la producción para el autoconsumo, sin embargo, en los últimos años ha cobrado importancia el cultivo de algunas variedades y ecotipos regionales (Gigante de Copacabana, Usnayo, Esquena, Criollo, etc.), por sus características de granos de calibre grande que resultan óptimos para la comercialización en los mercados internacionales.

1.1. Justificación

Actualmente, las tendencias en la política agraria de Bolivia, van encaminadas hacia una producción sostenible y más respetuosa con el medio ambiente, así como a conseguir una producción agrícola más competitiva en el mercado mundial. No obstante, en los últimos años la presión de producción agrícola, debido al incremento poblacional y a la presión de mercado, han venido incrementando el uso de productos agroquímicos que en diversa medida, están alterando el medio ambiente, la salud humana y los sistemas productivos en general.

Por otra parte, el SEDAG – PASAP y CIDI S.R.L. (2003), estiman que el consumo per cápita de haba fresca a nivel nacional es de 3 kg/año, lo cual es cubierto por la producción que alcanza a 60,000 ton, que permite satisfacer las necesidades de seguridad alimentaria de la población rural y urbana que demanda este producto. Sin embargo, si bien la demanda de consumo nacional está satisfecha no ocurre lo mismo con la demanda externa, ya que en la actualidad la exportación de haba verde es casi nula, porque no se cuentan con procesos tecnológicos que permitan cumplir con las condiciones de la demanda de este producto para fines de exportación.

En este sentido y siendo que en la actual agricultura comunitaria, los aportes de nitrógeno a través de la fijación en los nódulos de las leguminosas se consideran fundamentales para una producción sostenible, tanto económica como ambiental el cultivo de haba toma importancia estratégica en los sistemas de producción, junto con la elaboración y promoción de bioinsumos agrícolas, como una alternativa de producción ecológica.

Por tanto, surge la necesidad de realizar investigaciones sobre la introducción de variedades registradas, la incorporación de bioinsumos y el uso adecuado de éstos, con el fin de mejorar la producción y la productividad del cultivo, aparte de obtener alimentos libres de contaminación y capaces de competir en un mercado cada vez más exigente en cuanto a calidad y cantidad.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de haba (*Vicia faba* L.) con la aplicación de diferentes dosis de Vigortop, en el Municipio de Achocalla del Departamento de La Paz.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de la variedad Gigante de Copacabana (introducida) y del haba local
- Estudiar el efecto de la aplicación de tres diferentes dosis de Vigortop en el rendimiento de dos variedades de haba.
- Comparar los costos parciales de los tratamientos.

1.3. Hipótesis planteada

- Ho: El comportamiento agronómico de la variedad Gigante de Copacabana (introducida) y del haba local es similar en ambos casos.
- Ho: El efecto de la aplicación de tres diferentes dosis de Vigortop en el rendimiento de dos variedades de haba es el mismo.
- Ho: Los costos parciales de los tratamientos son similares.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importancia del cultivo

El haba (*Vicia faba* L.), es la séptima legumbre de grano en importancia en el mundo y la típica leguminosa de doble utilización, usándose tanto para alimentación humana por su gran aporte de proteína a la dieta, como también para alimentación animal. Además tiene un importante rol en la fijación de nitrógeno atmosférico, estimado en 100 - 120 kg N/ha (Confalone, 2008). Es por este último atributo, que el haba es utilizada en rotación de cultivos, ya que además de aportar nitrógeno, reduce enfermedades y plagas, y mejora la retención de humedad del suelo (Mera, 1999).

En el Altiplano, o en zonas con agricultura no mecanizada, el cultivo de haba es el más importante entre las leguminosas, debido a su rol en los sistemas productivos agrícolas (rotación, abono verde y fijador de nitrógeno); como insumo alimenticio para el ganado; como fuente proteica en la alimentación de la familia productora y como fuente de ingresos por su venta en mercados de consumo interno (haba verde y seca) y externo (haba seca) (PROINPA, 2001).

El cultivo de haba aparte de ser tradicional y permanente en las regiones comprendidas entre los 3000 y 3500 m.s.n.m., es uno de los principales, debido a su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas y fundamentalmente al fuerte aporte proteínico para la dieta alimentaría rural (Rojas, 1997).

Al respecto, Cardona (2000), señala que el cultivo de haba constituye una de las fuentes alimenticias de la población, en algunos casos es el producto indispensable en la dieta como fuente de proteínas, especialmente en el sector rural. Ésta leguminosa es importante por la calidad nutritiva de sus granos, que poseen proteína en aproximadamente la cuarta parte de su peso (24%) y su follaje sirve como forraje

para la alimentación del ganado, además de tener muchas cualidades como abono verde en las parcelas de un sistema productivo (IBTA, 1996).

2.2. Importancia para la seguridad y soberanía alimentaria

Vicia faba, es un cultivo poco exigente en nutrientes y se desarrolla en suelos marginales, no obstante su aporte a la agronomía es valiosa por cuanto preserva la fertilidad de los suelos, mediante la fijación de nitrógeno, su incorporación a la tierra como abono verde ha determinado incrementos en la producción de papa y cereales, mejorando la disponibilidad de materia orgánica, mayor retención de humedad y la estructura de los suelos, es una alternativa real para mejorar la capacidad productiva de los suelos del altiplano y los valles deficitarios en estos aspectos (CIPCA, 2004).

Las cualidades del haba, desde el punto de vista agrícola, pueden conducir a mejorar la salud de la población consumidora de manera directa al disminuir los efectos negativos de la sobre exposición a plaguicidas o indirectamente al disminuir la contaminación ambiental (CIPCA, 2004).

El haba, es una leguminosa que tiene un gran potencial no solo para la alimentación humana, sino también para la alimentación de animales. Su capacidad de poder ser almacenada como grano seco por varios años, garantiza la seguridad alimentaria de los agricultores para aquellos años agrícolas que son imprevisibles (Olarde, 1987 citado por PROINPA, 2001).

2.3. Producción de haba en Bolivia

El haba, es una de las pocas especies de leguminosas, que por su cualidad de tolerancia a las bajas temperaturas, ha logrado adaptarse a los ambientes donde se presentan frecuentes heladas, como el altiplano boliviano (IBTA, 1996).

Hanson (1995), divide las regiones de producción de haba en dos zonas agroclimatológicas: valles de producción de vaina fresca y zonas altas para la producción de vaina fresca y grano seco. Por su parte Cardona (2000), de acuerdo al amplio rango de adaptabilidad de haba, divide las zonas en producción en valles interandinos (a una altitud de 2300 a 2900 m.s.n.m.), para la producción de vaina verde y producción en altiplano (a una altitud de 3000 a 4000 m.s.n.m.), para vaina verde y grano seco.

En nuestro país se cuenta con producción de haba en 7 de los 9 departamentos, siendo el Departamento de Potosí la primera con 28.0%, le sigue La Paz con el 24.7%; Cochabamba se encuentra en tercer lugar con el 15.8%, Oruro con el 13.2%, Chuquisaca con el 12.3%, Tarija y Santa Cruz con el 5.7% y 0.4% respectivamente (SEDAG – PASAP – CIDI S.R.L., 2003).

En la gestión 2007, la superficie total sembrada de haba alcanzó a 30,120 hectáreas y la producción llegó a 60,026 ton (Cuadro 1). De ésta cantidad, Potosí aportó con 15,870 ton, La Paz con 14,000 ton; Cochabamba con 9,000 ton; Chuquisaca con 6,300 ton; y el resto corresponde a Tarija y Santa Cruz (Velasco, 2008 citado por PROINPA, 2001).

Cuadro 1. Superficie sembrada (ha) y producción de haba (ton) en Bolivia

| Año | 2006 | 2007 |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Superficie sembrado (ha) | 29,570 | 30,120 |
| Producción (ton) | 59,892 | 60,026 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos del MAGDER e INE (2001)

Según Coca (2007), la producción de haba en Bolivia es realizada enteramente por pequeños agricultores, dedicándose a su cultivo unas 7, 200.00 familias o unidades productivas que alcanzan a cultivar anualmente una superficie aproximada de 30,200 ha.

2.4. Descripción del cultivo de Haba

2.4.1. Origen de la especie

El haba es originaria de Medio Oriente o más específicamente de la región mesopotámica, con migraciones hacia la cuenca del Mediterráneo, Etiopía, India, Afganistán, China, Europa Central y Norte (Piérola, 1997).

Según el ICTA (2010), Afganistán y Etiopía se consideran como los principales centros de origen, aunque algunos autores mencionan que posiblemente el haba es de origen africano, que se cultiva desde hace unos cuatro mil años antes de cristo.

Cubero (1983), sitúa el centro de origen de *Vicia faba* L. en el Oriente Próximo y la zona mediterránea. La variedad botánica paucijuga se puede encontrar desde la India a Afganistán; la major en el mediterráneo sur, China y Latinoamérica; la minor en Etiopía y norte de Europa; y la equina en el norte de África y Egipto (Duc, 1997).

Para el Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios (2005), el haba es de origen asiático y fue traído por los españoles a América. Sin embargo, Heredia G. (1996), indica que el haba no tiene un origen bien definido, pero podría ser originario del área comprendida entre Afganistán y el Este del Mediterráneo, ya que no existen referencias de su cultivo en América antes de la llegada de los españoles.

2.4.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Cronquist (1988), se tiene la siguiente clasificación sistemática:

| | |
|--------------|----------------------|
| Reino: | Plantae |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Orden: | Fabales |
| Familia: | Fabaceae |
| Subfamilia: | Papilionoideas |
| Tribu: | Vicieae |
| Género: | Vicia |
| Especie: | <i>Vicia Faba</i> L. |
| Nombre común | Haba |

2.4.3. Características Fenológicas

2.4.3.1. Fenología

Las fases fenológicas de haba (*Vicia faba* L.) son: germinación, emergencia, primera hoja compuesta, segunda hoja compuesta, macollamiento, formación de botones florales, inicio de floración en el tallo principal, formación de vainas, maduración de vaina y madurez fisiológica (Mattos, 2000).

2.4.3.2. Ciclo vegetativo

Según Meneses (1996), los cultivares y ecotipos pertenecientes a la variedad botánica *Vicia faba* mayor, cultivadas principalmente en las zonas Andinas de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia tienen ciclo vegetativo muy largo.

Al respecto, Waaijenberg y Caro (2000), indican que los cultivos de los valles, en general, son plantas pequeñas, con un ciclo corto de 4 a 5 meses, mientras que los de las alturas son plantas grandes, con ciclo más largo de 5 a 8 meses. Datos que se asemejan a los señalados por el IBTA en 1996, en cuanto a que los cultivos de haba para valle alcanzan la madurez en vaina de 4 a 5 meses después de la siembra y de 4.5 a 5.5 meses en grano seco. En cambio los cultivares de haba para zonas altas alcanzan la madurez en vaina verde de 4 a 7 meses después de la siembra y de 5 a 8 meses en grano seco.

Por otra parte Soux, 1987 citado por FAO, 2007, asevera que el ciclo vegetativo del haba es de 180 a 200 días, mientras que Siles y Piérola (1993) afirman que existen variedades cuyo ciclo biológico puede alcanzar incluso de 8 a 10 meses.

- **Germinación.** Se inicia cuando la semilla entra en contacto con la humedad del suelo. La semilla absorbe agua inicialmente y ocurre en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones (ICTA, 2010).
- **Emergencia.** Entre los 15 a 30 días después de la siembra, el epicótilo empieza a crecer y se muestra sobre el nivel del suelo. Se considera que las plantas están en esta fase cuando el 50% de ellas presentan sus primeras hojas sobre el nivel del suelo (ICTA, 2010).
- **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 (MAGDER, 2001).
- **Macollamiento.** Esta fase se da a los 45 días, la plántula presenta la segunda hoja compuesta totalmente desplegada en el punto de inserción de los cotiledones donde aparecen los macollos que crecen paulatinamente (MAGDER, 2001).

- **Formación de botones florales.** El primer botón floral se desarrolla generalmente a partir de la axila de la quinta hoja compuesta, lo que sucede desde los 50 a los 70 días aproximadamente (MAGDER, 2001).
- **Formación de vainas.** El inicio de esta fase se presenta en el tallo principal, donde aparecen las primeras vainas, coincidiendo con la caída de la corola de la primera flor, se da desde los 65 a 120 días, siendo en esta fase susceptible a heladas (MAGDER, 2001).
- **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 (MAGDER, 2001).
- **Madurez fisiológica.** Esta última fase se caracteriza por el cambio de color de la vaina, que va desde verde a verde limón para posteriormente adquirir el color negro (MAGDER, 2001).

2.4.4. Descripción botánica

El haba (*Vicia faba* L.), es una especie anual de consistencia herbácea erecta que puede alcanzar más de 1.8 m de altura (Crespo, 1996).

2.4.4.1. Raíz

El sistema radicular del haba, presenta una raíz principal pivotante muy desarrollada que puede alcanzar hasta 1.5 m de profundidad. Forma numerosas raíces secundarias y terciarias con nódulos que fijan nitrógeno que son aprovechadas en un 80% por la planta quedando incorporado al suelo el restante 20% (Tapia, 1993 y Crespo, 1990).

2.4.4.2. Tallo

El tallo es de color variable, erecto, hueco, vigoroso y firme, de forma cuadrangular sin vellosidades, puede alcanzar hasta 1.5 m de altura y presenta ramificaciones que varían de 4 a 8 ramas. Los tallos secundarios son más delgados, ligeramente atrasadas en el desarrollo con respecto a su eje central y cuya formación se inicia temprano en el desarrollo a partir de los nudos inferiores (Crespo, 1995).

2.4.4.3. Hojas

Las hojas son de color verde liso, alternas, compuestas de primordios, paripinadas con dos a cuatro pares de folíolos glabros opuestos o alternados. Generalmente son anchas, elípticas o lineales, enteras o dentadas en el ápice y desprovistas de pubescencia (Crespo, 1995).

2.4.4.4. Flores e Inflorescencia

La flor del haba es grande y está conformada por cinco pétalos, que corresponden al estandarte o pétalo posterior, a las alas o pétalos laterales y a la quilla que está formada por los dos pétalos anteriores unidos entre sí, agrupadas en racimos cortos de 2 a 8 flores, poseen una mancha grande de color negro o violeta en las alas, que raras veces van desprovistas de mancha (MACA, 2005).

Las flores se originan en las axilas de las hojas y son de color blanco ligeramente violáceo con manchas sobre las alas (Olarte, 1987). La corola es dialipétala, con cinco pétalos desiguales. La quilla o carga ligeramente coloreada, el cáliz glabro, de color pálido. La flor tiene 10 estambres, 9 de ellos están soldados y sus filamentos forman un tubo que encierra el pistilo, el décimo estambre permanece libre (Crespo, 1995).

2.4.4.5. Fruto

El fruto es vaina o legumbre alargada que se encuentra en disposición diversa y en número de uno a cinco por nudo (Olarte, 1987). En estado tierno es carnosa de color verde, en la madurez comercial los frutos se vuelven coráceos, negros y pelosos. Las vainas cuando están verdes, se las encuentra tapizadas interiormente de un tejido de color blanquecino y de consistencia aterciopelada. Un tejido esponjoso, parenquimatoso que encierra de dos a diez semillas grandes o comprimidas de color y tamaño diferente, de acuerdo al cultivar la longitud de las vainas puede ser de 5 a 30 cm; siendo estas rectas, algo curvadas, erguidas o pendientes (Crespo, 1995).

2.4.4.6. Semilla

Las semillas son de forma ovalada de superficie lisa, opaca y brillante, de coloración muy variada que va desde colores oscuros hasta los claros, el tamaño varía desde pequeño, con un largo de 1.6 cm en la subespecie minor, hasta semillas grandes, con un largo aproximado de 3.5 cm en la subespecie mayor (Crespo 1996).

2.4.5. Variedades

Crespo (1996), indica que existen las variedades botánicas mayor, equina, minor y paucijuga, pero a sugerencia del mismo autor hay que tomar en cuenta que las clasificaciones botánicas basadas en características fenotípicas de la semilla están fuertemente influenciadas por el ambiente, por lo cual ciertos materiales clasificados en el grupo botánico *Vicia faba* L. variedad mayor en cierto lugar pueden cambiar de grupo en otro lugar.

En Bolivia hay diferencias en la nominación de los ecotipos según la zona de cultivo, los de grano grande se denominan habillas, estos corresponden a la variedad mayor y los de grano mediano (cultivadas principalmente en los valles interandinos) pertenecen a la variedad equina (Crespo, 1996).

De acuerdo al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (s.f.), en la actualidad se cuenta con una gran cantidad de ecotipos adaptados a diferentes climas, siendo algunos de los más promisorios Finca Esquena, Cinteña, Mochareña, Lampayeña y Criolla.

Según Herbas (1995), en las alturas del departamento de Potosí las variedades más importantes son Habilla, Esquena y Criolla. En las cabeceras de valle de Chuquisaca, las variedades más cultivadas son Media haba, Habilla y Criolla, mientras que en Tarija, las variedades de altura son Habilla, Banana, Pairumani 5 y Criolla y las de valle son Banana, Bosta de buey y Criolla.

En el departamento de Cochabamba se diferencian dos grupos de variedades, las que se cultivan en las alturas como Pairumani 4 y 5, Habilla y Criolla, además de las líneas PLG 101 y 201; en cambio, en los valles las variedades cultivadas son Camargo, Rosal, Francia, Pairumani 1 y 3 y los ecotipos Pandoja y Cajamarca. Las variedades más utilizadas en el departamento de La Paz, son Gigante de Copacabana, Usnayo, Waca Jawasa y Criolla (Herbas, 1995).

2.4.6. Características nutricionales

El haba es un alimento de alto valor energético y muy rico en proteínas (23.4%), tanto que sustituye perfectamente a la proteína de la carne (12.4%), con la ventaja de que no posee colesterol. Asimismo, posee calcio 90 mg/100g y hierro 3.6 mg/100g mayor que otros productos (lenteja, trigo, arroz y maíz). El grano de haba contiene una importante cantidad de aminoácidos esenciales, como Cistina, Metionina, Lisina, Triptófano, entre otros, los que son importantes para la alimentación humana (MACA, 2005).

Al respecto Suquilanda (1984), señala que el valor nutritivo depende si el haba está fresca o seca. El grano aporta hidratos de carbono, proteínas, fósforo, magnesio y hierro, siendo estos valores más altos en el haba seca que en la verde.

El mismo autor, sostiene que el haba seca, es una de las leguminosas de mayor contenido proteico, junto con garbanzos y lentejas, pudiendo superar al de la carne (de 19 a 25 g de cada 100 g), aunque cabe señalar que la calidad nutricional de esta proteína es inferior, ya que se trata de proteínas incompletas puesto que son deficitarias en un aminoácido esencial denominado metionina. Este aminoácido se encuentra en buena proporción en los cereales y tubérculos, por ello, cuando coinciden ambos alimentos como ingrediente de un mismo plato, aumenta la calidad de la proteína del plato.

**Cuadro 2. Comparación del valor nutritivo del haba con otras leguminosas
(Por 100 gramos de porción comestible)**

| Alimento | Calorías (kcal) | Agua (%) | Proteína (%) | Grasa (g) |
|---------------|-----------------|----------|--------------|-----------|
| Arveja | 343 | 12 | 2.5 | 2.2 |
| Soya | 351 | 7.5 | 34.9 | 18.1 |
| Haba | 339 | 12.6 | 24 | 2.2 |
| Frijol | 337 | 12 | 22 | 1.6 |
| Lentejas | 338 | 10.9 | 20.8 | 0.8 |
| Quinua | 351 | 11 | 12.3 | 6.1 |
| Cañahua | 327 | 12.5 | 14.2 | 2.7 |
| Garbanzo | 364 | 11.5 | 18.2 | 6.2 |
| Leche de Vaca | 65 | 87.4 | 3.3 | 3.5 |
| Carne de res | 435 | 43.4 | 14.4 | 41.4 |

Fuente. Elaboración propia en base a Horqqe (1990)

El aporte de hidratos de carbono oscila entre un 55 o 60%, siendo normalmente el almidón el componente mayoritario. Además, destaca su elevado aporte de fibra (celulosa, hemicelulosa y pectina). El contenido en grasa (de tipo insaturado "grasa buena") de las habas es bajo (1-6%). Se admite que es buena fuente de vitaminas del complejo B, en concreto de tiamina, niacina y folatos. En cuanto a los minerales, destacan el potasio, fósforo, magnesio y zinc; además de una cantidad apreciable de hierro. En el Cuadro 3, se muestra la composición nutritiva del haba tanto en seco como en verde.

Cuadro 3. Composición nutritiva por 100 gramos de haba seca y verde

| Haba | Calorías (kcal) | Proteína (g) | Grasa (g) | Hidratos de Carbono (g) | Fibra (g) | Potasio (mg) |
|-------|-----------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------|---------------|
| Seca | 317,0 | 19,40 | 5,0 | 55,0 | 15,0 | 760 |
| Verde | 54,25 | 4,60 | 0,40 | 8,60 | 4,20 | 320 |
| Haba | Hierro (mg) | Fósforo (mg) | Magnesio (mg) | Vit. B1 (mg) | Niacina (mg) | Folatos (mcg) |
| Seca | 9,5 | 380,0 | 160 | 0,35 | 5,40 | 140,0 |
| Verde | 1,70 | 37,8 | 28,0 | | | |

Fuente. Elaboración propia en base a Suquilanda (1984)

2.4.7. Exigencias agroecológicas del cultivo

2.4.7.1. Condiciones edáficas

Vicia faba, es poco exigente en cuanto a calidad de suelos, pudiendo desarrollarse casi en todos los tipos de suelo, con un pH de 6 a 7.5. En los suelos negros de textura arcillosa limosa o pseudo limosa prospera bien, pues este tipo de suelos tienen una buena capacidad de retención de la humedad; también produce en suelos franco-arenosos; sin embargo el haba prefiere suelos arcillo-limoso-calizos, provistos de materia orgánica (Suquilanda, 1984).

Por otro lado Maroto (2001), indica que el cultivo de haba se adapta bien en un amplio margen de pH, normalmente entre 5 y 8, en suelos arcillosos dotados de buena retención para el agua.

2.4.7.2. Condiciones climáticas

- **Temperatura**

Desde el punto de vista agronómico la temperatura tiene una gran importancia, ya que prácticamente influye en todos los procesos fisiológicos de los vegetales, afectando tanto el crecimiento como el desarrollo (FAO, 2007).

Según Meneses (1996), *Vicia faba* es una planta muy bien adaptada a climas de regiones frías, templadas con pluviosidad elevada. La presencia de helada cuando las plantas son muy pequeñas o están germinando, puede causar la muerte de los tejidos apicales. Sin embargo, el haba tiene la capacidad de rebrotar y continuar con su desarrollo vegetativo.

El cultivo de haba, se desarrolla sin inconvenientes en sectores de clima templado, hasta el frío seco o frío húmedo, con temperaturas de 5 a 16°C (Suquilanda, 1984).

El mismo autor considera que las temperaturas ideales para el cultivo del haba, son las siguientes:

- Temperaturas de germinación y crecimiento: de 4 a 6 °C
- Temperaturas de floración: de 10 a 12 °C
- Temperatura de maduración: de 16 °C

El haba es una especie adaptada muy bien a los climas de regiones frías, templadas y semitempladas con pluviosidad elevada, intentos por producir en zonas tropicales no han tenido buen resultado debido a que las altas temperaturas y humedad relativa, excesiva no favorecen en la formación de los granos (SEDAG, PASAP y CIDI S.R.L., 2003).

- **Luminosidad**

Como todo grano, el haba requiere de una buena luminosidad, por lo que los sectores cercanos a la línea equinoccial son buenos productores de esta leguminosa (Suquilanda, 1984).

- **Humedad**

A pesar de ser un cultivo ligeramente tolerante a la sequía, el haba requiere de una provisión continua y optima 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, se recomienda regar cada 7 a 10 días (IBTA, 1996).

- **Precipitación**

Según Meneses (1996), las exigencias de humedad varían notablemente y dependen del suelo, la temperatura atmosférica y la precocidad de la planta. Sin embargo, debido a que *Vicia faba* se cultiva sobre todo a secano, sus requerimientos oscilan entre 350 a 700 mm de precipitación, el periodo en el que la planta requiere la mayor cantidad de agua es durante la fase reproductiva (formación de flores y frutos). En cambio, para una buena producción de haba, Suquilanda (1984), recomienda una precipitación que fluctúe entre los 800 a 1500 mm, durante todo el ciclo del cultivo.

2.4.8. Manejo agronómico del cultivo

2.4.8.1. Preparación del suelo

La rusticidad de la planta, no exige mucho esmero en la preparación del suelo, ésta actividad depende de la altitud, de la pendiente y del estado en que se encuentre el lote destinado a la siembra (Suquilanda, 1984).

- **Arada.** Consiste en la roturación del suelo en sentido contrario a la pendiente, cuando el terreno presenta cierta inclinación, ya sea que utilice yunta, azadón o arado de discos; esta labor se realiza a 20 cm de profundidad a fin de incorporar los residuos vegetales y mejorar la calidad del suelo (Crespo, 1996).
- **Rastrada.** Seguido del arado se recomienda dar una labor de rastra que consiste en desmenuzar los terrones del suelo. Dependiendo de las condiciones físicas del suelo, aprovechar la rastrada para realizar limpieza de rastrojos de anteriores cultivos desde la raíz, el terreno antes de sembrar debe quedar limpio para después proceder con la elaboración de surcos (Suquilanda, 1984).
- **Elaboración de surcos.** Surcar de tal manera que al caer la lluvia o hacer el riego, el agua se deslice lentamente, para evitar la erosión del suelo (Suquilanda, 1984).

2.4.8.2. Época de siembra

La época de siembra se programa en función al clima, al periodo vegetativo de la variedad (precoz o tardía) y al propósito del cultivo (cosecha en verde o en seco) (MACA, 2005). Se recomienda, que en las zonas frías con altitudes mayores a 3200 m.s.n.m., la siembra se realice preferiblemente en octubre, considerando que la temperatura no afecta al cultivo. En caso de variedades tardías debe sembrarse desde julio hasta septiembre. De manera general en las zonas donde se dispone de

agua durante todo el tiempo es conveniente sembrar antes de la época seca (Suquilanda, 1984).

De acuerdo a Van R. (1986), la mejor época de siembra para el altiplano comienza a fines de julio y puede prolongarse hasta fines de septiembre. Sin embargo, Horrque (1986), opina que la mejor época de siembra en la zona Andina son los meses de septiembre y octubre, dependiendo de la disponibilidad de agua de riego o primeras lluvias de la época.

2.4.8.3. Densidad de siembra, distancias y profundidad

Se tiene conocimiento que la densidad de siembra tiene gran influencia en el rendimiento de grano, por lo que se viene estudiando densidades de siembra de diferentes variedades, este factor está determinado por el ancho de los surcos y número de semillas por surco (INIAP, 2001).

En éste sentido, Herbas (1995) recomienda sembrar el haba a una densidad poblacional de 20 plantas/m² en zonas de altura, lo cual significa el empleo de 100 a 200 kg/ha de semilla. No obstante, el INIAP (1993), recomienda utilizar una densidad de siembra de 70 a 90 kg/ha para variedades de grano mediano a grande, alcanzando 50,000 plantas/hectárea aproximadamente.

La distancia entre surcos también es variable de acuerdo a la variedad botánica a ser empleada, pudiendo variar de 40 a 60 cm para la variedad Minor y Equina y de 60 a 75 cm para la variedad Major. La distancia entre semillas es de 15 a 20 cm para semilla pequeña y mediana, y de 20 a 30 cm para semilla grande, depositándose en ambos casos dos semillas por golpe (Meneses et al., 1996).

La profundidad a la que se deposita la semilla en el surco varía de 7 a 10 cm, de acuerdo al tamaño de la semilla, siendo más profunda para aquellas semillas de grano grande y superficial para las de tamaño pequeño (Meneses et al., 1996).

2.4.8.4. Labores culturales

Las labores culturales se realizan de acuerdo a las condiciones agroecológicas, según la incidencia o presencia de malezas, plagas, enfermedades y factores no controlables durante el periodo vegetativo del cultivo (Suquilanda, 1984).

2.4.8.4.1. Riego

Vicia faba generalmente es cultivado en condiciones de secano, es decir que no necesita riego, salvo el agua proveniente de las lluvias. No obstante, el cultivo requiere una lámina de agua de 800 a 1000 mm (8,000 a 10, 000 m³), distribuidos a lo largo de su ciclo vegetativo (Suquilanda, 1984).

Si el cultivo de haba se realiza con riego, se debe realizar ésta actividad 2 a 3 días antes de la siembra para que la semilla encuentre el suelo fresco, debiendo tener en cuenta que el exceso de humedad resulta perjudicial para el cultivo, posteriormente, se regará conforme a las necesidades del cultivo, en las épocas del macollaje, floración, formación de vainas y llenado de granos (Suquilanda, 1984).

2.4.8.4.2. Control de malezas

El deshierbe es una de las prácticas culturales más importantes ya que malas hierbas compiten con las plantas cultivadas por la luz, agua y nutrimentos, causando disminución de rendimiento y calidad de los granos (Meneses, 1996).

Según Suquilanda (1984), se deben efectuar entre dos a tres deshierbas durante el ciclo del cultivo. La primera deshierba se realiza cuando la planta tiene de 10 a 15 cm de altura y de 4 a 6 hojas; la segunda deshierba a los cuatro meses, cuando la planta tiene alrededor de 25 cm de altura y una tercera deshierba se realizará si es necesario. La acción de deshierbe en el cultivo de haba es manual y permite disminuir los efectos de la presencia de plagas y enfermedades (Ramos, 1996).

2.4.8.4.3. Aporque

El aporque se realiza con el fin de proporcionar el sostén necesario a las plantas para que no se afecten por la fuerza de los vientos, controlar malezas y así evitar pérdidas de humedad y airear el suelo. El aporque se hace en forma manual y cuando se lleva a cabo hay que tener cuidado de no dañar las raíces de las plantas (Suquilanda, 1984).

El aporque debe ser alto y oportuno, para garantizar el sostén de la planta. En el caso de variedades de porte alto, se debe repetir esta práctica para evitar el acame (Clavijo et al., 2006).

2.4.8.4.4. Plagas y Enfermedades

La incidencia y daño ocasionado por la presencia de plagas y enfermedades es una de las limitantes más importantes en aumento de productividad, que varía de acuerdo a la época y estado del cultivo.

Las plagas más importantes son: mosca barrenadora del tallo (*Melanagromyza fabae*), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), gusano cortador (*Agrotis ipsilon*), pulgón verde (*Myzus persicae*), pulgón negro (*Aphis fabae*) y trips (*Franklinella tuberosi*) (SEDAG, PASAP y CIDI S.R.L., 2003).

Entre las principales enfermedades se tiene la mancha chocolatada causada por el hongo (*Botrytis fabae*); la roya causada por (*Uromyces fabae*); mancha negra causada por (*Alternaria alternata*); pudriciones radiculares causada por (*Fusarium oxysporum sp., Fabae y Phythium spp.*); virosis causada por el virus del mosaico Amarillo del frijol (BYMV); mosai clorórito causado por el virus del mosaico del trébol blanco (WCMV); mosaico de la alfalfa causado por el virus del mosaico de la alfalfa grupo almovirus (SEDAG, PASAP y CIDI S.R.L., 2003).

2.4.8.4.5. Cosecha

La cosecha está en directa relación al uso del producto, en estado fresco para legumbre, grano seco para semilla y alimento en diferentes formas de consumo. El tiempo para la cosecha o recolección en estado fresco varía de 4 a 6 meses después de la siembra (Suquilanda, 1984).

Las cosechas en estado fresco pueden ser hasta en tres cortes, a medida que los granos y las vainas alcancen el tamaño deseado, iniciando la primera cosecha con las vainas basales (tercio inferior), luego el tercio intermedio y finalmente el tercio superior. Es recomendable la cosecha en horas tempranas de la mañana y últimas horas de la tarde. Este producto no admite un prolongado almacenaje por lo que se debe comercializar en las primeras 24 horas de su cosecha para evitar el deterioro principalmente en la vaina (SEDAG, PASAP y CIDI S.R.L., 2003).

La cosecha en grano seco se efectúa cuando los granos han alcanzado su madurez fisiológica, en este estadio, las vainas se tornan oscuras y empiezan a mostrar síntomas de deshidratación; se realiza el corte de las plantas (segado), se forman las gavillas en el campo donde permanecen al menos un mes o hasta haber completado el secado de la planta, posteriormente se realiza el trillado en la era o tendal y finalmente se separa el grano del rastrojo a través del venteo (Olarte, 1987 citado por PROINPA, 2001).

2.4.8.4.6. Rendimiento

El rendimiento en haba fresca es variable dependiendo del cultivar y condiciones agroclimáticas. Como referencia en los valles interandinos se tuvo de 4 a 8 ton/ha, en las zonas altiplánicas de 6 a 10 ton/ha, y en condiciones experimentales se obtuvieron rendimientos superiores a 30 ton/ha (IBTA, 1995 – 1996).

El rendimiento promedio en grano seco de variedades o ecotipos criollos es de 0.8 ton/ha, en cultivares mejorados en condiciones de valle y experimentales es de 2 a 3.5 ton/ha, y para la zona altiplánica fue de 3 a 4.5 ton/ha. Bajo condiciones de producción comercial los rendimientos con cultivares mejorados para valles y altiplano son de 2 a 3 ton/ha respectivamente (SEDAG, PASAP y CIDI S.R.L., 2003).

2.4.8.5. Fertilización

La fertilización es una de las prácticas agrícolas más importantes para realizar manejo rentable de los cultivos, por los altos beneficios que se podrían obtener, mayores rendimientos, productos de mejor calidad y con menores costos de producción (Rodríguez, 2007).

Al respecto, SAGARPA (s.f) indica que una fertilización eficiente es aquella que, con base en los requerimientos nutricionales de la planta y el estado nutricional del suelo, proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y en épocas precisas para el cultivo. Una buena fertilización no solamente implica aplicar el elemento faltante, sino también mantener un balance adecuado entre los elementos, tanto en el suelo como en las diferentes estructuras de la planta. Según el mismo autor, la fertilización debe considerar los siguientes puntos:

- Tipo de cultivo.
- Necesidades nutricionales del cultivo.

- Características y aportes de nutrientes del terreno.
- Contenido de nutrientes aportados por el fertilizante.
- Solubilidad del producto.
- Efecto sobre el suelo y sobre las capas freáticas.
- Dosis y momento de aplicación.

Las malas dosificaciones en la fertilización pueden ocasionar insuficientes niveles de nutrientes o exceso de éstos, que incrementan los costos de producción y reducen los rendimientos debido a los desbalances nutricionales (Rodríguez, 2007).

2.4.8.5.1. Fertilización foliar

La fertilización foliar, también llamada apigea, no radical, extra radical, es un método por el cual se aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo periodo de desarrollo del cultivo (Ortuño *et al.*, 2010).

Se define como la aplicación de fertilizantes líquidos o polvos solubles en agua, a las partes aéreas de las plantas. Las hojas tienen la capacidad de asimilar sustancias nutritivas, y lo hacen en tres pasos: penetración, absorción y translocación. La fertilización foliar es efectiva cuando existen deficiencias de algunos elementos (CEDECO, 2002).

En las plantas, todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad y en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha por vía foliar (Ortuño *et al.*, 2010).

a. Ventajas de la fertilización foliar

Según CEDECO (2005), las ventajas de la fertilización foliar son las siguientes:

- Es un buen recurso en situaciones de emergencia.
- Se aplican cantidades menores de fertilizante al follaje que al suelo, para alcanzar un nivel deseable de nutrientes.
- Es de gran importancia en cultivos sometidos a estrés por la acción adversa del medio en que se desarrollan, o por efectos fitosanitarios negativos como: salinidad, altos contenidos de arcilla, y altos contenidos de materia orgánica.
- Los síntomas visuales de respuesta a un elemento son más rápidos en el caso de la fertilización foliar. Es probable, por lo tanto, que en caso de aplicaciones tardías de fertilizantes sea mejor recurrir a las aplicaciones foliares que a las edáficas.
- Ayuda a las plantas a recuperarse de los efectos fitotóxicos producidos por herbicidas, inundaciones, podas y después de altas producciones.
- Por su alta solubilidad, la aplicación al follaje de fertilizantes foliares es ideal en áreas de semilleros y trasplantes. A la planta hay que alimentarla bien desde que nace. Requerirá los abonos aplicados al suelo a partir del momento en que necesita absorber nutrientes, hasta cuando tiene suficiente masa en su parte aérea para que se pueda aplicar la fertilización foliar.

b. Limitaciones de la fertilización foliar

Alcantar y Trejo (2007), indican que las principales limitaciones de la fertilización foliar son:

- Riesgo de Fitotoxicidad, las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de formulaciones concentradas. Para cada nutrimento existen valores límites de concentración.

- Dosis Limitadas de Macronutrientes, el riesgo de fitotoxicidad sumado al hecho que los macronutrientes se requieren en cantidades mayores, limita la nutrición foliar.
- Requieren buen Desarrollo del Follaje, si se tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente, los mejores resultados se obtienen mientras mayor sea el área foliar.
- Los trabajos de fertilización deben ser avalados o soportados por un análisis económico para conocer su rentabilidad, que sin duda dependerá del cultivo que se está fertilizando.

2.4.8.6. Bioinsumos agrícolas

Los bioinsumos son productos que se obtienen a partir de diversos productos naturales, entre ellos microorganismos, extractos naturales y otros, que en su conjunción se constituyen en biocontroladores (biofungicidas, bioinsecticidas) biofertilizantes, promotores de crecimiento y vigorizantes (Ortuño et al., 2010).

Los bioinsumos son producto del aislamiento y caracterización de cepas nativas de microorganismos benéficos que han demostrado su eficiencia, y que han sido producidos masivamente en base a formulaciones con materiales existentes en el país, por lo que se encuentran disponibles para los productores (Ortuño et al., 2010).

Los bioinsumos, promueven el equilibrio nutricional del suelo, aumenta su fertilidad natural, estimulando a los microorganismos benéficos de éste. Al ser rico en minerales, aminoácidos, vitaminas y hormonas, el biofertilizante líquido también mejora el balance nutricional en la planta, haciéndola más resistente al ataque de plagas y enfermedades. Aparte aumenta la producción, mejora la calidad de los productos, garantizando al agricultor mayor aceptación de sus productos y precio en el mercado (PROINPA, 2007).

2.4.8.6.1. Vigortop

Vigortop es un biofertilizante bioestimulante promotor de crecimiento foliar líquido, que se puede utilizar en una gran diversidad de plantas (cultivos anuales, hortalizas, frutales, plantas ornamentales y otros), promueve el incremento del follaje, disminuye la caída de las flores y estimula el cuajado de frutos, incrementando los rendimientos. Asimismo, estimula el crecimiento de plantas afectadas por sequía o heladas (Ortuño et al., 2010).

Según los resultados obtenidos a través del análisis físico químico del biofertilizante realizado por IBTEN (2016), los componentes de vigortop son (Cuadro 4):

Cuadro 4. Análisis físico-químico de vigortop

| Parámetros | Valores |
|---------------------------------|---------|
| Nitrógeno (%) | 0.010 |
| Fósforo (%) | 0.001 |
| Potasio (%) | 0.025 |
| Carbono orgánico (%) | 0.775 |
| Calcio (%) | 0.005 |
| Magnesio (%) | 0.002 |
| Hierro (ppm) | 22.33 |
| Cobre (ppm) | 0.35 |
| Manganeso (ppm) | 0.32 |
| Zinc (ppm) | 2.32 |
| Sodio (%) | 0.16 |
| pH | 5.29 |
| Conductividad eléctrica (mS/cm) | 6.11 |

Fuente: Elaboración propia en base a IBTEN (2016)

Por su parte, PROINPA (2012) indica que vigortop es un abono líquido que está compuesto por ácidos orgánicos (húmicos y fúlvicos) extraídos del humus de lombriz e ingredientes complementarios, ricos en fitohormonas obtenidas del Marat (*Moringa oleífera*) complementada con brasinoloídes.

Cuadro 5. Composición de Vigortop

| Composición | Porcentaje |
|---|------------|
| Ácidos húmicos y fúlvicos | 95% |
| Brasinoloide (<i>Extracto de Brassicas</i>) | 4 % |
| Extracto de Marat (<i>Moringa Oleífera</i>) | 1% |
| Total | 100% |

Fuente: PROINPA (2012)

Al respecto EARTH (1997), señala que la utilización de sustancias húmicas (principalmente los ácidos húmicos), incrementa el desarrollo radical, ya sea mediante la aplicación al suelo en soluciones de nutrientes, o a través de la aplicación foliar.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en el municipio de Achocalla, provincia Murillo del departamento de La Paz. Geográficamente situado entre los 16°35' latitud Sur y 68°9' longitud Oeste, a una altura que varía desde 2800 a 4283 metros sobre el nivel del mar, y distante a 30 km del centro de la ciudad (PDM Achocalla, 2006 - 2010).



Fuente: Instituto Geográfico Militar – Bolivia: Google maps (2016)

Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio Achocalla

El municipio Achocalla limita al norte con la localidad de Zongo, al noreste y este con la ciudad de El Alto, ciudad de La Paz y Municipio de Mecapaca, al sur con Mecapaca y el Municipio de Calamarca, al oeste con el municipio de Viacha, Laja y al noroeste con el municipio de Pucarani (PDM Achocalla, 2006 - 2010).

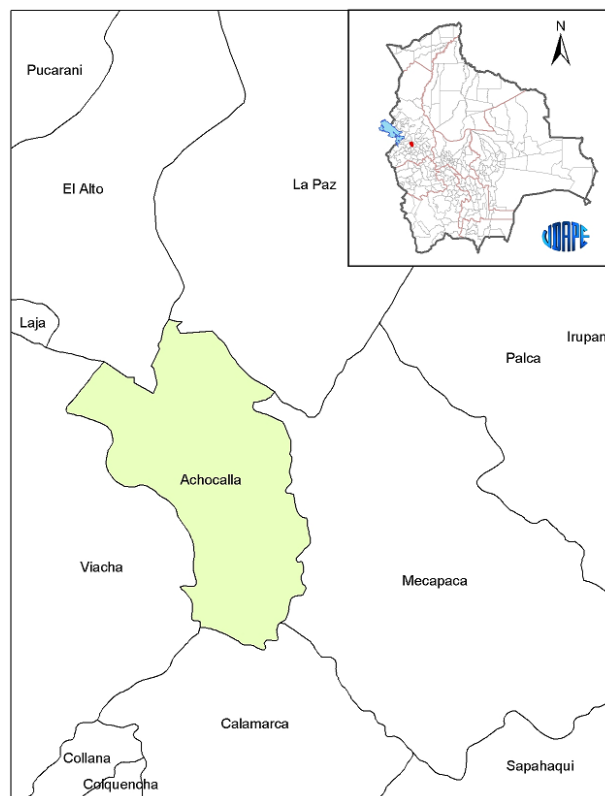


Figura 2. Límites geográficos del Municipio Achocalla

3.2. Características climáticas

El clima de la zona está caracterizado por la alternancia de un clima semiárido en la región altiplánica y sub húmedo a semiárido en la región de cabeceras de valles secos, donde los valores y su interpretación varían en función de la altura y de la situación topográfica (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2016), la temperatura promedio anual es de 8.3°C en el altiplano y 18.31°C en cabecera de valle, la estación invernal se presenta con temperaturas medias mensuales de 5.6 a 16.3 °C.

La variación de temperaturas es considerable entre el día y la noche, esta variación es mucho mayor en la región del altiplano por efecto de la intensa radiación solar y la ausencia de nubes. Existe un incremento de temperatura durante la tarde y un descenso durante la noche a valores cercanos a 0° C. En la región de la cabecera de valle seco raras veces se registran temperaturas inferiores a 10°C (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

Las épocas con bajas temperaturas se presentan en los meses de junio a septiembre donde se observa la presencia de heladas muy comunes en la zona, especialmente en la del altiplano. Cuando la helada se presenta en los meses de producción de verano (enero y febrero) son perjudiciales para los cultivos que se encuentran en la primera etapa de desarrollo y de floración (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

De acuerdo al documento citado anteriormente, las precipitaciones promedio alcanzan a 362.8 mm en altiplano y 718.5 mm en cabecera de valle, concentrándose la mayor precipitación pluvial en los meses de diciembre a marzo, con un 75% de la precipitación total.

Los vientos tienen una dirección de sud a noroeste. Su intensidad máxima estimada alcanza a 230 km/h en la región altiplánica, durante los meses de agosto, septiembre y octubre. En la cuenca o cabecera de valle se estima que alcanza de 180 a 200 km/h. La intensidad de los vientos tiene efectos en la erosión de los suelos de los terrenos cultivables que han sido labrados (Montes de Oca, citado por PDM Achocalla, 2006 - 2010).

3.3. Suelos

Para describir mejor las características de suelo de la microcuenca de Achocalla, el diagnóstico realizado por SEMTA en 1994, divide a la región en tres zonas. La Zona altiplánica, donde los suelos son de textura franco limoso a limoso arcilloso, con una moderada presencia de materia orgánica y con una profundidad o capa arable de 20 a 40 cm, presentan una permeabilidad moderada y el pH (6.5 a 7.5) es prácticamente neutro, lo cual favorece en general a todo tipo de cultivos (papa, cebada, oca, haba y quinua).

La Zona de cabecera de valle húmedo, presenta una variada clase textural, predominando la textura franco arcillo limoso, arcillo arenoso, franco limoso y franco arenoso, que son aptos para el cultivo de hortalizas principalmente, zanahoria, lechuga, cebolla, haba, nabo, arveja, maíz, cebada y papa. El pH promedio que presentan los suelos en esta zona es de 7 a 8 (SEMTA en 1994).

La Zona de cabecera de valle seco, presenta una textura que va de franco arenoso a franco limoso y franco arcilloso. Los suelos son aptos para el cultivo de papa, maíz, haba y cebada (SEMTA en 1994).

3.4. Topografía

La topografía varía según la altitud; la mayor parte de la cuenca o cabecera de valle presenta una topografía ondulada y quebrada con pendientes variables y escarpadas de hasta el 40% en sentido oeste a este (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

La zona del altiplano se caracteriza por una topografía plana con pequeñas serranías y laderas que alcanzan de 5 a 10% de pendiente, cubierta por praderas nativas que son utilizadas para pastoreo libre y de uso agrícola (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

3.5. Flora

La flora en el altiplano es reducida, en cambio, a nivel de la cabecera de valle por las condiciones climáticas favorables existe gran diversidad y variedad INIDEM (2001).

De acuerdo a los mismos autores, la cabecera de valle está caracterizada por la presencia de especies vegetales de Meseta Puna o altiplano como ser *Margyricarpuss*, *Astrágalus*, *Tipas* y *Festucas*, y de valles mesotérmicos interandinos como ser *Prosopis*, *Schinopsis*, *Baccharia* y algunas leguminosas.

Aparte de tener especies arbóreas y arbustivas, existen otras que se las conoce como silvestres o malezas, muchas de las cuales son empleadas en la medicina, pero por su masiva presencia en época lluviosa en los campos de cultivo se convierten en especies perjudiciales para el agricultor (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

Cuadro 6. Especies vegetales nativas existentes en cabecera de valle

| Especies no arbustivas | | Especies arbustivas | |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Nombre común | Nombre científico | Nombre común | Nombre científico |
| Chilliwa | <i>Festuca dolychophylla</i> | Sewenka | <i>Cortaderia radiuscuta</i> |
| Kicuyo (grama) | <i>Poa sp.</i> | Tuna | <i>Echenocactus grusonii</i> |
| Cebadillo | <i>Bromus unioloides</i> | K'oa | <i>Satureja ovata</i> |
| Ch'iji | <i>Distichlis humilis</i> | Karallantén | <i>Plantago monticola</i> |
| Sillu sillu | <i>Alchemilla pinnata</i> | Tarwi | <i>Lupinus paniculata</i> |
| K'ora | <i>Malva silvestris</i> | Ch'illca | <i>Braccharis salicilofia</i> |
| Cola de ratón | <i>Hordeum muticum</i> | Andres huaylla | <i>Stipa obtusa</i> |
| Reloj reloj (agujaguja) | <i>Erodium cicutarum</i> | | |
| Layo layo (trébol) | <i>Trifolium amabile</i> | | |
| Itapallo | <i>Cajophora horrida</i> | | |
| Chachacoma | <i>Seneceo graveolens</i> | | |
| Paycko | <i>Chenopodium ambrosioides</i> | | |
| Manzanilla | <i>Anthemis cotula</i> | | |
| Mostacilla | <i>Brassica rapa</i> | | |
| Choquejawa | <i>Cotula coronopifolia</i> | | |
| Leche leche | <i>Euphorbia peplus</i> | | |
| Hanukara | <i>Lepidium bipinnatifidum</i> | | |
| Alfalfilla | <i>Medicago polymorfa</i> | | |

Fuente: Elaboración propia con base en Autodiagnóstico INIDEM (2001)

3.6. Fauna

La mayor parte de la fauna silvestre está en proceso de extinción debido al crecimiento de los asentamientos de la población y la urbanización. Algunas de las principales especies se incluyen en el Cuadro 7 (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

Cuadro 7. Especies silvestres de la zona

| Aves | Mamíferos | Reptiles y batracios |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Perdiz | Liebre | Lagartijas |
| Chihuanco | Zorrino | Lagartos |
| Cochipachi | Zorro | Culebras |
| Espíritu | Vizcacha | Víboras |
| Lurincho (picaflor) | Cachulla (rata) | Sapos |
| Tocotoco | Titi (gato silvestre) | Ranas |
| Huaychu | | |
| Ch'ocka (pato) | | |
| Chainita | | |
| Golondrina | | |
| Halcón | | |
| Kurukua | | |
| Yaka Yaka | | |
| Lechuza | | |

Fuente: Elaboración propia con base en Autodiagnóstico INIDEM (2001)

3.7. Características agropecuarias

La unidad de producción fundamental es la parcela familiar, siendo a la vez unidad de consumo. El sistema de producción agrícola es netamente tradicional y extensivo, varía según los pisos ecológicos y las condiciones climáticas. Las principales especies cultivadas en la zona de estudio son papa, arveja, maíz, haba, oca y hortalizas como la lechuga, zanahoria y cebolla, también se cultiva cebada, alfalfa y avena, como forraje destinado a la alimentación suplementaria del ganado vacuno y en casos necesarios para el ganado ovino (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

En cuanto a los insumos, se utiliza semilla local seleccionada de la anterior cosecha, la aplicación de fertilizantes como la urea es mínima, utilizando en mayor cantidad estiércol o abono natural (guano de ovino o vacuno). Para el control de plagas y enfermedades se utilizan productos químicos como Pesticidas (Tamaron, Folidol, etc.) en menor proporción, pero sin ningún asesoramiento técnico, salvo el que se obtuvo en la veterinaria de donde se adquirió el producto (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

La ganadería en el municipio de Achocalla, tiene la particularidad de ser un subsistema dentro del sistema agropecuario, en el cual la agricultura y la ganadería están estrechamente articuladas y donde el rebaño está compuesto por ganado ovino, bovino y porcino (PDM Achocalla, 2006 – 2010).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material biológico

- Semilla de *Vicia faba* (Local), procedente del lugar y seleccionada de la anterior cosecha (Anexo 1-A).
- Semilla de *Vicia faba* (variedad Gigante de Copacabana), procedente de la Isla de Copacabana, Provincia Manco Kápac del Departamento de La Paz (Anexo 1-B).
- Vigortop, biofertilizante foliar líquido

4.1.2. Material de Campo

- Tablero de campo
- Cinta métrica
- Fichas de identificación
- Mochila Aspersora
- Vernier
- Cuerda
- Palas
- Picotas
- Rastrillos
- Estacas de Madera
- Balanza de precisión
- Cámara fotográfica

4.1.3. Material de escritorio

- Libreta de campo
- Material bibliográfico
- Equipo de computación
- Impresora
- Escáner

4.2. Método

4.2.1. Procedimiento experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en la gestión agrícola 2014 – 2015.

4.2.1.1. Diseño experimental

El ensayo fue realizado bajo el arreglo bi-factorial en el diseño de Bloques Completos al Azar (Ochoa, 2009).

4.2.1.2. Modelo lineal aditivo

El modelo lineal utilizado para un diseño de Bloques al Azar con arreglo bi-factorial es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma_{ij}) + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional.

β_k = Efecto del k-ésimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (VARIEDAD)

γ_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (DOSIS DE VIGORTOP)

$(\alpha\gamma_{ij})$ = Efecto del i-ésimo nivel del factor A con el j-ésimo nivel del factor B (interacción A x B)

ϵ_{ijk} = Error experimental de la parcela

4.2.1.3. Factores de estudio

El factor A estuvo constituido por dos variedades de haba y el factor B, por tres dosis de vigortop y un testigo sin la aplicación de éste.

a) Factor A (variedades):

V1 = Haba local

V2 = Gigante de Copacabana (variedad introducida)

b) Factor B (dosis de Vigortop):

D1 = 0 l/ha

D2 = 250 l/ha

D3 = 500 l/ha

D4 = 1,000 l/ha

c) Tratamientos

T1: variedad 1 x dosis 1

T2: variedad 1 x dosis 2

T3: variedad 1 x dosis 3

T4: variedad 1 x dosis 4

T5: variedad 2 x dosis 1

T6: variedad 2 x dosis 2

T7: variedad 2 x dosis 3

T8: variedad 2 x dosis 4

d) Formulación de tratamientos

La formulación de los tratamientos se observan en el Cuadro 8, que muestra la interacción de los tratamientos y su respectivo sorteo en tres repeticiones.

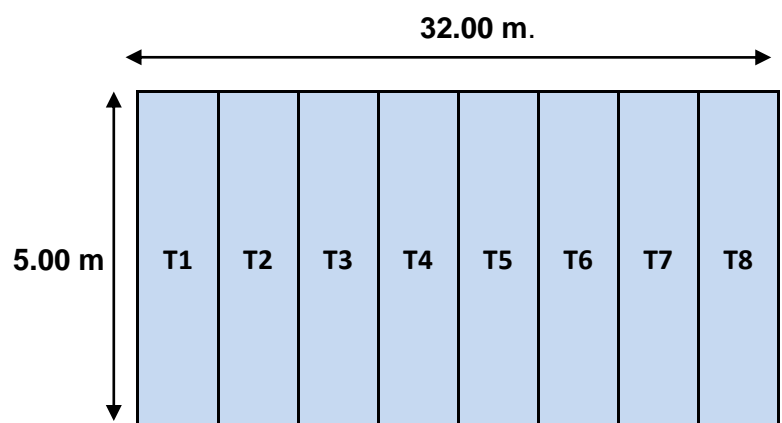
Cuadro 8. Formulación de tratamientos y su respectivo sorteo

| Factor A | Factor B | Tratamientos e interacciones | Repeticiones | | |
|--|-----------------------------|------------------------------------|--------------|-----------|------------|
| | | | Bloque I | Bloque II | Bloque III |
| V₁ = Haba local | D ₁ = 0 l/ha | T1 = V ₁ D ₁ | T1 | T3 | T5 |
| | D ₂ = 250 l/ha | T2 = V ₁ D ₂ | T2 | T4 | T6 |
| | D ₃ = 500 l/ha | T3 = V ₁ D ₃ | T3 | T7 | T1 |
| | D ₄ = 1,000 l/ha | T4 = V ₁ D ₄ | T4 | T8 | T2 |
| V₂ = Gigante de Copacabana | D ₁ = 0 l/ha | T5 = V ₂ D ₁ | T5 | T1 | T7 |
| | D ₂ = 250 l/ha | T6 = V ₂ D ₂ | T6 | T2 | T8 |
| | D ₃ = 500 l/ha | T7 = V ₂ D ₃ | T7 | T5 | T3 |
| | D ₄ = 1,000 l/ha | T8 = V ₂ D ₄ | T8 | T6 | T4 |

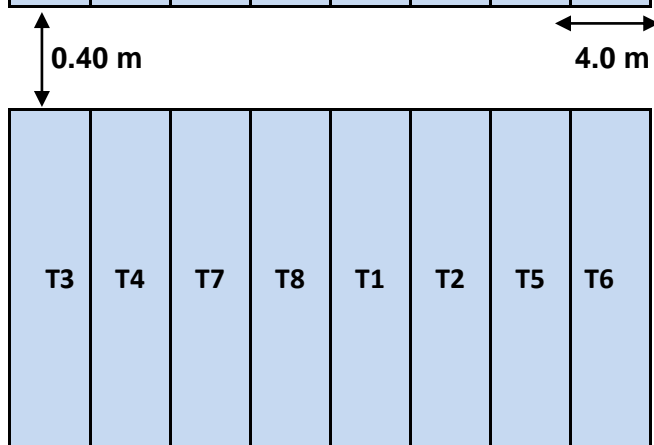
4.2.1.4. Croquis de la parcela experimental

La parcela experimental fue delimitada por estacas en campo divididos en pasillos y en unidades experimentales según sorteo de tratamientos.

BLOQUE I



BLOQUE II



BLOQUE III

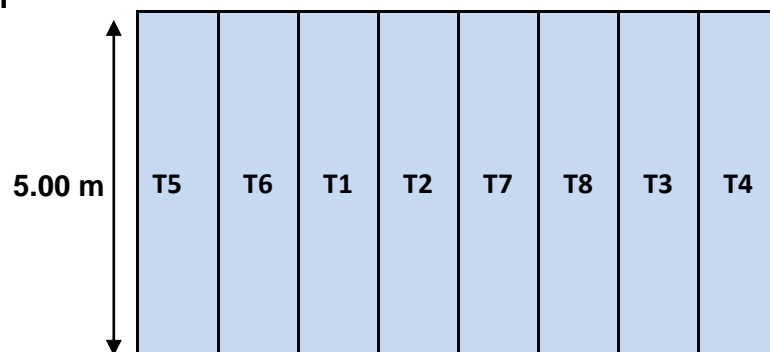


Figura 3. Croquis experimental de la parcela

4.2.1.5. Características de la parcela experimental

Tratamientos: 8

Repeticiones: 3

Total unidades experimentales por parcela (UE): 24

Área U.E.: (4 m x 5 m) = 20 m²

Área de la parcela experimental: 480 m²

Distancia entre surcos: 0.60 m.

Distancia entre plantas: 0.40 m.

4.2.2. Procedimiento de campo

4.2.2.1 Establecimiento de la parcela experimental

Para el establecimiento de la parcela experimental se localizó un área de terreno virgen (sin cultivar), donde se implantó el cultivo.

- **Preparación del terreno**

El trabajo de campo se inició con la arada, la cual se realizó de 20 a 25 cm. de profundidad y de forma manual, luego se procedió a la limpieza con rastrillos para después seguir con el respectivo mullido y nivelado del suelo.

- **Siembra**

Antes de la siembra se realizó la desinfección de las semillas (Anexo 2-A), sumergiendo éstas en agua caliente de 3 a 5 minutos para evitar posibles enfermedades que se transmiten por semilla. Posteriormente, se llevó a cabo la siembra de forma manual en los surcos previamente elaborados, esta labor se la hizo por golpe y colocando dos semillas en un hoyo hecho en el surco para este fin (Anexo 2-B), se utilizó una distancia de 0.40 m entre plantas y 0.60 m entre surcos, el tapado de las semillas se hizo con rastrillos.

- **Riego**

Como el cultivo de haba en la zona de estudio es a secano, sólo se contó con el agua proveniente de las lluvias.

- **Control de malezas**

El desmalezado de la parcela se realizó dos veces durante el crecimiento del cultivo, el primero a los 45 días después de la siembra y el segundo antes de la floración. Esta práctica se la hizo manualmente sacando las malezas desde la raíz para evitar la competencia por nutrientes de nuestro cultivo.

- **Aporque**

Con el objeto de favorecer el desarrollo del sistema radicular, controlar malezas, airear el suelo y principalmente favorecer el anclaje de las plantas se realizó un aporque de forma manual y antes de que el cultivo entre en etapa de floración.

- **Despunte**

Esta actividad se realizó después de la floración, cortando la punta de cada macollo para evitar el crecimiento en altura de las plantas, ésta práctica ayudó al llenado uniforme de granos y una mejor calidad del producto final.

- **Control fitosanitario**

Para el control de plagas y enfermedades en el cultivo, se elaboró una infusión bioplaguicida y biofungicida a base de plantas locales, los cuales se aplicaron con la mochila aspersora a una dosis de 500 l/ha y en tres etapas diferentes (prefloración, floración y llenado de vainas).

Dicha infusión se preparó a base de 3 locotos, 3 cabezas de cebolla y 3 cabezas de ajo, los cuales se picaron finamente para ser mezclados con 4 l de agua previamente hervido. La mezcla se dejó reposar en un recipiente de plástico durante una noche, después de lo cual se separó la parte sólida de la líquida que sirvió para hacer las fumigaciones preventivas. El insumo se aplicó al cultivo en horas de la tarde y a una dosis de 1 l de la infusión disuelta en 20 l de agua.

- **Biofertilización**

Durante el estudio se realizó pulverizaciones de forma ecológica con el biofertilizante foliar líquido vigortop, adquirido en PROINPA. Las fumigaciones con éste producto se realizaron en las mañanas, 15 días después de la emergencia (38 días después de la siembra), 15 días posteriores al macollamiento, floración y formación de vainas (tomando en cuenta la fecha en la que más del 50% de las plantas presentaban desarrolladas cada una de las etapas). Para realizar esta actividad se utilizó una mochila aspersora y dosis de vigortop de 250, 500 y 1,000 l/ha de acuerdo a los tratamientos.

- **Cosecha**

La cosecha se realizó en vaina verde, en tres ocasiones según las vainas alcanzaban la madurez. Se comenzó con las del tercio inferior para terminar con las vainas del tercio superior, ésta acción se repitió para todos los tratamientos, teniendo cuidado de registrar los datos obtenidos en cada uno de ellos.

4.3. Variables de Respuesta

4.3.1. Variables agronómicas

4.3.1.1. Días a la emergencia

Para ésta variable, se contaron los días que trascurrieron desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de las semillas de cada una de las unidades experimentales emergieron a la superficie.

4.3.1.2. Altura de planta

La altura de planta fue medida en centímetros, desde la base hasta la parte apical de la planta. La lectura y registro de éste dato se realizó en la madurez fisiológica de la planta.

4.3.1.3. Diámetro de tallo

El diámetro del tallo se midió en todos los tratamientos a 5 cm de la base del cuello de la planta con la ayuda de un vernier, éste procedimiento se lo llevó a cabo cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica.

4.3.1.4. Número de macollos

El número de macollos se obtuvo cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica, contando el total de macollos existentes en ella.

4.3.1.5. Número de vainas por planta

El número de vainas por planta se registró después de contar todas las vainas cuajadas y desarrolladas en el tallo principal, ésta acción se repitió con cada uno de los tratamientos.

4.3.1.6. Número de granos por vaina

Este número, se obtuvo contando los granos que contenían las vainas de cada una de las plantas después de la cosecha, para luego tomar nota del número para cada tratamiento.

4.3.1.7. Peso de vaina en estado verde

El valor de ésta variable se registró después de la cosecha en estado verde del haba, pesando cada una de las vainas con la ayuda de una balanza digital.

4.3.1.8. Rendimiento

El rendimiento de cada tratamiento, se obtuvo pesando la cantidad total de vainas resultantes de cada unidad experimental después de la cosecha. Este procedimiento se realizó para cada una de las variedades utilizadas en la investigación y los datos se promediaron y ponderaron a una hectarea.

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Características Climáticas

5.1.1. Temperatura

La Figura 4, muestra las temperaturas máximas y mínimas registradas en el municipio de Achocalla durante la gestión agrícola 2014 – 2015, datos que fueron otorgados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. En ella se observa, que la temperatura máxima alcanzada en esta gestión fue de 22.3 °C registrado el mes de noviembre de 2014, siendo la temperatura mínima de 1.8 °C registrado el mes de junio de 2015.

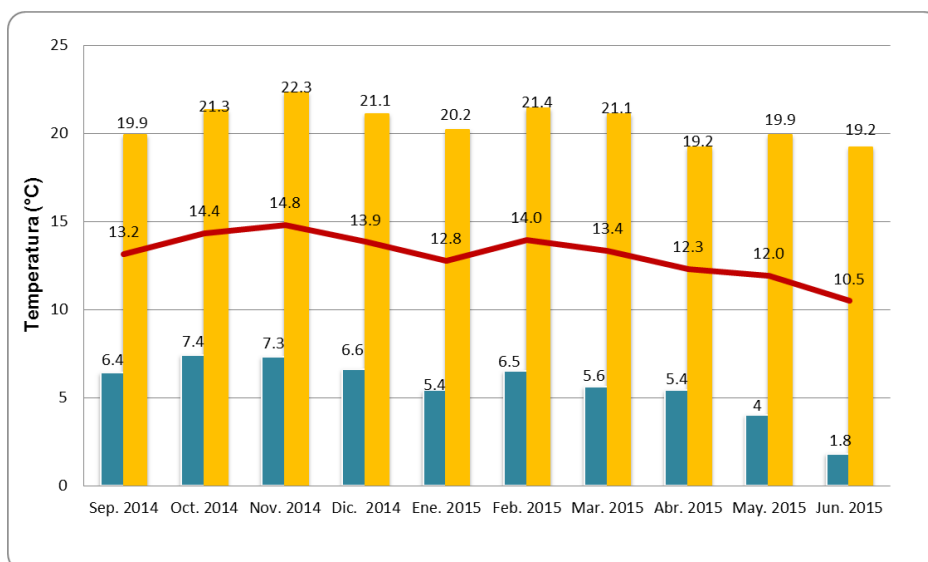


Figura 4. Registro de temperaturas durante el desarrollo del cultivo en el Municipio de Achocalla (SENAMHI, 2014-2015)

La fluctuación del promedio de las temperaturas durante el desarrollo de la investigación variaron desde los 10.5°C hasta los 14.8°C, dato que habría favorecido al cultivo ya que coincide con lo afirmado por Villarroel (1997), quién indica que de forma general el cultivo de haba se comporta bien en temperaturas entre 10°C a 20°C.

Por otra parte, las temperaturas registradas en los meses de enero y febrero (floración y formación de vainas) con 12.8°C y 14.0°C respectivamente, se aproximan al rango sugerido por el MACA (2005), quienes señalan que durante la floración la temperatura media debe oscilar los 10°C para evitar la caída de las flores o aborto de éstas y alrededor de 16°C para fructificar.

5.1.2. Precipitación

La Figura 5 presenta las precipitaciones registradas durante la gestión agrícola 2014 - 2015 en el municipio de Achocalla, en ella se puede apreciar una máxima precipitación caída el mes de enero de 2015 con 144 mm, momento desde el cuál las precipitaciones descendieron hasta llegar a cero el mes de junio del mismo año.

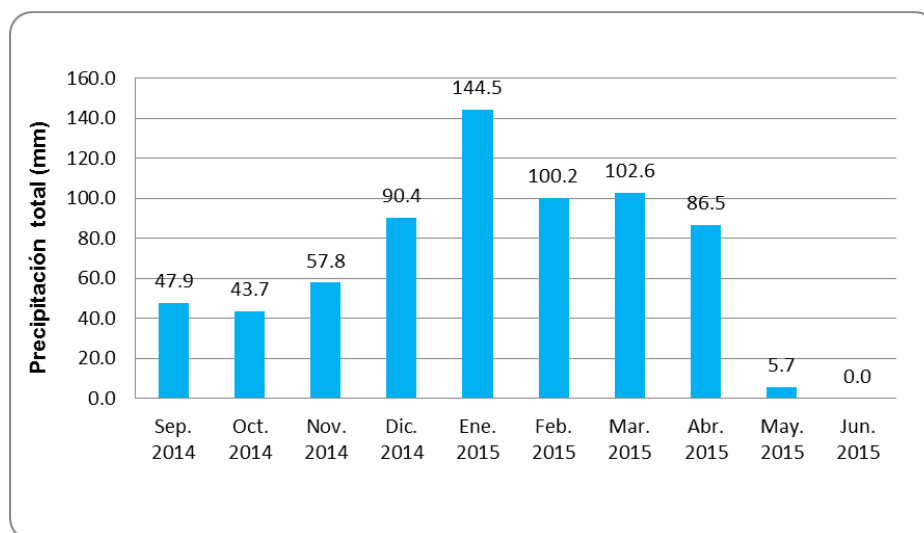


Figura 5. Registro de precipitaciones durante el desarrollo del cultivo en el Municipio de Achocalla (SENAMHI, 2014-2015)

Por otra parte, en la misma figura también se puede observar que se presentaron precipitaciones que a un principio fueron menores, pero que con el tiempo se fueron incrementando hasta alcanzar un total de 626 mm durante el ciclo de cultivo.

Provisión de agua de lluvia que cabe dentro de lo aceptable para Meneses et al., (1996), quien indica que para el buen desarrollo del haba se requiere una precipitación promedio de 500 a 700 mm/año.

Asimismo, los datos de precipitación en los meses de enero y febrero con 144 y 100 mm, coinciden con la etapa de formación de flores y vainas en el desarrollo del estudio, factor que habría favorecido la producción debido a que el periodo en el que la planta requiere la mayor cantidad de agua es durante la fase reproductiva (formación de flores y frutos) (Meneses et al., 1996).

5.2. Análisis de variables agronómicas

5.2.1. Días a la emergencia

Según los resultados del análisis de varianza para el número de días a la emergencia expuestos en el Cuadro 9, el coeficiente de variación es de 16.90%, lo que indica que los datos son confiables ya que están dentro de lo permitido para éste tipo de investigaciones. Asimismo, el cuadro muestra que no existen diferencias significativas entre bloques y tampoco entre las dos variedades de haba cultivadas.

Se asume que no se encontraron diferencias entre bloques debido a que la fecha de siembra, el tipo de siembra, el suelo (virgen) y las condiciones medio ambientales fueron similares para todos los tratamientos durante ésta fase. Por otra parte, la no existencia de diferencias significativas para los días a la emergencia entre el haba local y la Gigante de Copacabana hacen suponer que ambos genotipos difieren sólo en sus características morfológicas externas y no así en sus procesos fisiológicos, ni en el tiempo que toma cada una de ellas para emerger.

Cuadro 9. Análisis de varianza para días a la emergencia

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | Fc | Prob |
|---------------------|----|--------|-------|------|-----------|
| Bloques | 2 | 57.25 | 28.63 | 1.06 | 0.3681 NS |
| Variedad | 1 | 1.50 | 1.50 | 0.06 | 0.8165 NS |
| Error | 16 | 458.92 | 27.00 | | |
| Total | 23 | 706.50 | | | |

C.V. = 16.90

NS = No Significativo

La Figura 6, muestra el comportamiento de las semillas de la variedad Gigante de Copacabana y del haba local durante la germinación, la cual denota similitud y uniformidad a lo largo del tiempo de emergencia.

Observando la misma figura (6), se nota que a los 13 días después de la siembra el 26% de las semillas de la variedad Gigante de Copacabana habían emergido, mientras que el haba local reportó una leve superioridad con 29% de emergencia. A los 23 días después de la siembra, las dos variedades presentaron más del 50% de semillas germinadas con 73% y 72% para la variedad Gigante de Copacabana y el haba local respectivamente, razón por la cual se tomó ese día (23) como el número de días a la emergencia en ésta investigación, finalmente y a los 26 días se alcanzó el 94% de germinación para ambos cultivares.

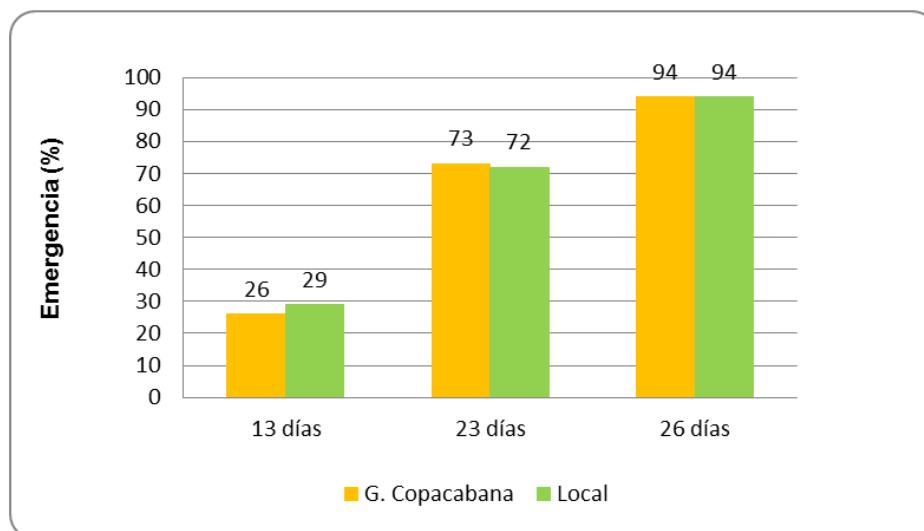


Figura 6. Porcentaje de emergencia de las semillas según variedad

Los resultados de emergencia (94%) obtenidos en éste estudio son superiores a los alcanzados por Paredes (2007), quien en un estudio sobre Opciones de Adaptación al cambio Climático en el Cultivo de haba realizado en el Norte de La Paz, reportó 86% de emergencia a los 30 días después de la siembra.

Con relación a la variedad Gigante de Copacabana Aguilar (2009), en la investigación llevada a cabo con tres variedades de haba en la comunidad Cala Cala del Altiplano Central logró 82% de emergencia, porcentaje que tampoco coincide con el alcanzado en el presente trabajo para la misma variedad.

5.2.2. Altura de la planta a la madurez fisiológica

El análisis de varianza (Cuadro 10) para altura de planta a la madurez fisiológica no presentó diferencias significativas entre bloques, ni en la interacción variedad por dosis. Sin embargo, si mostró diferencias altamente significativas entre variedades y entre las dosis aplicadas de vigortop.

Se asume que no se encontraron diferencias significativas entre bloques porque las condiciones medioambientales (temperatura, precipitación, humedad, nutrientes disponibles en el suelo) y condiciones de manejo de las parcelas experimentales hasta la madurez fisiológica fueron iguales para todos los tratamientos, siendo el coeficiente de variación para ésta variable de 7.59%, valor que está dentro del rango de confiabilidad.

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de la planta a la madurez fisiológica

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | F | Prob |
|---------------------|----|---------|---------|-------|-----------|
| Bloques | 2 | 313.81 | 156.91 | 2.31 | 0.1357 NS |
| Variedad | 1 | 678.41 | 678.41 | 10.00 | 0.0069 ** |
| Dosis | 3 | 5242.23 | 1747.41 | 25.75 | 0.0001 ** |
| Variedad*Dosis | 3 | 271.07 | 90.36 | 1.33 | 0.3039 NS |
| Error | 14 | 950.21 | 67.87 | | |
| Total | 23 | 7455.73 | | | |

CV = 7.59 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

La Figura 7 muestra de forma general el crecimiento vertical de las dos variedades de haba a lo largo del ciclo de cultivo, en ella se observa que las mayores alturas de planta corresponden a la variedad Gigante de Copacabana respecto del haba local en todos los casos. En cuanto a las dosis, se observa que las mejores alturas promedio fueron las alcanzadas con la dosis de 500 l/ha con 122 y 110.4 cm para la variedad Gigante de Copacabana y el haba local respectivamente, seguido de la dosis de 1,000 l/ha con 117.2 y 107.6 cm, la dosis de 250 l/ha con 116.0 y 91.4 cm y por último los tratamientos que no recibieron vigortop con 94.3 y 76.9 cm.

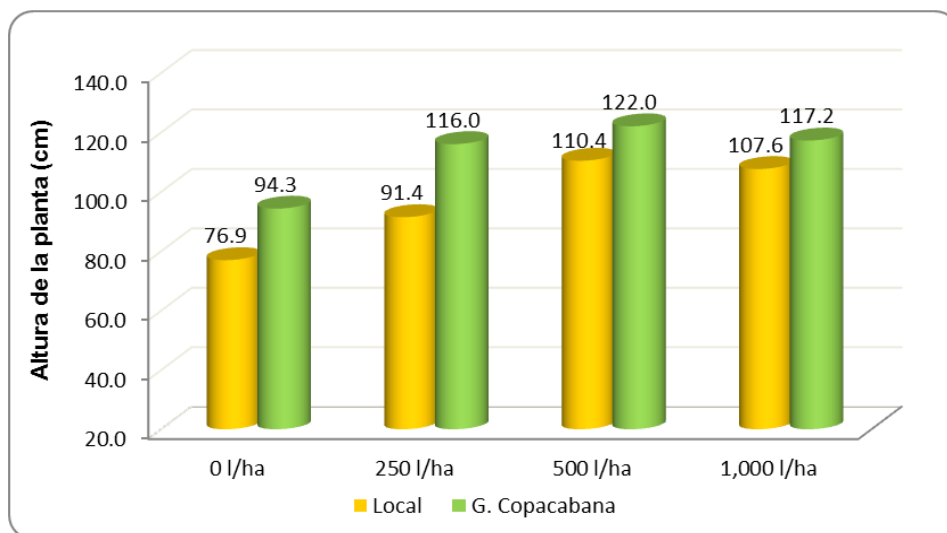


Figura 7. Altura promedio de la planta a la madurez fisiológica

La prueba de Duncan al 5% presentado en el Cuadro 11, corrobora las diferencias significativas entre las alturas alcanzadas por las dos variedades. La variedad Gigante de Copacabana en éste estudio alcanzó un promedio de 113.85 cm mayor que el promedio del haba local que alcanzó 103.22 cm, alturas que asumimos son debidas a las características genéticas de cada una de las variedades utilizadas, considerándose que la variedad Gigante de Copacabana está catalogada como una planta alta respecto a los especímenes de habas locales y/o criollos cuya altura de planta generalmente es menor en tamaño.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para altura de la planta a la madurez fisiológica

| Variedades | Media (cm) | Duncan ($\alpha = 0.05$) | Dosis Vigortop | Media (cm) | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|-----------------------|------------|----------------------------|----------------|------------|----------------------------|
| Gigante de Copacabana | 113.85 | A | 500 l/ha | 124.57 | A |
| | | | 1,000 l/ha | 117.77 | A |
| Haba local | 103.22 | B | 250 l/ha | 106.20 | B |
| | | | 0 l/ha | 85.60 | C |

Las diferencias significativas en altura de las plantas debidas a la dosis, se atribuyen al fertilizante vigortop, pues todos los tratamientos en los que se utilizó el biofertilizante alcanzaron alturas superiores frente a los tratamientos en los que no se aplicó éste insumo, siendo notable que la dosis que reportó mayor altura de planta fue la dosis de 500 l/ha con 124.57 cm a diferencia de los tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante foliar cuyo promedio de altura alcanzado fue 85.60 cm.

Suponemos que las mayores alturas alcanzadas por las plantas tratadas con vigortop, se deben a los micro y macronutrientes (N, C, Fe, Cu, Mn y Zn) recibidos del fertilizante foliar, ya que éstos no se encontraban en el suelo donde se llevó a cabo la investigación.

Además, estimamos que la temperatura, luminosidad y humedad del lugar en horas de la mañana combinadas con una dosis de 500 l/ha favorecieron la permeabilidad de la cutícula y estimularon la apertura de estomas en las plantas por lo que éstas capturaron y asimilaron mejor el fertilizante en dicha concentración, expresándolo a través de un crecimiento longitudinal superior en comparación a las plantas que recibieron otras concentraciones y/o no fueron tratadas con el producto y que por tanto no recibieron elementos como el nitrógeno (N) que tiene que ver en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas .

Estos resultados nos llevan a afirmar que en la altura de la planta, además de factores como la temperatura, precipitación, luminosidad y características genéticas de la variedad, la cantidad de nutrientes adicionales otorgados a la planta por medio del fertilizante foliar vigortop influyen en el crecimiento longitudinal, pues el contenido de nitrógeno (N), ácidos húmicos, fúlvicos y brasinoloides de éste tipo de productos según varios autores (Guminsky et al.,1983 citado por Ramos, 2000) estimulan la absorción de macronutrientes y la división celular en los meristemos subapicales de las plantas, provocando así un incremento en la longitud de los tallos.

5.2.3. Diámetro del tallo a la madurez fisiológica

El análisis de varianza (Cuadro 12), para el diámetro del tallo no detecto diferencias significativas entre bloques, entre variedades, ni en la interacción dosis por variedad pero si detecto diferencias altamente significativas entre dosis de vigortop utilizadas.

Asumimos, que no se encontraron diferencias significativas entre los bloques porque la investigación fue llevada a cabo de forma homogénea tanto en las actividades de manejo del cultivo como en las condiciones ambientales otorgadas por el lugar ya que el coeficiente de variación de 10.58% indica que los resultados experimentales para ésta variable son confiables.

Al no encontrarse diferencias significativas en el diámetro del tallo entre variedades, suponemos que la información genética que lleva cada variedad en cuanto a ésta característica es similar para ambas, por lo que las diferencias visuales que existen (0.8 y 0.7 cm para la variedad Gigante de Copacabana y haba local respectivamente) sospechamos puedan deberse a factores externos como la temperatura, humedad y nutrientes disponibles para la planta.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para diámetro del tallo a la madurez fisiológica

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | F | Prob |
|---------------------|----|------|------|--------|-----------|
| Bloques | 2 | 0.01 | 0.01 | 0.74 | 0.494 NS |
| Variedad | 1 | 0.97 | 0.48 | 0.1765 | 0.054 NS |
| Dosis | 3 | 0.50 | 0.17 | 24.06 | 0.0001 ** |
| Variedad*Dosis | 3 | 0.03 | 0.01 | 1.28 | 0.319 NS |
| Error | 14 | 0.10 | 0.01 | | |
| Total | 23 | 0.80 | | | |

CV = 10.58 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

En la Figura 8 se observa que en todos los tratamientos los mejores diámetros de tallo fueron alcanzados por la variedad Gigante de Copacabana, siendo la dosis de 500 l/ha la que permitió a las dos variedades un mejor crecimiento horizontal del tallo con 1.0 cm y 0.8 cm de diámetro promedio, frente a los tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante foliar.

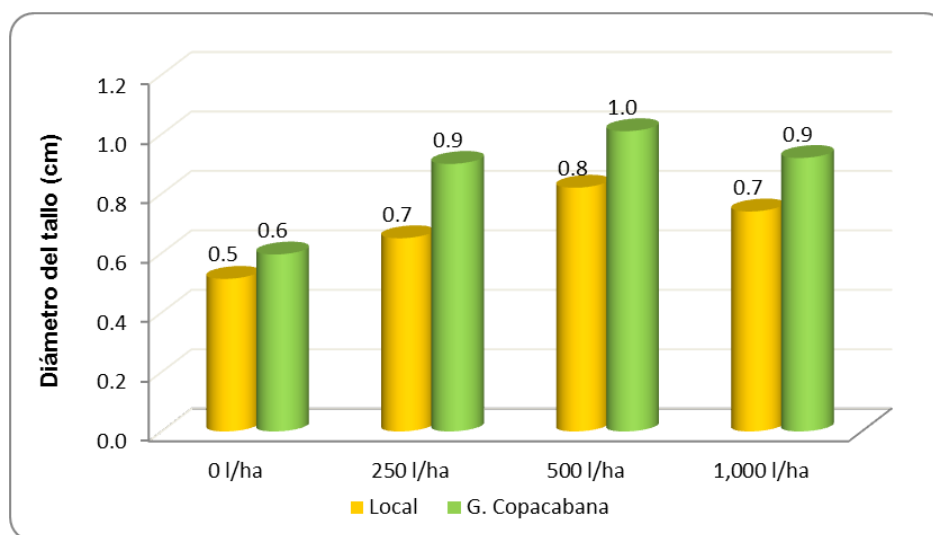


Figura 8. Diámetro promedio del tallo a la madurez fisiológica

La prueba Duncan para el diámetro del tallo (Cuadro 13), muestra diferencias significativas entre dosis de vigortop, destacándose la dosis de 500 l/ha que logró alcanzar un diámetro de 0.9 cm, diámetro mayor que aquellos tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante cuyo promedio alcanzó a 0.5 cm, por lo que se asume que la adición del fertilizante foliar como complemento influye en el desarrollo horizontal de las plantas de haba.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para diámetro del tallo a la madurez fisiológica

| Variedades | Media (cm) | Duncan ($\alpha = 0.05$) | Dosis Vigortop | Media (cm) | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|-----------------------|-------------------|--|-----------------------|-------------------|--|
| Gigante de Copacabana | 0.8 | A | 500 l/ha | 0.93 | A |
| | | | 1,000 l/ha | 0.87 | AB |
| Haba local | 0.7 | A | 250 l/ha | 0.79 | B |
| | | | 0 l/ha | 0.55 | C |

Como los mayores diámetros de tallo se alcanzaron con la aplicación de vigortop, suponemos que aparte de los macro y micronutrientes disponibles en el producto, la estructura física del tallo (rugosidad) de cada una de las variedades afectó la mojabilidad y retención de las gotas de fertilizante, causando así diferencias en el aprovechamiento del producto por parte de las plantas, siendo más eficientes en los procesos fisiológicos de absorción, almacenamiento y translocación aquellas que recibieron la solución de 500 l/ha.

Por el contrario, las plantas que lograron tallos más delgados fueron las que no recibieron el biofertilizante, por lo que asumimos que se vieron afectadas por la reducción de fósforo y la ausencia de nitrógeno, carbono, hierro, manganeso y zinc que estaban contenidos en el producto utilizado como complemento y que no estaban presentes en el suelo donde se realizó el estudio.

5.2.4. Número de macollos por planta a la madurez fisiológica

El Cuadro 14 muestra el análisis de varianza para el número de macollos por planta, en él se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, entre variedades, ni en la interacción variedad por dosis. Sin embargo se pueden ver diferencias altamente significativas entre las dosis de vigortop utilizadas.

Asumimos que no se encontraron diferencias significativas entre bloques porque tanto la temperatura, precipitación, humedad, nutrientes disponibles en el suelo como las prácticas de manejo de las parcelas experimentales fueron similares y simultaneas para todos los tratamientos, siendo el coeficiente de variación para ésta variable de 19.85%, valor que está dentro del rango de confiabilidad para el experimento.

Cuadro 14. Análisis de Varianza para el número de macollos por planta a la madurez fisiológica

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | F | Prob |
|---------------------|----|-------|-------|-------|-----------|
| Bloques | 2 | 4.094 | 16.38 | 4.06 | 0.061 NS |
| Variedad | 1 | 2.86 | 2.86 | 0.59 | 0.102 NS |
| Dosis | 3 | 11.47 | 3.82 | 14.00 | 0.0002 ** |
| Variedad*Dosis | 3 | 1.97 | 0.66 | 2.41 | 0.1106 NS |
| Error | 14 | 3.82 | 0.27 | | |
| Total | 23 | 24.53 | | | |

CV = 19.85 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

La Figura 9 presenta el número de macollos desarrollados por planta en cuanto a variedad y a dosis de vigortop utilizados, en ella se puede observar que hasta la madurez fisiológica la variedad que reportó un mayor número de macollos por planta fue la Gigante de Copacabana y la mejor dosis de vigortop fue la de 500 l/ha la que consiguió 5 macollos en el caso de la variedad Gigante de Copacabana y 3 macollos por planta en el caso del haba local, números superiores a los alcanzados por los tratamientos donde no se utilizó el biofertilizante que consiguió un promedio de 2 macollos por planta solamente.

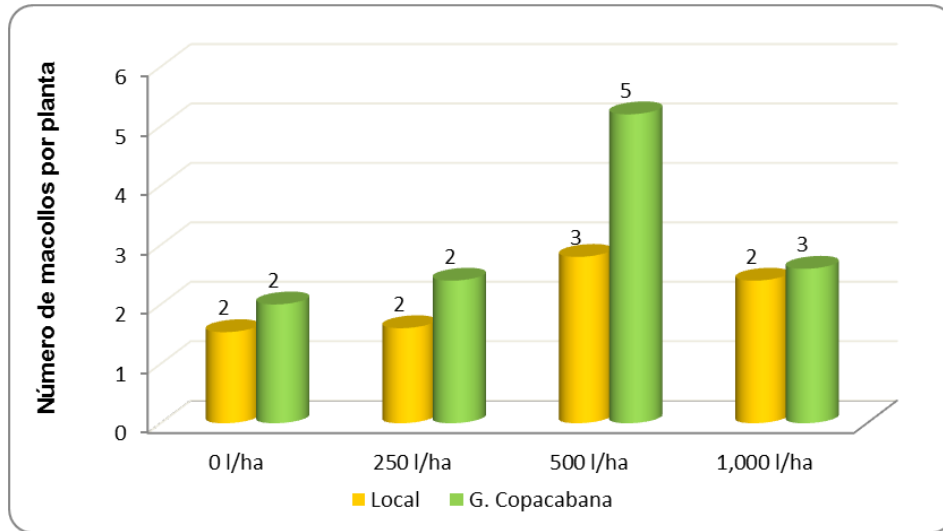


Figura 9. Número de macollos por planta a la madurez fisiológica

La prueba de comparación de Duncan (Cuadro 15), confirma las diferencias significativas en el número de macollos debido a la influencia de las dosis de vigortop, donde la dosis de 500 l/ha obtuvo el mayor número de macollos (4 macollos por planta), seguido por la dosis de 1,000 y 250 l/ha, ambos con 3 macollos por planta, quedando en último lugar los tratamientos que no recibieron el fertilizante foliar con 2 macollos por planta.

Cuadro 15. Prueba de Duncan para el número de macollos por planta a la madurez fisiológica

| Variedades | Media | Duncan ($\alpha = 0.05$) | Dosis Vigortop | Media | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|-----------------------|-------|----------------------------|----------------|-------|----------------------------|
| Gigante de Copacabana | 3 | A | 500 l/ha | 4 | A |
| | | | 1,000 l/ha | 3 | B |
| Haba local | 2 | A | 250 l/ha | 3 | B |
| | | | 0 l/ha | 2 | C |

Evidentemente, el mayor número de macollos por planta se debe a que los componentes del vigortop (macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos) han coadyuvado a la formación de nuevos brotes, junto con la acción de los brasinoloides que según Jordán y Casaretto, 2006 son responsables del crecimiento, diferenciación y morfogénesis en las plantas, además de proporcionarle a éstas mayor resistencia a heladas, calor, sequia, sales y enfermedades.

Por tanto, sospechamos que los tratamientos que no recibieron el fertilizante foliar tuvieron el menor número de macollos por planta, porque los nutrientes disponibles en el suelo apenas alcanzaron para efectuar los procesos fisiológicos de la fotosíntesis y respiración, no teniendo posibilidad de formar nuevos brotes por falta de reservas nutritivas, descartando así influencias de tipo ambiental ya que para todos los tratamientos las condiciones agroclimáticas fueron iguales.

5.2.5. Número de vainas por planta

El análisis de varianza para el número de vainas por planta (Cuadro 16) muestra un coeficiente de variación de 7.42% lo que indica que los resultados experimentales son confiables. Asimismo, éste análisis no presentó diferencias significativas entre bloques y tampoco en la interacción dosis por variedad pero si detectó diferencias altamente significativas entre las variedades utilizadas y entre las dosis de vigortop aplicadas.

Cuadro 16. Análisis de Varianza para el número de vainas por planta

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | F | Prob |
|---------------------|----|--------|-------|-------|-----------|
| Bloques | 2 | 4.71 | 2.36 | 3.22 | 0.0709 NS |
| Variedad | 1 | 36.02 | 36.02 | 49.19 | 0.0001 ** |
| Dosis | 3 | 155.13 | 51.71 | 70.63 | 0.0001 ** |
| Variedad*Dosis | 3 | 8.04 | 2.68 | 3.66 | 0.0888 NS |
| Error | 14 | 10.25 | 0.73 | | |
| Total | 23 | 214.15 | | | |

CV = 7,42 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

En la Figura 10 se aprecia que los tratamientos que alcanzaron el mayor número de vainas por planta fueron los pertenecientes a la variedad Gigante de Copacabana, dentro de los cuales la dosis de 500 l/ha reportó 18 vainas, seguida de la dosis de 1,000 l/ha con 16 vainas y la dosis de 250 l/ha con 13 vainas, siendo los tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante foliar los que alcanzaron sólo un promedio de 9 vainas por planta. En el caso del haba local, la dosis que mayor número de vainas presentó también fue la de 500 l/ha y la de menor número de vainas fueron los tratamientos en los que no se utilizó el fertilizante foliar.

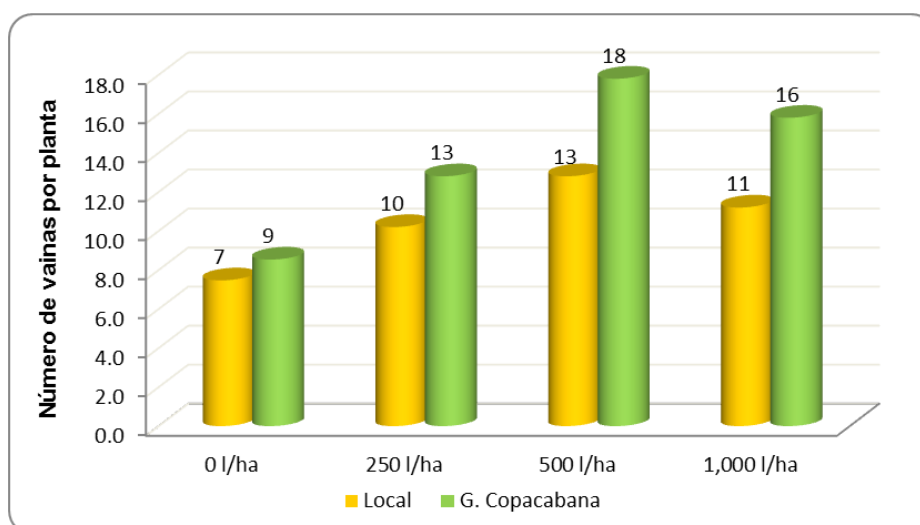


Figura 10. Número promedio de vainas por planta

Realizada la prueba Duncan al 5% (Cuadro 17), ésta confirmó diferencias estadísticas entre el haba local que obtuvo un promedio de 10 vainas por planta y la variedad Gigante de Copacabana que alcanzó un promedio de 13 vainas por planta. La diferencia entre ambas variedades, la atribuimos primero a la información genética y disposición que tiene cada variedad para formar un cierto número de vainas por planta, seguido en segundo lugar, por la disponibilidad de recursos nutricionales que tenga la planta para lograr su objetivo.

En éste sentido, asumimos que el mayor número de vainas alcanzado por la variedad Gigante de Copacabana en cada uno de los tratamientos, se debe a que la información genética que lleva consigo ésta variedad la predispone a formar una mayor cantidad de vainas por tratarse de una planta relativamente más alta que las plantas de haba locales y/o criollas. Así se justificaría también el menor número de vainas formadas por las plantas de haba local, que al tener menor porte formaron también menor número de frutos.

Cuadro 17. Prueba Duncan para el número de vainas por planta

| Variedades | Media | Duncan ($\alpha = 0.05$) | Dosis Vigortop | Media | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|-----------------------|--------------|--|---------------------------|--------------|--|
| Gigante de Copacabana | 13 | A | 500 l/ha | 15 | A |
| | | | 1,000 l/ha | 13 | B |
| Haba local | 10 | B | 250 l/ha | 10 | C |
| | | | 0 l/ha | 8 | D |

Con relación a las dosis de vigortop, la prueba Duncan muestra que la dosis de 500 l/ha consiguió que se formaran en promedio 15 vainas por planta, seguida de la dosis de 1,000 l/ha y 250 l/ha con 13 y 10 vainas por planta respectivamente, siendo los de menor cantidad de vainas obtenidas (8) los tratamientos testigo.

Se asume que la formación de la mayor cantidad de vainas por planta se dio por la adición de elementos como el potasio y el fósforo (K, esencial para el control del movimiento de los estomas y el agua de la planta; y P responsable de la transferencia de energía necesaria para los procesos metabólicos dentro de la planta e importante para la formación de frutos), además de micronutrientes provenientes de vigortop y ausentes en el suelo del lugar. Por tanto, los tratamientos que no recibieron elementos adicionales a través del fertilizante foliar mostraron sus deficiencias formando un menor número de vainas por planta.

Estos resultados confirmarían, que además de las características genéticas de la variedad, la cantidad de nutrientes adicionales otorgados a la planta en etapa de fructificación son esenciales para una buena producción de frutos ya que se sabe que en condiciones de deficiencias nutricionales o por algún tipo de estrés (biológico, físico, químico o de otra forma) los procesos metabólicos se ven afectados provocando también reducción en la producción.

5.2.6. Número de granos por vaina a la cosecha

El análisis de varianza para el número de granos por vaina (Cuadro 18) muestra un coeficiente de variación de 9.33% lo cual indica confiabilidad de los resultados experimentales. El mismo análisis, no presenta diferencias significativas entre bloques, por lo que asumimos que las condiciones de temperatura, humedad, nutrientes disponibles en el suelo y manejo de las parcelas experimentales fueron similares en todos los casos. Sin embargo, se observa que hay diferencias altamente significativas entre variedades y entre dosis utilizadas.

Cuadro 18. Análisis de Varianza para el número de granos por vaina a la cosecha

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | F | Prob |
|---------------------|----|------|------|-------|-----------|
| Bloques | 2 | 0.09 | 0.05 | 0.92 | 0.4196 NS |
| Variedad | 1 | 1.60 | 1.60 | 31.73 | 0.0001 ** |
| Dosis | 3 | 5.74 | 1.91 | 37.89 | 0.0001 ** |
| Variedad*Dosis | 3 | 0.22 | 0.07 | 1.44 | 0.2728 NS |
| Error | 14 | 0.71 | 0.05 | | |
| Total | 23 | 8.36 | | | |

CV = 9,33 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

La Figura 11 muestra el promedio del número de granos por vaina, donde los tratamientos en los que se utilizó la semilla del haba local reportaron menor cantidad de granos por vaina con relación a los tratamientos en los cuales se utilizó semillas de la variedad Gigante de Copacabana. En cuanto a las dosis los mejores resultados fueron los reportados por la dosis de 500 l/ha con un promedio máximo de 4 granos, seguido por las dosis de 1,000 l/ha y 250 l/ha con un promedio de 3 granos cada uno, muy similar al cultivo de haba local que obtuvo su mejor número también a una dosis de 500 l/ha con 3 granos por vaina.

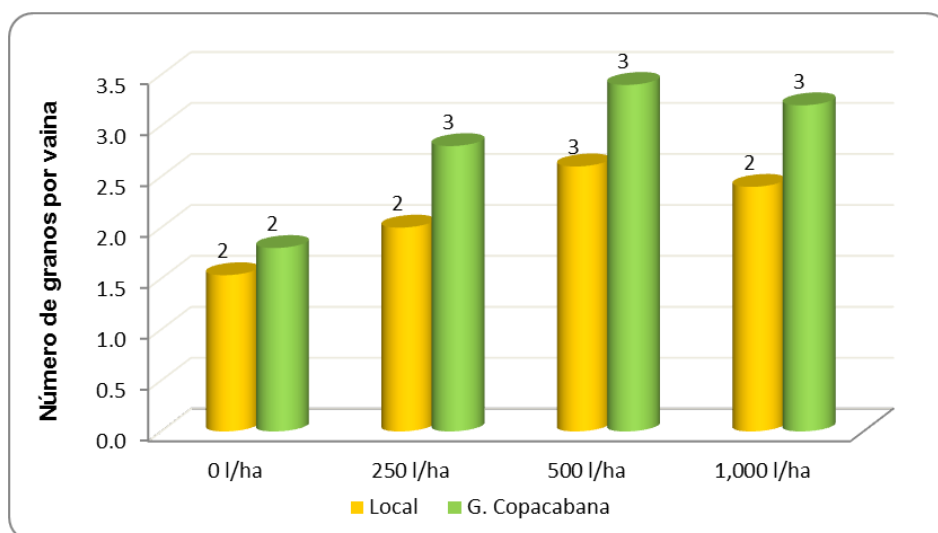


Figura 11. Número de granos por vaina a la cosecha

La prueba Duncan para la variable número de granos por vaina (Cuadro 19) ratificó las diferencias significativas entre variedades, siendo la variedad Gigante de Copacabana la que reportó 3 granos por vaina, diferente estadísticamente al haba local que obtuvo un promedio de 2 granos por vaina.

La mayor cantidad de granos por vaina manifestada por la variedad Gigante de Copacabana, nos hace sospechar que al ser una variedad mejorada genéticamente ésta tiene la capacidad y la característica de responder mejor y con mayor producción que las variedades locales hasta en condiciones de estrés de algún tipo, razón por la cual el promedio del número de granos por planta sería mejor en comparación al haba local, la cual respondería también en función a su información genética y a las condiciones medioambientales y nutricionales proporcionadas.

Cuadro 19. Prueba Duncan para número de granos por vaina a la cosecha

| Variedades | Media | Duncan ($\alpha = 0.05$) | Dosis Vigortop | Media | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|-----------------------|--------------|--|---------------------------|--------------|--|
| Gigante de Copacabana | 3 | A | 500 l/ha | 3 | A |
| | | | 1,000 l/ha | 3 | A |
| Haba local | 2 | B | 250 l/ha | 2 | B |
| | | | 0 l/ha | 2 | B |

Las diferencias encontradas en cuanto a dosis de aplicación confirman que los elementos contenidos en el vigortop otorgan a las plantas nutrientes que favorecen su crecimiento, desarrollo y producción, siendo la dosis de 500 l/ha la que obtuvo un promedio mayor de granos por vaina (3) frente a los tratamientos que no fueron tratados con dicho producto, las que reportaron 2 granos por vaina.

Por tanto, y al ser las condiciones medioambientales y de manejo proporcionadas a todos los tratamientos similares, se confirma que la dosis de 500 l/ha tendría influencia favorable sobre el número de granos por vaina, debido posiblemente al buen balance en la relación agua y vigortop, lo que justificaría la reacción de las otras dosis (1,000 y 250 l/ha) y de los tratamientos que no recibieron el biofertilizante, expresándose en un menor número de granos producidos.

Al respecto, la FAO 2002 sostiene que las diferentes variedades de un cultivo difieren en sus requerimientos de nutrientes y en su respuesta a los fertilizantes, pues una variedad local no responderá tan bien a los fertilizantes como una variedad mejorada. Por su parte, Rodríguez (1991) indica que la cantidad de granos por vaina podría estar determinada por las condiciones generales nutritivas de la planta, o puede deberse a la variabilidad genética de la especie y la aplicación de fertilizantes durante la formación de la vaina.

5.2.7. Peso de la vaina a la cosecha

El análisis de varianza (Cuadro 20) para el peso por unidad de vaina, no encontró diferencias significativas entre bloques, ni en la interacción variedad por dosis. No obstante, encontró diferencias altamente significativas entre variedades y entre las dosis aplicadas de vigortop.

Estimamos que no se encontraron diferencias significativas entre bloques porque el manejo cultural de las parcelas experimentales fue homogéneo para todos los tratamientos, siendo el coeficiente de variación para esta variable de 13.21%, valor ubicado dentro del rango de confiabilidad.

Cuadro 20. Análisis de varianza para el peso de la vaina a la cosecha

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | F | Prob |
|---------------------|----|-----------|----------|-------|-----------|
| Bloques | 2 | 14467.28 | 7233.64 | 5.87 | 0.0141 NS |
| Variedad | 1 | 45876.27 | 45876.27 | 37.22 | 0.0001 ** |
| Dosis | 3 | 119831.56 | 39943.85 | 32.40 | 0.0001 ** |
| Variedad*Dosis | 3 | 5906.28 | 1968.76 | 1.60 | 0.2347 NS |
| Error | 14 | 17258.06 | 1232.72 | | |
| Total | 23 | 203339.44 | | | |

CV = 13.21 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

En cuanto al peso de las vainas, la Figura 12 muestra que la variedad Gigante de Copacabana fue la que registró los mejores pesos con relación al haba local, mientras que la dosis de 500 l/ha permitió obtener un mayor gramaje de las vainas tanto de la variedad Gigante de Copacabana como del haba local con 28 y 26 g respectivamente, siendo los menores pesos obtenidos por los tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante foliar vigortop.

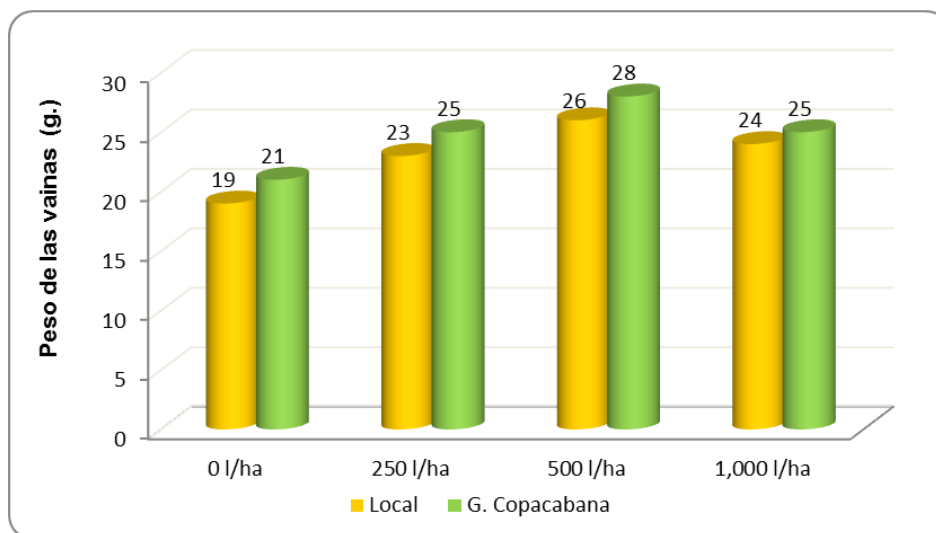


Figura 12. Peso promedio de las vainas a la cosecha

La prueba Duncan presentado en el Cuadro 21, corrobora las diferencias significativas entre variedades, donde el mayor peso por vaina se consiguió con la variedad Gigante de Copacabana que obtuvo un promedio de 24 g y el menor peso por vaina lo reportó el haba local con un promedio de 19 g.

Se asume que la diferencia de los pesos por vaina entre variedades es directamente proporcional al número de granos formados en cada vaina, siendo ésta cantidad la influenciada por las características genéticas de cada una de las variedades. Por tanto, al ser mayor el número de granos formados por las vainas correspondientes a la variedad Gigante de Copacabana, ésta logró también un promedio mayor en peso, contrariamente a las vainas correspondientes al haba local que al formar un menor número de granos por vaina también lograron pesos menores de ésta.

Cuadro 21. Prueba Duncan para el peso de la vaina a la cosecha

| Variedades | Media (g) | Duncan ($\alpha = 0.05$) | Dosis Vigortop | Media (g) | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|-----------------------|------------------|--|-----------------------|------------------|--|
| Gigante de Copacabana | 24 | A | 500 l/ha | 28 | A |
| | | | 1,000 l/ha | 25 | B |
| Haba local | 19 | B | 250 l/ha | 22 | C |
| | | | 0 l/ha | 19 | D |

En cuanto a las diferencias en peso por vaina debidas a las dosis, la solución de 500 l/ha fue la que alcanzó el peso máximo de vaina con 28 g, seguido de la dosis de 1,000 y 250 l/ha con 25 y 22 g por vaina, para quedar en último lugar los tratamientos que no recibieron el producto con 19 g por vaina.

Sin duda las diferencias entre el mayor y menor peso de vaina están relacionadas con las propiedades fisicoquímicas de la solución de vigortop utilizado, siendo la concentración de 500 l/ha la que especulamos permitió la mejor tasa de absorción, la mejor asimilación y por ende el mejor crecimiento y peso obtenido por vaina.

Por otra parte, sospechamos que la estructura del follaje de cada una de las variedades es diferente en cuanto a la cutícula, estomas, tricomas, porcentajes y composición de ceras afectando en la eficacia del producto, determinando así la cantidad de solución retenida en la planta, la capacidad y velocidad de absorción y la distribución dentro de la misma.

5.2.8. Rendimiento en vaina verde (ton/ha)

El análisis de varianza para el rendimiento en vaina verde (Cuadro 22) no detectó diferencias significativas entre bloques ni en la interacción variedad por dosis, sin embargo encontró diferencias altamente significativas entre variedades y entre dosis de vigortop aplicados.

Se supone que no se encontraron diferencias significativas entre bloques porque desde la siembra hasta la cosecha las condiciones tanto ambientales como de manejo del cultivo fueron similares para todas las parcelas experimentales, pues el coeficiente de variación de 20.2% para ésta variable indica que los resultados experimentales son confiables.

Cuadro 22. Análisis de varianza para el rendimiento en vaina verde

| Fuente de Variación | GL | SC | CM | F | Prob |
|---------------------|----|-----------|----------|-----------|-----------|
| Bloques | 2 | 1.105 | 5.506 | 1.66 | 0.2255 NS |
| Variedad | 1 | 91.61 | 91.61 | 275210.96 | 0.001 ** |
| Dosis | 3 | 242.85 | 39943.85 | 243172.53 | 0.001 ** |
| Variedad*Dosis | 3 | 11.77 | 1968.76 | 117812.8 | 0.128 NS |
| Error | 14 | 17258.06 | 1232.72 | | |
| Total | 23 | 203339.44 | | | |

CV = 20.2 %

NS = No significativo

(**) = Altamente significativo

La Figura 13 muestra el rendimiento de cada uno de los tratamientos realizados en la investigación, en ella se observa que entre las variedades, la Gigante de Copacabana obtuvo los mayores rendimientos, siendo la dosis de 500 l/ha la que permitió alcanzar un promedio de 18 ton/ha con la variedad Gigante de Copacabana y 12.4 ton/ha con el haba local, valores superiores a los registrados con relación a los tratamientos en los que no se utilizó el fertilizante foliar con 8.1 y 6.4 ton/ha para ambas variedades respectivamente.

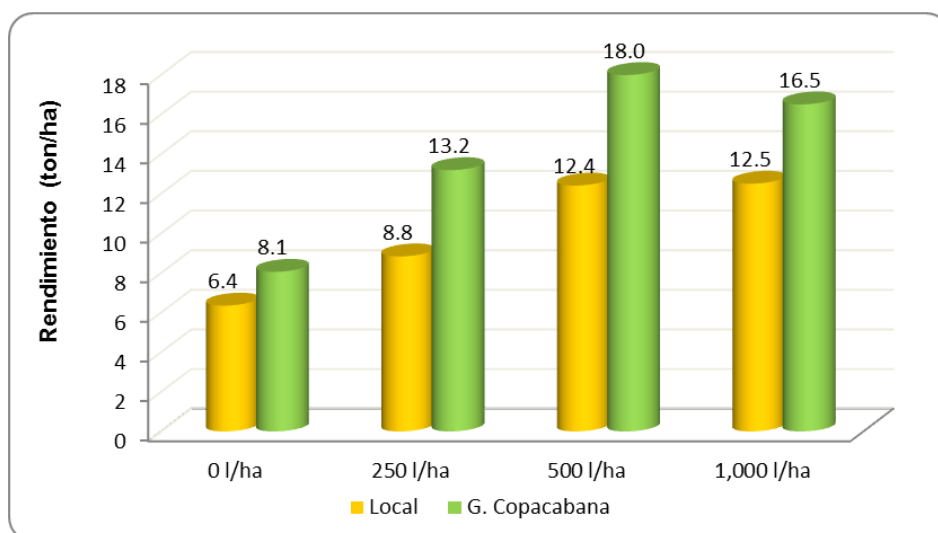


Figura 13. Rendimientos por tratamiento en ton/ha

Como se puede observar en el Cuadro 23, la prueba Duncan muestra diferencias en los rendimientos en vaina verde entre variedades, donde la variedad Gigante de Copacabana alcanzó un promedio de 13.9 ton/ha y el haba local alcanzó un promedio de 10 ton/ha.

Se asume que la mayor cantidad en rendimiento de la variedad Gigante de Copacabana se debe a que es una variedad mejorada y a que las características genotípicas que trae consigo son superiores por el comportamiento que ha demostrado durante todo el desarrollo del cultivo y que al final se manifestó en un mayor rendimiento en vaina verde respecto del haba local, la cual especulamos tiene una información genética que determinó su menor crecimiento vegetativo, menor producción de biomasa y por tanto menor rendimiento de haba en vaina verde.

Cuadro 23. Prueba Duncan para el rendimiento en vaina verde

| Variedades | Media (ton/ha) | Duncan ($\alpha = 0.05$) | Dosis Vigortop | Media (ton/ha) | Duncan ($\alpha = 0.05$) |
|-----------------------|---------------------------|--|---------------------------|---------------------------|--|
| Gigante de Copacabana | 13.9 | A | 500 l/ha | 15.20 | A |
| | | | 1,000 l/ha | 14.50 | B |
| Haba local | 10.0 | B | 250 l/ha | 11.01 | C |
| | | | 0 l/ha | 7.20 | D |

En cuanto a la dosis de vigortop, la prueba Duncan también detectó diferencias significativas entre los tratamientos. Siendo la dosis de 500 l/ha la que reportó un rendimiento mayor con 15.2 ton/ha, seguido de las dosis de 1,000 y 250 l/ha con 14.5 y 11.0 ton/ha respectivamente, situándose en último lugar los tratamientos que no recibieron aplicación del fertilizante foliar vigortop con 7.2 ton/ha.

Éstos resultados muestran que la dosis de 500 l/ha fue la que obtuvo el mejor rendimiento de vaina verde, debido probablemente a que permite a la planta mejor absorción de nutrientes y mejor asimilación de éstos, maximizando así la actividad fotosintética, la apertura de estomas y el rendimiento metabólico y productivo del cultivo, a diferencia de los tratamientos que no recibieron el fertilizante foliar cuyos rendimientos son menores seguramente en respuesta a la baja proporción de nutrientes provenientes del suelo (virgen sin fertilizantes).

Al respecto la FAO (2002), indica que para obtener rendimientos satisfactorios, los nutrientes tienen que ser aplicados en la forma de fertilizantes minerales ya que el crecimiento de una planta depende del suministro suficiente de cada nutriente, y el rendimiento está limitado por los nutrientes que son restringidos.

5.3. Análisis económico

El análisis económico en el presente trabajo, permitió evaluar los costos parciales de producción para la variedad Gigante de Copacabana y para el haba local, así como los ingresos para cada una de estas variedades. Para facilitar los cálculos, el análisis se realizó para una unidad productiva representada por 1 ha, se tomó en cuenta los insumos utilizados, rendimientos, precio en el mercado y mano de obra empleado para el proceso (Anexos 7 al 14).

Cuadro 24. Resumen de la Evaluación económica a través de los Indicadores de rentabilidad

| Variedad | Dosis de Vigortop | Costo total (bs/ha) | Ingreso Total (bs/ha) | Utilidad (bs/ha) | B/C (bs) |
|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|------------------|----------|
| Local | 0 l/ha | 8,053.00 | 11,430.92 | 3,377.92 | 1.22 |
| | 250 l/ha | 8,802.75 | 15,900.18 | 7,097.43 | 1.81 |
| | 500 l/ha | 9,556.25 | 22,505.13 | 12,948.88 | 2.36 |
| | 1,000 l/ha | 10,535.25 | 22,335.77 | 11,800.52 | 2.12 |
| Gigante de Copacabana | 0 l/ha | 9,025.50 | 14,498.32 | 5,472.82 | 1.61 |
| | 250 l/ha | 10,257.75 | 23,733.23 | 13,475.48 | 2.31 |
| | 500 l/ha | 11,049.50 | 32,370.32 | 21,320.82 | 2.93 |
| | 1,000 l/ha | 11,937.75 | 29,704.87 | 17,767.12 | 2.49 |

Fuente: Elaboración propia (2016)

Como se puede observar en el Cuadro 24, los costos de inversión para la producción del haba local y para la producción de la variedad introducida Gigante de Copacabana difieren en todos los casos debido al costo del biofertilizante vigortop, que de acuerdo a los tratamientos adoptó cantidades diferentes.

Los ingresos fueron obtenidos a partir de los rendimientos de cada una de las variedades y determinados por el precio de venta por kilo de haba verde, siendo éste de Bs 1.80 al momento de la comercialización.

Sobre la base de éstas determinaciones las mejores utilidades fueron presentadas por la variedad Gigante de Copacabana con una utilidad promedio de 14,509.06 Bs con relación al haba local que alcanzó una utilidad promedio de 8,806.19 Bs.

Las relaciones de Beneficio/Costo para todos los tratamientos son mayores a uno (1), lo que indica rentabilidad en la producción de haba verde independientemente de la variedad y de las dosis de vigortop utilizadas. Sin embargo, las mejores relaciones Beneficio/Costo fueron presentadas por los tratamientos en los que se utilizó una dosis de 500 l/ha de vigortop con 2.93/100 y 2.36/100 Bs para la variedad Gigante de Copacabana y el haba local respectivamente, deduciéndose, que por cada 1 boliviano invertido con éste tipo de tratamiento se obtuvo una ganancia de 1.93/100 Bs con la Gigante de Copacabana y 1.36/100 Bs con el haba local.

Por el contrario, las relaciones Beneficio/Costo menores fueron reportadas por los tratamientos en los que no se utilizó el fertilizante foliar vigortop, siendo que por cada 1 boliviano invertido en el cultivo del haba local se recupera 1.22/100 Bs y por cada 1 boliviano invertido en el cultivo de la variedad Gigante de Copacabana sin fertilizante foliar se recupera 1.61/100 Bs.

6. CONCLUSIONES

Una vez concluido el trabajo de campo y obtenidos los datos para ser procesados en computador, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La fluctuación de las temperaturas durante el desarrollo de la investigación variaron desde los 10.5 °C hasta los 14.8 °C, dato que habría favorecido al cultivo ya que se encuentra dentro del rango sugerido por varios autores, que indican que de forma general el cultivo de haba se comporta bien en temperaturas entre 10° C a 20° C.
- Las precipitaciones para la gestión agrícola 2014 - 2015 alcanzaron un total de 626 mm, provisión de agua de lluvia que cubrió los requerimientos hídricos del cultivo, ya que lo recomendado habitualmente para el buen desarrollo del haba está entre 500 a 700 mm por año.
- Asimismo, los datos de precipitación más altos reportados en los meses de enero con 144 mm y febrero con 100 mm coincidieron con la etapa de formación de flores y vainas, factor que favoreció la producción debido a que éste es el periodo en el que la planta requiere la mayor cantidad de agua.
- La emergencia de las semillas de haba fue uniforme y similar a lo largo de ésta etapa, pues a los 23 días después de la siembra las dos variedades presentaron más del 50% de semillas germinadas con 73% y 72% para la variedad Gigante de Copacabana y el haba local respectivamente, razón por la cual se tomó ese día (23) como el número de días a la emergencia en ésta investigación.
- El crecimiento en altura de las plantas fue diferente para cada una de las variedades, siendo superior la Gigante de Copacabana con 113.85 cm, respecto del haba local que alcanzó 103.22 cm. En relación a la dosis aplicada, la que permitió un mayor desarrollo vertical fue la dosis de 500 l/ha con 124.57 cm a

diferencia de los tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante foliar cuyo promedio de altura alcanzado fue 85.60 cm.

- Para la variable diámetro del tallo no se encontraron diferencias entre variedades, pero si entre dosis de vigortop, destacándose la dosis de 500 l/ha que logró alcanzar un diámetro de tallo de 0.9 cm, respecto a aquellos tratamientos que no recibieron la aplicación del fertilizante cuyo promedio sólo alcanzó a 0.5 cm de diámetro.
- El número de macollos por planta no fue influenciado por la variedad, pero si por las dosis de vigortop, donde la dosis de 500 l/ha obtuvo el mayor número de macollos (4), seguido por la dosis de 1,000 y 250 l/ha, ambos con 3 macollos por planta, quedando en último lugar los tratamientos que no recibieron el fertilizante foliar con 2 macollos por planta
- El número de vainas obtenidas fue superior en la variedad Gigante de Copacabana que logró un promedio de 13, con respecto al haba local que obtuvo un promedio de 10 vainas por planta. Siendo la dosis de aplicación de 500 l/ha la que consiguió un mayor número de vainas (15) por planta.
- Respecto al número de granos por vaina, la variedad Gigante de Copacabana logró formar en promedio de 3 granos por vaina, frente al haba local que obtuvo un promedio de 2 granos por vaina. Siendo la dosis de 500 l/ha de vigortop la que consiguió éste promedio mayor (3) frente a las plantas que no fueron tratadas con dicho producto, las que reportaron 2 granos por vaina.
- El mayor peso por vaina se consiguió con la variedad Gigante de Copacabana que obtuvo un promedio de 24 g, frente al haba local, que pese a ser del lugar reportó el menor peso por vaina con un promedio de 19 g. En cuanto a las dosis, la solución de 500 l/ha fue la que alcanzó el peso máximo de vaina con 28 g, quedando en último lugar los tratamientos testigo con 19 g por vaina.

- Con relación al rendimiento, la variedad Gigante de Copacabana obtuvo un promedio de 13.9 ton/ha, valor superior al alcanzado por el haba local que obtuvo un promedio de 10 ton/ha. Entre las dosis de aplicación, la dosis de 500 l/ha fue la que reportó un rendimiento mayor con 15.2 ton/ha, siendo los tratamientos que no recibieron aplicación del fertilizante foliar los que presentaron el menor rendimiento con 7.2 ton/ha.
- Las mejores relaciones Beneficio/Costo fueron presentadas por los tratamientos en los que se utilizó una dosis de 500 l/ha de vigortop con 2.93/100 y 2.36/100 Bs para la variedad Gigante de Copacabana y el haba local respectivamente, deduciéndose, que por cada 1 boliviano invertido con éste tipo de tratamiento se obtuvo una ganancia de 1.93/100 Bs con la variedad Gigante de Copacabana y 1.36/100 Bs con el haba local.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la variedad Gigante de Copacabana por haber demostrado en ésta investigación, los mejores resultados en cuanto a altura, diámetro, número de macollos por planta, número de vainas por planta, peso de la vaina y rendimiento.
- Para el cultivo de haba en suelos con baja fertilidad, se recomienda utilizar el fertilizante foliar vigortop en una dosis de 500 l/ha, ya que dosis mayores o menores reportaron menores rendimientos comparados con ésta concentración.
- Finalmente, se recomienda utilizar bioinsumos, para contribuir a la disminución del uso de agroquímicos, proteger la salud de los agricultores y consumidores, y generar sistemas productivos ecológicos y sostenibles.

8. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, T. 2009. Introducción de Variedades de Haba (*Vicia Faba L.*) en la Comunidad Cala Cala (Altiplano Central). Tesis de Grado U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 78 p.
- ALCÁNTAR, G. y TREJO, L. 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundi- Prensa. México D.F. – México. 438 pp.
- CARDONA, C. 2000. Estudio integral sobre el producto haba en el Departamento de Potosí. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Servicio Holandés de Cooperación y Desarrollo. Sucre, Bolivia pp. 32 – 94.
- CIPCA. 2004 Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. Producción de Haba. Serie Agricultura Sostenible. Editorial CIPCA – La Paz. 54 p.
- CLAVIJO, J., LOZANO, J., BELTRAN, C. 2006. Innovaciones y Metodologías de Transferencia tecnológica. Cochabamba, Bolivia, pp 10 – 16.
- COCA, M. 2007. La Antracnosis del Haba (*Vicia faba L.*). En: Revista de Agricultura, Año 59 N° 39. Separata Técnica Coleccionable 01- 2007. Cochabamba, Bolivia.
- CONFALONE, A. 2008. Crecimiento y desarrollo del cultivo del haba (*Vicia faba L.*). Parametrización del submodelo de fenología de cropgro-fababean. Tese de Doutoramento. Escola politécnica superior. Universidad Santiago de Compostela. 213 p.

- CRESPO, W. 1990. Investigaciones realizadas en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.). En: PROCIANDINO XII. Seminario Mejoramiento y Sistemas de Producción de Haba. Pasto. Colombia.
- CRESPO, M. 1995. III curso corto Investigación para la producción de haba, lenteja, arveja, y garbanzo en la subregión andina. Quito, Ecuador. pp. 3 - 5
- CRESPO, W. 1996. Haba (*Vicia faba* L.). En las leguminosas en la agricultura Boliviana, Cochabamba, Bolivia, pp. 175 – 192.
- CRONQUIST A. 1988. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, N Y, EEUU, pp. 1262.
- CUBERO, J.I. 1983. Origen, evolución y mejora genética de las leguminosas de grano. En: Cubero J.I, Moreno, M.T. (eds.). Leguminosas de grano. MundiPrensa.
- DUC, G. 1997. Faba bean (*Vicia faba* L.). Field Crops Research 53 (1-3):99-109
- ENCUESTA NACIONAL AGROPECUARIA. 2008. Elaborado por el Instituto Nacional de Estadística. La Paz. Disponible en Web Site: www.ine.gob.bo. Central de Información: ceninf@ine.gob.bo.
- FAO, 2002. Los Fertilizantes y su Uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Cuarta edición. Roma, Italia. 87 pp.
- FAO, 2007. Agronomía de los cultivos andinos. El cultivo de haba. La Paz, Bolivia. Consultado 25 may. 2016. Disponible en: www.mountainpartnership.org/.../1_produccion_organica_de_cultivos_andinos

- HERBAS, J.1995. El cultivo de haba en: memorias del “curso sobre agro ecosistemas”. USAID PLANNING ASSISTANCE, CADIA. pp. 87.
- HEREDIA, G. 1996. Enfermedades fungosas foliares en zonas de altura: métodos de control en haba. Informe Anual 1995 – 1996, Programa Nacional de Leguminosas de grano. Altiplano Norte, La Paz Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria. La Paz, Bolivia. pp: 30-38.
- HORQQUE, R. 1986. Cultivo de habas en el Perú. Cusco, Perú. 32 p.
- HORQUE, R. 1990. Cultivo de Haba. INIA – DGIA. CUZCO, PERÚ pp. 68.
- IBTA, 1996. Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria y Programa Nacional de Leguminosas de Grano (PNLG). Variedades de haba. Cochabamba, Bolivia. pp. 6.
- IBTEN. 2016. Ministerio de Hidrocarburos y Energía. Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear. Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares. Unidad de Análisis y Calidad ambiental. Análisis Físico Químico de Abonos. La Paz, Bolivia. 1 p.
- ICTA, 2010. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola. Manual Técnico Agrícola: Producción Comercial y de Semilla de Haba (*Vicia fava* L.). Proyecto PROETTAPA. Quetzaltenango, Guatemala. 49 p.
- INIAF, s.f. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Manual del Cultivo de Haba, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La Paz Bolivia. 24 p.

- INIAP, 1993. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Guía para el cultivo de Haba. Boletín Divulgativo No. 240. Estación Experimental Santa Catalina. Ecuador. 18 p.
- JORDÁN Y CASARETTO, 2006. Fisiología Vegetal. Hormonas y Reguladores de Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido salicílico. Ediciones Universidad de La Serena. Chile. 28 p.
- MAROTO, J. 2001. Horticultura Herbácea Especial, 4ta. Edición, Editorial Mundi – Prensa, Madrid. pp. 268 – 271.
- MATTOS, 2000. Fisiología Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. pp: 167.
- MACA, 2005. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. El cultivo de haba. Boletín técnico. La Paz, Bolivia, pp. 7 – 8.
- MAGDER, 2001. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Vice ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Calendario agrícola 2001 – 2002, Segunda Edición. La Paz, Bolivia pp. 17.
- MENESES, R. 1996. Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Proyecto. Rhizobiología Bolivia. CIAT-CIF-PNLG-CIFP-WALL. Cochabamba, Bolivia. pp. 209- 225.
- MERA, M. 1999a. Leguminosas de grano de las tribus Viciae y Cicereae. Facultad de ciencias agropecuarias y forestales. Universidad de la Frontera, 15 (1) pp: 1-35.

- OCHOA, R. 2009. Diseños Experimentales. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 263 p.
- ORTUÑO, N., NAVIA, O., MEDRANO, A., ROJAS, K., TORRICO, L. 2010. Revista de Agricultura, "Desarrollo de bioinsumos: Un aporte a la soberanía alimentaria de Bolivia". Fundación PROINPA; Universidad Católica de Cochabamba; Universidad Mayor de San Simón. Bolivia. 30 p.
- PAREDES R., 2007, Opciones de adaptación al cambio climático en el cultivo de haba (*vicia faba* L.) Altiplano Norte de La Paz. Facultad de Agronomía, UMSA. pp: 103.
- PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL, 2006 – 2010. Gobierno Municipal de Achocalla. La Paz, Bolivia. pp. 1-26.
- PIEROLA, L. 1997. Estrategia de cultivo de haba en Bolivia, Memorias III Reunión Nacional en Leguminosas IV Reunión Boliviana de Rhizobiología. La Paz – Bolivia. pp 33.
- PROINPA, 2001. Promoción e Investigación de Productos Andinos. Cadena Agroalimentaria del Haba de Altura para Exportación. Estudio preliminar. Documento de trabajo 15. Cochabamba, Bolivia. 70 p.
- PROINPA, 2007. Revista de Agricultura Desarrollo de Bioinsumos: un Aporte a la Soberanía Alimentaria de Bolivia Cochabamba, Bolivia. pp. 31.
- PROINPA. 2012. Folleto informativo de Vigortop. Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA). Oruro, Bolivia. 1 - 2 p.

- RAMOS, R 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Tesis de doctorado. Alicante, España. Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. 335 p.
- RAMOS A., S. 1996. Cultivo de Haba (*Vicia faba* L.). Compendio de Alternativas Tecnológicas. Vol.1. Estación Experimental Illpa-Puno, Perú. pp: 31-34.
- RODRÍGUEZ del Ángel, J M. 1991. Métodos de Investigación Pecuaria. Ed. Trillas. 1ra. Impresión. México. pp: 208.
- RODRIGUEZ, R.W. 2007. Formulación de recomendaciones para la fertilización de los cultivos agrícolas, una versión técnica / imprenta red & Blue. Cochabamba, Bolivia. 98 p.
- ROJAS, H. 1997. Experiencias y resultados logrados en el cultivo de haba (variedad Habilla) en la zona de Totora. En Seminario Taller sobre Haba de Exportación. Cochabamba, Bolivia.
- SAGARPA. (s.f.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Hortalizas. (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 15 de abr. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/tag/sagarpa>.
- SEDAG, PASAP y CIDI S.R.L, 2003. Estudio Técnico y Económico de factibilidad de la Cadena Productiva del Haba. Prefectura del Departamento de Potosí, Servicio Departamental Agropecuario y Programa de Apoyo al Sector Agropecuario de Potosí. Bolivia. 406 p.

SENAMHI. 2015. Centro Nacional de Meteorología e Hidrología. (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 25 de nov. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.bo/meteorologia/boletinmensualprecipitacion>

SERVICIOS MÚLTIPLES DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS. 1994. Guía de manejo de Cultivos protegidos. Departamento de Desarrollo rural de Servicios múltiples de tecnologías apropiadas (SEMTA).La Paz, Bolivia. 211 p.

SILES Y PIEROLA, L. 1993. Formación de Variedades Precoces de Haba (*Vicia faba* L.) para las Zonas Altas, Plan Operativo y Técnico Proyecto de Fortalecimiento y Modernización IBTA/BM.

SUQUILANDA, M. 1984. Cultivos asociados en el Ecuador: una experiencia. IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Centro Regional de Investigaciones, Obonuco, Pasto, ICA, Co. pp 79-80.

TAPIA, F. 1993. Cultivo de Haba. H. ed. Faiguenbaum. Curso: Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce. Facultad de agronomía, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile.

VILLARROEL, D. 1997. Manejo de Plagas, 1ed., Cochabamba Bolivia, Candía Ballance, pp. 2 – 135.

WAAIJENBERG, H. y M. CARO. 2000. Programa Nacional de Leguminosas de Grano: Resultados de Investigación, 1991-1998. Publicación 108. Proyecto Rhizobiología Bolivia (CIAT-CIF-PNLG-CIFP-UAW/DHV). Cochabamba, Bolivia. pp: 214.

Anexo 1. Semillas de Haba



A) Local



B) Gigante de Copacabana

Anexo 2. Desinfección y siembra de las semillas



A) Desinfección



B) Parcela sembrada

Anexo 3. Emergencia de las plantas de haba



Anexo 4. Plantas de haba en fase de macollamiento y floración



A) Macollamiento



B) Floración

Anexo 5. Plantas de haba en formación de vainas



A) Formación de frutos



B) Maduración

Anexo 6. Vainas de haba Gigante Copacabana y local



A) Gigante de Copacabana



B) Haba local

Anexo 7. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local sin fertilizante foliar

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 4 | 80.00 | 320.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3040.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var Criolla | kg | 100 | 6.00 | 600.00 |
| Fortificante foliar | | | | |
| • VIGORTOP | litro | 0 | 0.00 | 0.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 160.00 | 2.50 | 400.00 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 653.00 |
| Subtotal | | | | 1653.00 |
| COSTOS TOTALES | | | | 8053.00 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 6,351 | 1.80 | 11430.92 |
| • Utilidad | bs | | | 3377.92 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 1.22 |

**Anexo 8. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local a una dosis de
250 l/ha de vigortop**

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 4 | 80.00 | 320.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3040.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var Criolla | kg | 100 | 6.00 | 600.00 |
| • VIGORTOP | litro | 250 | 1.80 | 450.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 221 | 2.50 | 552.50 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 800.25 |
| Subtotal | | | | 2402.75 |
| COSTOS TOTALES | | | | 8802.75 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 8,833 | 1.80 | 15900.18 |
| • Utilidad | bs | | | 7097.43 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 1.81 |

**Anexo 9. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local a una dosis de
500 l/ha de vigortop**

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 4 | 80.00 | 320.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3040.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var Criolla | kg | 100 | 6.00 | 600.00 |
| • VIGORTOP | litro | 500 | 1.80 | 900.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 315 | 2.50 | 787.50 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 868.75 |
| Subtotal | | | | 3156.25 |
| COSTOS TOTALES | | | | 9556.25 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 12,503 | 1.80 | 22505.13 |
| • Utilidad | bs | | | 12948.88 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 2.36 |

**Anexo 10. Tabla de Ingresos y Egresos para el haba local a una dosis de
1,000 l/ha de vigortop**

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 4 | 80.00 | 320.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3040.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var Criolla | kg | 100 | 6.00 | 600.00 |
| • VIGORTOP | litro | 1000 | 1.80 | 1800.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 311 | 2.50 | 777.50 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 957.75 |
| Subtotal | | | | 4135.25 |
| COSTOS TOTALES | | | | 10535.25 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 12,409 | 1.80 | 22335.77 |
| • Utilidad | bs | | | 11800.52 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 2.12 |

Anexo 11. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad Gigante de Copacabana sin fertilizante foliar

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 4 | 80.00 | 320.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3040.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var G. de Copacabana | kg | 130 | 10.00 | 1300.00 |
| • VIGORTOP | litro | 0 | 0.00 | 0.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 202 | 2.50 | 505.00 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 820.50 |
| Subtotal | | | | 2625.50 |
| COSTOS TOTALES | | | | 9025.50 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 8,055 | 1.80 | 14498.32 |
| • Utilidad | bs | | | 5472.82 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 1.61 |

Anexo 12. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad Gigante de Copacabana a una dosis de 250 l/ha de vigortop

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 8 | 80.00 | 640.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var G. de Copacabana | kg | 130 | 10.00 | 1300.00 |
| • VIGORTOP | litro | 250 | 1.80 | 450.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 330 | 2.50 | 825.00 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 962.75 |
| Subtotal | | | | 3537.75 |
| COSTOS TOTALES | | | | 10257.75 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 13,185 | 1.80 | 23733.23 |
| • Utilidad | bs | | | 13475.48 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 2.31 |

**Anexo 13. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad gigante de Copacabana
a una dosis de 500 l/ha de vigortop**

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 8 | 80.00 | 640.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var G. de Copacabana | kg | 130 | 10.00 | 1300.00 |
| • VIGORTOP | litro | 500 | 1.80 | 900.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 450 | 2.50 | 1125.00 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 1004.50 |
| Subtotal | | | | 4329.50 |
| COSTOS TOTALES | | | | 11049.50 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 17,984 | 1.80 | 32370.32 |
| • Utilidad | bs | | | 21320.82 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 2.93 |

Anexo 14. Tabla de Ingresos y Egresos para la variedad Gigante de Copacabana a una dosis de 1,000 l/ha de vigortop

| ITEMS | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | |
| Maquinaria y equipos | | | | |
| • Arada | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Rastrado | hora/tractor | 8 | 150.00 | 1200.00 |
| • Nivelado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Surcado | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 2. MANO DE OBRA | | | | |
| • Aplicación de fitosanitarios | jornal | 8 | 80.00 | 640.00 |
| • Siembra | jornal | 6 | 80.00 | 480.00 |
| • Deshierba/Aporque | jornal | 16 | 80.00 | 1280.00 |
| • Cosecha | jornal | 12 | 80.00 | 960.00 |
| Subtotal | | | | 3360.00 |
| 3. INSUMOS | | | | |
| Semilla: Var G. de Copacabana | kg | 130 | 10.00 | 1300.00 |
| • VIGORTOP | litro | 1000 | 1.80 | 1800.00 |
| Envases/ otros | | | | |
| • Bolsas | Unidad | 413 | 2.50 | 1032.50 |
| • Imprevistos (10%) | | | | 1085.25 |
| Subtotal | | | | 5217.75 |
| COSTOS TOTALES | | | | 11937.75 |
| INGRESOS | | | | |
| • Rendimiento | kg/ha | 16,503 | 1.80 | 29704.87 |
| • Utilidad | bs | | | 17767.12 |
| BENEFICIO/COSTO | bs | | | 2.49 |

Anexo 15. Altura de la planta promedio (cm)

| Variedad | Dosis | Bloques | | | | Promedio total |
|-----------------------|-----------|---------|------|--------|-------|----------------|
| | | T | I | II | III | |
| Gigante de Copacabana | 0 l/ha | T1 | 79.2 | 74.8 | 76.8 | 76.93 |
| | 250 l/ha | T2 | 106 | 95.4 | 91.4 | 97.60 |
| | 500 l/ha | T3 | 135 | 120.00 | 110.4 | 121.80 |
| | 1000 l/ha | T4 | 122 | 120.00 | 107.6 | 116.53 |
| Local | 0 l/ha | T5 | 89.6 | 81.8 | 111.4 | 94.27 |
| | 250 l/ha | T6 | 118 | 110.4 | 116 | 114.80 |
| | 500 l/ha | T7 | 139 | 121 | 122 | 127.33 |
| | 1000 l/ha | T8 | 120 | 119.8 | 117.2 | 119.00 |

Anexo 16. Diámetro del tallo a la madurez fisiológica (cm)

| Variedad | Dosis | Bloques | | | | Promedio total |
|-----------------------|-----------|---------|-------|-------|-------|----------------|
| | | T | I | II | III | |
| Gigante de Copacabana | 0 l/ha | T1 | 0.506 | 0.538 | 0.496 | 1.53 |
| | 250 l/ha | T2 | 0.766 | 0.644 | 0.646 | 2.07 |
| | 500 l/ha | T3 | 0.806 | 0.794 | 0.822 | 2.80 |
| | 1000 l/ha | T4 | 0.708 | 0.982 | 0.742 | 2.40 |
| Local | 0 l/ha | T5 | 0.596 | 0.66 | 0.53 | 2.00 |
| | 250 l/ha | T6 | 0.83 | 0.936 | 0.902 | 2.93 |
| | 500 l/ha | T7 | 1,186 | 0.994 | 1 | 4.60 |
| | 1000 l/ha | T8 | 1.03 | 0.862 | 0.924 | 2.73 |

Anexo 17. Número de macollos por planta

| Variedad | Dosis | Bloques | | | | Promedio total |
|-----------------------|-----------|---------|-----|-----|-----|----------------|
| | | T | I | II | III | |
| Gigante de Copacabana | 0 l/ha | T1 | 1.6 | 1.6 | 1.4 | 1.53 |
| | 250 l/ha | T2 | 2.6 | 2.0 | 1.6 | 2.07 |
| | 500 l/ha | T3 | 3.2 | 2.4 | 2.8 | 2.80 |
| | 1000 l/ha | T4 | 2.6 | 2.2 | 2.4 | 2.40 |
| Local | 0 l/ha | T5 | 2 | 1.8 | 2.2 | 2.00 |
| | 250 l/ha | T6 | 4.4 | 2 | 2.4 | 2.93 |
| | 500 l/ha | T7 | 5.2 | 3.4 | 5.2 | 4.60 |
| | 1000 l/ha | T8 | 3 | 2.6 | 2.6 | 2.73 |

Anexo 18. Número de vainas por planta

| Variedad | Dosis | Bloques | | | | Promedio total |
|-----------------------|-----------|---------|------|------|------|----------------|
| | | T | I | II | III | |
| Gigante de Copacabana | 0 l/ha | T1 | 7 | 7.6 | 7.8 | 7.47 |
| | 250 l/ha | T2 | 9 | 9.4 | 10.2 | 9.53 |
| | 500 l/ha | T3 | 13 | 12.2 | 12.8 | 12.67 |
| | 1000 l/ha | T4 | 13 | 10.4 | 11.2 | 11.53 |
| Local | 0 l/ha | T5 | 8.6 | 8.2 | 8.8 | 8.53 |
| | 250 l/ha | T6 | 9.8 | 11.6 | 12.8 | 11.40 |
| | 500 l/ha | T7 | 16.2 | 16.6 | 17.8 | 16.87 |
| | 1000 l/ha | T8 | 13.4 | 13.4 | 15.8 | 14.20 |

Anexo 19. Número de granos por vaina a la cosecha

| Variedad | Dosis | Bloques | | | | Promedio total |
|-----------------------|-----------|---------|-----|-----|-----|----------------|
| | | T | I | II | III | |
| Gigante de Copacabana | 0 l/ha | T1 | 1.8 | 1.4 | 1.4 | 1.53 |
| | 250 l/ha | T2 | 2.4 | 1.8 | 2 | 2.07 |
| | 500 l/ha | T3 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.60 |
| | 1000 l/ha | T4 | 2.6 | 2.2 | 2.4 | 2.40 |
| Local | 0 l/ha | T5 | 2 | 1.8 | 1.6 | 1.80 |
| | 250 l/ha | T6 | 2.6 | 2.4 | 2.8 | 2.60 |
| | 500 l/ha | T7 | 3.2 | 3.6 | 3.4 | 3.40 |
| | 1000 l/ha | T8 | 2.6 | 2.8 | 3.2 | 2.87 |

Anexo 20. Peso de la vaina a la cosecha

| Variedad | Dosis | Bloques | | | | Promedio total |
|-----------------------|-----------|---------|--------|--------|--------|----------------|
| | | T | I | II | III | |
| Gigante de Copacabana | 0 l/ha | T1 | 150.88 | 132.40 | 138.26 | 140.51 |
| | 250 l/ha | T2 | 167.80 | 185.46 | 238.66 | 197.31 |
| | 500 l/ha | T3 | 231.28 | 237.02 | 359.56 | 275.95 |
| | 1000 l/ha | T4 | 264.64 | 283.86 | 275.74 | 274.75 |
| Local | 0 l/ha | T5 | 172.14 | 184.94 | 179.14 | 178.74 |
| | 250 l/ha | T6 | 253.94 | 303.92 | 319.92 | 292.59 |
| | 500 l/ha | T7 | 306.00 | 427.46 | 470.66 | 401.37 |
| | 1000 l/ha | T8 | 339.54 | 371.80 | 385.40 | 365.58 |

Anexo 21. Rendimiento en vaina verde

| Variedad | Dosis | Tratamientos | Promedios | |
|-----------------------|-----------------|--------------|-----------|--------|
| | | | kg/ha | ton/ha |
| Local | D1 = 0 l/ha | T1 | 6,350.51 | 6.35 |
| | D2 = 250 l/ha | T2 | 8,833.43 | 8.83 |
| | D3 = 500 l/ha | T3 | 12,502.85 | 12.50 |
| | D4 = 1,000 l/ha | T4 | 12,408.76 | 12.41 |
| Gigante de Copacabana | D1 = 0 l/ha | T5 | 8,054.62 | 8.05 |
| | D2 = 250 l/ha | T6 | 13,185.13 | 13.19 |
| | D3 = 500 l/ha | T7 | 17,983.51 | 17.98 |
| | D4 = 1,000 l/ha | T8 | 16,502.70 | 16.50 |