

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El haba (*Vicia faba L.*), es originaria de la cuenca mediterránea o del Asia central. Los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose a través de la ruta de la seda hasta china, e introducido en América, tras el descubrimiento del nuevo mundo. **INFOAGRO, (2012); citado por (Quiroga, 2014).**

Es una hortaliza muy antigua y fácil de cultivar su origen podría centrarse en el antiguo mundo, hace miles de años ya se recolectaba en Afganistán, Asia occidental y las cercanías del Himalaya. Durante la Edad Media, en España, era la legumbre más consumida. En el año 1981 era la leguminosa de mayor producción en España, considerando que la producción de haba engloba tanto la de haba seca como verde.

Es uno de los cultivos más antiguos, del mundo su domesticación habría ocurrido en el periodo, Neolítico (6.000 a.C.). Esta especie era conocida por los antiguos egipcios, griegos y romanos y era consumida como grano verde, seco y como vaina verde.

Fue traída a América por los españoles y portugueses en el siglo XVI y hoy en día es cultivada en regiones templadas, subtropicales y en zonas altas de los trópicos de todo el mundo, los principales productores mundiales de haba son Marruecos, Túnez, Egipto y Argelia.

Actualmente el haba, se encuentra distribuidas en diferentes países del mundo, siendo el primer productor mundial China, seguido por Italia, por presentar condiciones favorables para su cultivo, la cual constituye uno de los recursos alimenticios en los países en desarrollo para su alimentación humana.

En Bolivia los departamentos productores de haba son La Paz, Oruro, Potosí, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba, donde aproximadamente 200 mil familias se dedican a su producción, se estima que la superficie cultivada a nivel nacional está cerca de 30.783 Ha con un rendimiento promedio de 2,6 tn/ha (**QUIROGA, 2014**).

Su consumo es popular en las familias del área rural de nuestro país, tiene un alto contenido proteico entre 20 % y 25 % en grano seco; está en particular hace que el haba esté presente en la dieta de muchas personas, además que constituye parte de la seguridad

alimentaria nacional. Bolivia es un país productor y consumidor de haba, desde su introducción, por los españoles durante la colonia.

El departamento de Tarija tiene una superficie cultivada de 1.558 hectáreas y una producción de 2.888 toneladas, siendo la zona alta del departamento de Tarija donde se cultiva la mayor cantidad, así como en el valle central y en menor cantidad en la provincia chaqueña.

La producción es destinada al consumo interno y la mayor parte al exterior en forma de grano seco.

El cultivo de haba (*Vicia faba L.*), en nuestro país data de hace más de tres siglos fue introducida del viejo mundo en diversas zonas particularmente en las altas zonas donde sus áreas de cultivo están entre 1.800 y 3.600 m.s.n.m. (HOYOS, 2013).

En la zona andina de Bolivia el cultivo de haba (*Vicia faba L.*) es el más importante entre las leguminosas; esta importancia radica en diversos factores: su rol en los sistemas productivos agrícola (rotación, abonos verdes, fijador de nitrógeno), insumo alimenticio en ganado; fuente proteica en la alimentación de la familia productora; fuente de ingresos por su venta en mercados de consumo interno de haba verde y seca, por tanto, el haba es un componente relevante en las estrategias de seguridad alimentaria campesina.

El haba (*Vicia faba L.*) también se constituye en una de las fuentes principales de alimentación de la población y debido a su rusticidad, se constituye en uno de los cultivos mejor adaptados al altiplano y cabeceras de valles, las alturas de la región andina son los únicos lugares de Bolivia donde es posible producir haba de grano grande conocida como habilla.

La forma de cultivo es tradicional, es decir, se usa grano seco producido para consumo como material semilla con reducidos porcentajes de viabilidad, diversos grados de pureza varietal y generalmente contaminado con otras semillas debido al inadecuado manipuleo del material original que será destinado a semilla, la mayoría de los agricultores no usan semillas certificadas por organismos autorizados para el efecto; adquieren productos generados y destinados para consumo y estos son empleados como semilla; las labores culturales de cada fase de desarrollo del cultivo son mínimas y realizadas con equipos rudimentarios.

Originalmente y también en la actualidad el agricultor seleccionaba su propia semilla, guardando materiales de cosechas anteriores sin el cuidado de los recipientes utilizados como los embalajes, recintos o ambientes no apropiados para su conservación. (**JEREZ, 2015**).

JUSTIFICACIÓN

En Bolivia existen zonas muy importantes en la producción del cultivo de haba, en el departamento de Potosí las zonas de Puna y la provincia Chayanta, en el departamento de Chuquisaca, las zonas de Culpina, Incahuasi y Potolo, en La Paz la zona de Copacabana, en Tarija, la zona de Iscayachi y toda la parte alta del Municipio de Yunchará (Muñayo, Pujara, Copacabana, Huayllajara, Ciénega Frontera.

En la actualidad existen variedades inscritas en el Registro Nacional de Variedades, sin embargo, se cuenta con una gran cantidad de ecotipos adaptados a diferentes climas, algunos de los ecotipos más promisorios son: Finca Esquena, Cinteña, Mochareña, Lampayeña y Criolla. Adicionalmente por la presencia de bacterias del género *Rhizobium* sp, la cual tiene la particularidad de fijar nitrógeno del aire en el suelo, por lo que se constituye en una excelente alternativa para la rotación de cultivos.

Para lograr buenos rendimientos y precios de comercialización, se debe producir haba comercial de buena calidad, lo cual se lograría, si se utiliza semillas certificadas de buena calidad, como las que estamos proponiendo en el presente trabajo de investigación, acompañado de una propuesta de fertilización orgánica e inorgánica bajo condiciones de riego en la comunidad de San Antonio - Iscayachi.

HIPÓTESIS

Con el uso de semilla certificada, con fertilización orgánica e inorgánica bajo riego mejorará el comportamiento agronómico y el rendimiento del haba (*Vicia faba L.*) en la comunidad de san Antonio – Iscayachi.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar las respuestas del comportamiento y rendimiento de cuatro variedades de haba con fertilización orgánica e inorgánica, bajo riego en la comunidad de San Antonio – Iscayachi.

Objetivos específicos

- Verificar el efecto de dos tipos de fertilización en la producción y rendimiento del haba.
- Observar la interacción de las variables agronómicas del cultivo de haba entre variedad y fertilización.
- Realizar la evaluación y análisis de los tratamientos con fertilización orgánica e inorgánica en Tn/ha de cuatro variedades de haba en la comunidad de San Antonio.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. MARCO TEÓRICO

1.1 ORIGEN E HISTORIA

Los centros de origen de esta especie están en Asia central y en la región mediterránea, aunque a etiopia. Una región del África oriental también se los considera como centro independiente de los anteriores.

El haba (*Vicia faba L.*) es de origen asiático. En general Afganistán y Etiopia se consideran como los principales centros de origen, aunque algunos autores mencionan que posiblemente el haba es de origen africano, habiéndose cultivado allí desde hace unos 4.000 años. El cultivo de haba fue introducido a América por los conquistadores españoles y se ha desarrollado únicamente en pocos países de América, que poseen altiplanos con zonas frías como México, República Dominicana, Brasil, Perú, Paraguay, Colombia y Bolivia (**IBTA, 2010**).

El cultivo fue extendiéndose por toda la cuenca mediterránea, desde el inicio de la agricultura. Los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba grano grande y aplanado que es el que actual mente se emplea para consumo en verde, extendiéndose a través de la ruta de la seda hasta China, e introducida en américa tras el desmientto del Nuevo Mundo, **INFOAGRO, (2008); citado por (Jerez, 2015)**.

Estudios moleculares del haba de diverso origen confirman que materiales de la zona andina (Bolivia) y del área circundante al Mar Mediterráneo, difieren en su estructura genética. Es una especie parcialmente alógama, (polinización cruzada parcial ($2n=2x=12$)). Sus cromosomas son más largos y en menor número (V. faba =6, otras especies mayor mente $n=7$), comparados con otras especies pertenecientes al mismo género (**Crespo, 1996**).

1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Clasificación Taxonómica del haba (*Vicia faba L.*)

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA HABA	
Reino	Vegetal
Phylum	Telemophytae
División	Tracheophytae
Sub división	Anthophyta
Clase	Angiospermae
Sub clase	Dicotyledoneae
Grado Evolutivo	Archichlamydeae
Grupo de Ordenes	Corolinos
Orden	Rosales
Familia	Leguminosae
Sub familia	Papilionoideae
Nombre científico	<i>Vicia faba L.</i>
Nombre común	Haba.

Fuente: (Herbario Universitario T.B., 2021).

1.3 PRINCIPALES VARIEDADES CULTIVADAS EN BOLIVIA Y TARIJA

Las principales variedades que se cultivan son variedades mejoradas con registro nacional entre ellas tenemos: Samasa, Chilcani, Turiza, la Gigante Copacabana, Usmayu 1, Banana; habilla 94, pairunami-1, Pairunami -4, sin mencionar que existen otras variedades de menor importancia como ser el haba criolla, que se están perdiendo a nivel nacional y regional. (INIAF, 2010).

1.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DEL HABA

1.4.1 Morfología

El haba (*Vicia faba L.*), es una planta anual de consistencia herbácea erecta que puede alcanzar hasta 1.8 m de altura.

1.4.2 Raíz

Las raíces presentan un predominio del sistema primario, es decir, de aquel que proviene de la radícula del embrión y su sistema radical es normalmente pivotante.

La raíz de las leguminosas es a menudo profunda y casi siempre presentan nódulos simbióticos poblados de bacterias del género *Rhizobium* que asimilan el nitrógeno atmosférico. **(Romero Z. 1999).**

1.4.3 Tallo

Es cuadrangular con aristas pronunciadas, color gris verdoso y con vetas violáceas en algunas especies; presentan macollamiento primario productivo y secundario, generalmente vegetativo. **(Lazarte O. 1991).**

1.4.4 Hojas

Las hojas son casi siempre alternas y con estipulas, persistentes o caedizas, generalmente compuestas, pinnadas o bipinnadas, digitadas o trifoliadas, a veces aparentemente simples, es decir unifoliadas o ausentes, y en ese caso los tallos se hallan transformados en filodios pinnadas y con sarcillos en el ápice.

A menudo las hojas se hallan reducidas o son precozmente caducas o nulas en las especies afilas o subafilas. **(Delgado M. 1993).**

1.4.5 Flores

Abundantes axilares, en racimos de dos a nueve, de color blanco con el borde púrpura a blanquinegro es una planta autógena con un 30 % de cruzamiento y las flores pueden ser desde pequeñas o grandes. Las irregularidades en la simetría floral en estos casos involucran al gineceo y al androceo; el receptáculo de la flor en este caso involucra al

perianto y al androceo. El receptáculo de la flor desarrolla un ginoforo frecuentemente fusionado en las cesalpinioideas con forma de cúpula.

El cáliz presenta cinco sépalos raramente tres o seis dispuestos en un solo ciclo, los cuales pueden estar parcial mente unidos entre sí.

El cáliz puede ser, o no persistente, raramente es acrescente (es decir que continua en el fruto), imbricado o valvado.

La corola está compuesta por cinco pétalos libres común mente menos de cinco o ausentes en Swartzieae Amorphieae y en las casalpinioideas, o tres o cuatro en las mimosoideas o parcial mente unidos y presentan en general, una morfología característica. **(Horqque R. 1990).**

1.4.6 Fruto

Son legumbres de textura aterciopelada de color verde a verde grisáceo, tiene una cubierta esponjosa que mantiene húmeda la semilla con el proceso de maduración las vainas van tomando un color negro. **(Delgado M. 1993).**

1.4.7 Semilla

Semillas desde uno hasta numerosas, con o sin estrofilla, con o sin endospermo en este último caso, acumulan en los cotiledones, sobre todo almidón y proteínas, a veces aceites, o aceites y proteínas.

Lo más característico es que dichos cotiledones son generalmente grandes y son ricos en reservar a menudo u oleaginosas, como por ejemplo en la soya o el cacahuate que son materias primas para obtención de aceites alimentarios. **(Borda J. 1984).**

1.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HABA

Cuadro N°1 Principales componentes de la semilla de haba (estado inmaduro seco).

Componentes	Haba fresca	Haba seca
Residuos sólidos	15,16%	87%

Proteínas	5%	21%
Glúcidos	4%	53%
Lípidos	0%	3%
Cenizas	-	3%
Calorías	40 kal	332kal

Fuente: (Schmidt- hebbel et al, 1992 citado por Guadarrama, 2007).

Cuadro N°2 Principales componentes de semillas inmaduras de haba

Composición nutritiva de 100 g de la parte comestible del haba	
Componentes	Contenido
Agua (%)	77.40g
Proteínas (g)	6.9g
Lípidos (g)	0,50g
Carbohidratos (g)	14.305g
Potasio	471mg
Hierro	3.20mg
Calcio (mg)	35mg
Fosforo (mg)	85mg
Sodio	4mg
Vitamina A	220 UI
Tiamina	0.17mg
Riboflavina	0.02 mg
Niacina	1.3 mg
Ácido ascórbico	6.40mg
Valor energético	339cal

Fuente: (Schmidt-hebbel et al,1992 citado por Guadarrama, 2007).

1.6 CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CULTIVO

1.6.1 Factor climático

El cultivo de haba es una leguminosa que se cultiva en diferentes agroecosistemas de alturas y valles, factores climáticos, para los cuales hay cultivares específicos para estas zonas. En Bolivia se cultivan en una amplia gama de ambientes que oscilan entre los valles meso-térmicos (2.000 m.s.n.m.). Hasta las mesetas alto andinas del altiplano (3.800 m.s.n.m.), siendo un cultivo que soporta relativamente bien algunas condiciones de bajas temperaturas, la presencia de una helada, cuando las plantas son muy pequeñas o están germinando pueden causar la muerte de algunos tejidos apicales, sin embargo, el haba tiene la capacidad de rebrotar y continuar su desarrollo vegetativo. **Crespo, (1999) citado por (Mereses, 1996).**

1.6.2 Clima

El haba es una especie que se puede adaptar a climas templados, semi templados y fríos con una humedad elevada; soportado temperaturas bajas en su estado de desarrollo y suficiente capacidad de continuar su crecimiento y desarrollo. En el valle central de Tarija, su cultivo es principalmente en la época de invierno donde las temperaturas disminuyen por debajo de 0° Celsius, mientras que en el alta su cultivo empieza durante el periodo de lluvia. **(Mereses, 1996).**

1.6.3 Temperatura

En el valle central de Tarija, su cultivo es principalmente en la época de invierno donde las temperaturas disminuyen por debajo de 0° Celsius, mientras que en la zona alta su cultivo empieza durante el periodo de la lluvia.

las temperaturas óptimas para el cultivo de haba son las siguientes:

1. Temperaturas para la germinación y desarrollo vegetativo 4°C.
2. Temperaturas para la floración de 10 a 12°C.
3. Temperaturas de maduración 16°C. **(orellana y de la cadena, 1985).**

1.6.4 Precipitación

Para un buen desarrollo del cultivo del haba se requiere de una provisión adecuada de agua, la deficiencia de esta pueda bajar los rendimientos y por esta razón, su cultivo está restringido particularmente en zonas húmedas, cuya precipitación promedio es de 500 a 700 mm por año indica que se requiere entre 500 a 800 mm de precipitación en todo el ciclo de cultivo. **(INE, 2007).**

1.6.5 Humedad del suelo

Señala que el cultivo de haba se adapta a un amplio margen de suelos; siempre que dispongan de buena humedad y agua suplementaria durante la floración y el llenado de vainas. **INCA (1985), citado por (delgado, 1993).**

1.6.6 Suelo

Es poco exigente en suelos, aunque prefiere suelos arcillosos, limosos, silíceos y calizos ricos en humus, profundos y frescos con un buen drenaje, en suelos arenosos se requiere mucho riego y aporte de fertilizantes. Le perjudica el suelo húmedo y mal drenado. **(M.A.C.A. 2005).**

1.6.7 pH del suelo

Indica que el cultivo de haba se adapta bien en un amplio margen de pH normalmente entre 5 y 8 en suelos franco- arenosos dotados en buena relación de agua. **(Maroto, 1985).**

1.6.8 Fotoperiodo del cultivo

Indica que el fotoperiodo es el factor ambiental por excelencia que determina la época de floración; sin embargo, muchas especies de clima frío y de crecimiento otoñal y primaveral no responden al fotoperiodo sin antes ser expuestas a condiciones de días cortos y de la baja temperatura. **Carambola (1986); citado por (Delgado, 1993).**

1.7 SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE HABA A NIVEL MUNDIAL, NACIONAL Y DEPARTAMENTAL

Cuadro N° 3 Superficie, producción y rendimiento mundial de haba.

PAÍS	Sup. cult. haba. seca (ha)	Prod.haba seca (tn)	Sup. Cult. haba. verd(has)	Prod.haba verde (tn)	Prod. Haba seca (tn/has)	Ren. Prom.haba. verd (tn/has)
China	1000,00	1600	11,97	100,5	1,6	8,39
Argelia			20	120	1,22	10,91
Australia	154	188			0,63	
Marruecos	160	100	7,91	120	1,18	10,91
Otros	558,54	661,52	116,3192,888	441,5	1.38	3,79
Total	2312,54	3183,43	192,84	907		4,7

Fuente: (FAO, 2008)

Cuadro N° 4 Destinos de las exportaciones bolivianas de haba seca (kg)

PAÍSES	2010	2011	2012	2013	2014
ARGENTINA	412	12614	18260	8652	1840
FRANCIA	167000	75000	79100	20000	79500
ESTADOS UNIDOS		37004	27	18534	645
CANADA		55000	95071	110008	137000
PERÚ		14835		18000	
PAÍSES BAJOS			20000	18000	
ESPAÑA	34100	18400			18000
JAPÓN	776000	261000	102000	90000	218000

PORTUGAL	113000	92000	149000	85000	94000
COLOMBIA	220000		18000		

Fuente: (M.A.C.A, 2005).

1.8 IMPORTANICA DEL HABA EN BOLIVIA

En Bolivia el (*Vicia faba L.*), constituye una de las fuentes principales de alimentación de la población andina rural y se estima que la superficie cultivada a nivel nacional está cerca de 30,200 ha (anual) dedicándose a este cultivo unas 200.000 familias o unidades productivas.

Las principales áreas de cultivo que se han desarrollan en el país están en los departamentos de Potosí, Oruro, La Paz, Cochabamba, Chuquisaca y en menor medida también existen zonas productoras de haba en los departamentos de Tarija y Santa Cruz.

En la zona andina de Bolivia el cultivo de haba es el más importante entre las leguminosas; esta importancia radica en diversos factores y su rol en los sistemas productivos agrícolas (rotación, abono verde, fijador de nitrógeno y otros); insumo alimenticio de ganado; fuente proteica en la alimentación de la familia productora; fuentes de ingresos por su venta en mercados de consumo interno de haba verde y seca y externo de haba seca. **(Moreira y Henson, 1994).**

El haba (*Vicia faba L.*), es un tradicional alimento, conquista un decreciente prestigio internacional por sus extraordinarias propiedades nutritivas y constituye un producto de exportación altamente prometedor para Bolivia.

Por otro lado, se ha empezado a incrementar la exportación de habas, en la gestión 2006 Bolivia exportó 848.268 dólares americanos, con destinos principales como: Italia, EE. UU, Japón, Portugal y Francia según el orden de importancia.

Se tiene el siguiente comportamiento en la superficie cultivada producción y rendimiento en Bolivia.

En Bolivia, el haba (*Vicia faba L.*) constituye una de las fuentes principales de la alimentación de la población andina rural, indispensable como fuente de proteínas (23-24% producto seco); razón por la cual frecuentemente se la denomina como la carne de los pobres.

En Bolivia se cultiva desde los 2000 m.s.n.m. (valles mesotérmicos) hasta las mesetas alto andinas 3800 m.s.n.m.

El haba se cultiva en las zonas alta (puna, altiplano), cabeceras de valles centrales y es una de las pocas especies de leguminosas que, por su calidad de tolerancia a las bajas temperaturas, ha logrado adaptarse a los ambientes donde se presentan frecuentes heladas, como el altiplano boliviano. (Jerez, 2015).

1.9 IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN BOLIVIA

En relación a otras especies las leguminosas el grano de haba se considera de alta calidad nutritiva, principalmente por su elevado contenido proteico y por su menor en grasas. Su riqueza en lisina, permite complementa la proteína contenida en aquellos alimentos carentes de estos aminoácidos, como los cereales. (PROINPA/PADER, 2001).

Cuadro N° 5 Superficie, producción y rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba L.*) en Bolivia, por departamentos.

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE (HA)	PRODUCCIÓN (TN)	RENDIMIENTO (KG/HA)
POTOSÍ	8802,5	17100	1930
LA PAZ	6734	11100	1515
COCHABAMBA	5224	10150	2125
ORURO	5085	4500	1481
CHUQUISACA	2788	4460	1600
TARIJA	928	1632	1759
SANTA CRUZ	55	83	1509

TOTAL	29656	52052	1701
--------------	--------------	--------------	-------------

Fuente: (FAO, 2007).

1.10 DESARROLLO Y CRECIMIENTO DEL HABA (*Vicia faba L.*).

La germinación en el haba es hipogea, su duración es variable (12 a 15 días), dependiendo principalmente de la temperatura y humedad en el suelo.

El ciclo vegetativo de esta especie es muy variable, las condiciones climáticas del lugar del cultivo y la variedad botánica son los factores más determinantes. **(Crespo, 1996).**

1.11 CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CULTIVO

1.11.1 Factores climáticos

Según Crespo (1996), es una especie muy bien adaptada a los climas de regiones frías, templadas y semi- templadas con pluviosidades elevadas. En Bolivia el haba se cultiva en una amplia gama de ambientes que oscilan desde los valles mesotérmicos (2000 m.s.n.m.) hasta las mesetas alto andinas del altiplano, (3800 m.s.n.m).

La presencia de heladas cuando las plantas son muy pequeñas o están germinando, puede causar la muerte de tejidos apicales, sin embargo, tiene la capacidad de rebrotar y continuar con su desarrollo vegetativo.

1.11.2 Factor suelo

El haba tolera muy diversos tipos de suelos, aunque prospera mejor en suelos sueltos y ricos en materia orgánica, se adapta a un margen amplio de PH entre cinco y ocho, el óptimo seis. **(Crespo, 1996).**

1.11.3 Agroecología

La temperatura es importante en la producción de flores 15 a 18°C., lo cual determina que en regiones tropicales su óptimo desarrollo se registra entre 2000 y 3000 m.s.n.m. pero las heladas pueden dañar la flor.

El cultivo de haba no es muy exigente en temperatura de suelo, es un cultivo medianamente resistente a heladas, produciéndose daño crítico con -1°C , donde la floración es el período más sensible a estos eventos.

La temperatura base mínima de crecimiento es 5°C , con un óptimo de $15-20^{\circ}\text{C}$ y máximo de 28°C . Para la floración la temperatura ideal fluctúa entre $10-12^{\circ}\text{C}$, mientras que para llenado de grano son 16°C , para germinación, la temperatura ambiental mínima es de 7°C , óptima 22 a 28°C y máxima 36°C (Tapia y Bascur, 1992), este cultivo responde a días largos para la floración.

Se produce en diversidad de suelos, prefiriendo los ricos en materia orgánica, profundos y bien drenados.

Es una planta sensible a la sequía sobre todo en el momento de la floración y cuajado de las vainas, y es relativamente sensible a la salinidad.

El ciclo de cultivo se cumple entre los 120 a 150 días, dependiendo de las variedades.

1.11.4 Agronomía del cultivo

La siembra se realiza de forma directa de 70 a 80 cm entre líneas y 30 a 40 cm en línea (dos semillas por golpe). Tradicionalmente se siembra en julio, agosto y septiembre en la zona alta y en agosto y septiembre en la zona del valle.

El control de malezas es importante antes de que las plantas tengan 30 cm y la semilla debe ser inoculada en *agrobacterium leguminosarum* para obtener una mejor fertilización y un mejor rendimiento. Por otro lado, la fertilización para obtener 2400 a 3000 kg/ha debe ser de 160 kg de N, 5Kg de P y 120 Kg de K, más 20 kg de Mg por hectárea.

1.11.5 Cosecha y rendimiento

El fruto para consumo en verde se realiza aproximadamente a los 100 días y para grano seco a los 150 días.

Se conoce tres variedades botánicas: *Vicia faba major* Harz, *Vicia faba equina* pers

y *Vicia faba minor* Beck.

Las numerosas variedades que existen son seleccionadas de razas locales, y su nombre varía en cada país y a un en regiones del mismo. **(Jerez, 2015).**

Se distinguen en general dos grupos de variedades: aquellas adaptadas a los valles templados destinadas al consumo en fresco, y las variedades de zonas altas destinadas para grano fresco y/o seco. Las habillas son variedades de grano grande y las más conocidas son la Gigante de Copacabana, Unsayo Original, Waca Jabasa y Haba Grande. Sus granos pesan por encima 1,8 gramos y alcanzan la madurez en grano seco entre los seis a ocho meses después de la siembra; las plantas alcanzan entre 1,5 a 2 m de altura, formando abundante follaje con seis a diez ramas por planta. Las habillas rinden entre 1 a 2,5 Tm/ha; sus rendimientos son bajos en relación a los cultivares mejorados que el IBTA ha desarrollado (PLG-201 y Unsayo-1) las cuales alcanzan rendimientos entre 1,2 a 4,5 en grano seco (IBTA, 1996). También existen variedades de grano mediano, en este grupo están las variedades denominadas como Chaleco, Chaupi Haba, Haba Blanca, y la Viuda; sus granos pesan entre 1,2 a 1,8 gramos y maduran a los cinco a seis meses después de la siembra. Las plantas alcanzan alturas entre uno a dos m, formando de cuatro a seis ramas principales y son cultivadas por la mayoría de los agricultores porque se cosechan tanto en vaina como en grano seco. En general alcanzan rendimientos en grano entre 0,8 a 1,5 tn/ha **(IBTA, 2010).**

1.12 PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL HABA

1.12.1 Enfermedades

1.12.1.1 Mancha chocolatada (*Botrytis fabae*)

La enfermedad es causada por el hongo *Botrytis fabae*, es considerada como una de las principales enfermedades del cultivo de haba; en épocas con bastante lluvia, la enfermedad puede afectar a toda la parcela, afecta en cualquier desarrollo de estado de la planta (desde la emergencia hasta la maduración), la presencia de esta enfermedad se ve favorecida por las altas humedades ambientales y suelos pobres y deficientes en fosfato calcio y potasio. **(INIAF, 2010).**

Sintomatología

Cuando la planta está infectada aparecen puntos marrones en las hojas, los tallos las vainas y las flores del haba los puntos aumentan y se unen transformándose en lecciones necróticas. (INIAF, 2010).

1.12.1.2 Mancha Concéntrica -Mancha Negra (*Alternaria* sp.)

Es una enfermedad producida por un hongo *alternaria* sp. El cual produce manchas negras en las hojas. Los síntomas más notarios son manchas circulares negras que se extienden desde los bordes de las hojas, provocando la muerte descendente por la caída de las hojas y la defoliación. (INIAF, 2010).

Sintomatología

Por lo general, se presenta en las hojas inferiores y aparecen lesiones necróticas con anillos concéntricos al inicio de la infección que empieza siempre en la parte inferior de la planta, extendiéndose hacia la parte superior causando la muerte en los tejidos en las partes infectadas. (INIAF, 2010).

1.12.1.3 Roya del haba (*Uromyces fabae*)

La roya es una enfermedad causada por los géneros *Puccinia* spp, *Uromyces fabae*; es una enfermedad que ataca a las hojas y tallos. Inicialmente se observan pústulas (puntos) de color marrón, naranja y amarillamiento mayormente sobre las hojas y peciolo, aparecen unas pústulas o bultitos de color rojo, castaño naranja o amarillamiento cuando existe un ataque severo de esta enfermedad las pústulas cambian a un color negro. (INIAF, 2010).

Sintomatología

Este hongo, es un principio, presenta pequeñas pústulas de 0,5 -1.0 mm. de tamaño, de color oxidado o rojo ladrillo, que se ubican en la parte inferior de las hojas, y en la cara

superior se notan las manchas cloróticas muy diminutas de color regular o verde claro. También atacan tallos flores y frutos. (INIAF, 2010).

1.12.1.4 Pudrición de la Raíz (*Fusarium sp.*)

Enfermedad causada por el hongo *Fusarium sp.* los síntomas se presentan como una podredumbre seca en la porción superior de la raíz pivotante y en el cuello, este se vuelve rojizo, además de necrosis de las raíces. (INIAF, 2010).

1.12.1.5 Virosis

La virosis son los principales responsables de la degeneración de las variedades no pueden controlar con productos químicos, producen diferentes síntomas en las hojas de la planta como el amarillamiento (clorosis) y el encrespamiento, (arrosetamiento). de la magnitud del daño pendiente del virus, depende de las variedades del grado de sustentabilidad de cada variedad y de las condiciones ambientales. (INIAF, 2010).

1.12.2 PLAGAS

1.12.2.1 Gusano de tierra (cortadores de cuellos de tallos) (*Agrotis sp.*)

Estas plagas corresponden a un típico gusano cortador de tallos la larva vive enterrada en el suelo a 5-8 cm de profundidad, prefiere cortar plantas nuevas a nivel de la superficie del suelo; esta plaga pasa por cuatro etapas de vida o metamorfosis; huevo, larva, pupa de adulto, en un año pasa hasta por tres generaciones. (QRS, 2006).

1.12.2.2 Pulgones (*Aphis fabae.*)

Los pulgones son insectos que atacan a gran variedad de las plantas, siendo uno de los cultivos más afectados el del haba, existen diferentes tipos de pulgones, destacando el pulgón verde y negro, estos son insectos que miden de 0,5 a 6 cm., sus patas son largas y finas, dos antenas y tienen forma de pera, son de color ocre, amarillo, verde o negro, podemos encontrar algunos pulgones con alas. (QRS, 2006).

1.13 CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE HABA

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

1.14 CANTIDADES ESENCIALES DE AMINOÁCIDOS

El grano de haba contiene una importante cantidad de aminoácidos esenciales como cistina, metionina, lisina, leucina, triptófano entre otros, los que son importantes para la alimentación humana. El siguiente cuadro nos enseña las cantidades de estos aminoácidos:

Cuadro N° 6 Cantidades esenciales de aminoácidos.

Nombres	Aminoácidos esenciales g/16gN	Patrón ideal g/100g Proteínas
Cistina	0.8	3.5
Metionina	0.7	3.5
Lisina	6.5	5.5
Isoleucina	4.0	4.0
Leucina	7.1	7.0
Fenilamina	4.3	6.0
Tirosina	3.2	6.0
Treonina	3.4	4.0
Triptófano	--	1.0
Valina	4,4	5.0

Fuente : (ficha técnica MAGDER-UPA cultivo del haba, 2002).

1.15 MACRO NUTRIENTES

1.15.1 Nitrógeno

En las plantas, el nitrógeno se encuentra en una gran proporción, forma parte de los compuestos orgánicos y es absorbido a través de los pelos radiculares en forma de nitritos principalmente y esta forma se transloca a todas las partes de la planta.

Casi todas ellas absorben nitrógeno durante todo su ciclo vegetativo, pero principalmente durante los periodos de crecimiento rápido.

Las plantas se encuentran afectadas tanto por la falta como por el exceso de nitrógeno.

La deficiencia se caracteriza por:

- Un crecimiento lento.
- Hojas de color verde pálido.
- Una menor floración y formación de semillas.

El exceso de nitrógeno se traduce en:

- Rápido crecimiento vegetativo.
- Hojas verdes oscuras y una mejor floración y fructificación.
- Los tejidos son más sensibles a las heladas, a las enfermedades y se dañan rápidamente.

Una deficiencia de nitrógeno en los suelos afecta en la absorción de otros elementos, así como las plantas pueden mostrar síntomas de deficiencia, cuando la absorción de nitrógeno es baja, lo cual se corrige con la adición de fertilización nitrogenados.

De todo ello se deduce la importancia de mantener el equilibrio de nutrientes y mediante el empleo de formas de fertilización correcta. **Ruiz. (2001); citado por (Delgado, 1998).**

1.15.2 Fósforo

El fósforo se encuentra principalmente en los suelos en forma de fosfatos, la mayor parte de los cuales no son fácilmente utilizables para las plantas.

En suelos ácidos, su asimilabilidad es menor debido a la presencia de hierro y aluminio.

El fósforo tiene efecto particularmente estimular sobre el crecimiento radicular durante las primeras épocas de la planta, de aquí la importancia de aplicar fertilizantes fosfatos solubles antes de la siembra.

El fósforo es un componente esencial de los vegetales, cuya riqueza media en P₂O₅ es del orden del 0,5 al 1% de la materia seca. Se encuentra, en parte, en estado mineral, pero principalmente formados complejos orgánicos fosforados con lípidos, proteínas y glúcidos, como la lecitina, las nucleoproteínas (componentes del núcleo celular) y la fitina (órganos de reproducción).

Es el elemento indispensable:

- En el desarrollo inicial del cultivo favorece el enraizamiento y posterior desarrollo.
- El fósforo, a la vez de mayor precocidad y contrarresta los efectos de las altas dosis de nitrógeno.

El fosforo estimula la maduración donde tiende a reducir el periodo vegetativo del crecimiento; sin embargo, una excesiva cantidad de fósforo causa la maduración prematura por lo que el rendimiento es menor. **Ruiz. (2001); citado por (Delgado, 1998).**

1.15.3 Potasio

El potasio se encuentra en el suelo formando parte de los minerales arcillosos; en general los suelos francos – limosos contienen más potasio que los arenosos.

El movimiento de este elemento en el suelo es bajo y las pérdidas por lixiviación son pequeñas excepto en suelos muy livianos o en aquellos que se han abonado con fertilizantes potásicos en gran cantidad. **Ruiz. (2001); citado por (Delgado, 1998).**

La deficiencia del potasio se manifiesta en un retraso del crecimiento de la planta. Las partes más afectadas son aquellas que acumulan sustancias de reserva (frutos semillas y tubérculos).

Es el factor calidad, por tanto:

- Favorece la acumulación y transporte de hidratos de carbono en la raíz.
- Estimula la asimilación del resto de nutrientes.
- Mejora la resistencia a la sequía.

La deficiencia de potasio:

- Hojas más viejas, las cuales muestran extremos amarillos y posteriormente de color pardo grisáceo.
- El crecimiento se detiene y por tanto se tiene plantas más enanas. **Ruiz. (2001); citado por (Delgado, 1998).**

1.16 MICRO NUTRIENTES

1.16.1 Calcio

El calcio forma parte de las membranas celulares, que dan a los tejidos de la planta su forma y resistencia ya que una cantidad adecuada de calcio contrarresta el efecto de las sustancias tóxicas que forman dentro de las plantas; cuando estas contienen suficiente calcio, dichas sustancias son inofensivas.

La riqueza del calcio en las leguminosas y en las plantas llamadas calcícolas, las plantas cultivadas sufren rara vez de calcio (el cacahuete es un caso especial), no se puede identificar ningún síntoma de deficiencia en calcio en el campo.

La principal importancia del calcio, en las regiones húmedas, recibe en su papel de regulador de la acidez del suelo. **(Worthen y Aldrich, 1980).**

1.16.2 Magnesio

El magnesio como en el calcio, está relacionado con el pH del suelo y con el encalado, es uno de los integrantes básicos de la clorofila, el colorante verde de las plantas tiene la capacidad de utilizar la energía del sol para formar proteínas, hidratos de carbono y grasas de estructura compleja, a partir de elementos químicos simples.

El síntoma típico de deficiencia en magnesio en muchas plantas es la presencia de color verde pálido a blanco entre las nervaduras de las hojas viejas y las nervaduras permanecen verdes. **(Worthen y Aldrich, 1980).**

1.16.3 Azufre

El azufre es el elemento esencial para el crecimiento de las plantas y el contenido de azufre del suelo se repone de cuatro modos que satisfacen, generalmente, las necesidades de las cosechas:

1. Con los residuos de las plantas y el estiércol.
2. Con la nieve y el agua de lluvia, la cantidad de esta aportación depende del grano de industrialización de la zona, pues los humos de las industrias contienen azufre.
3. Con los abonos comerciales, como el superfosfato y el sulfato amónico.
4. Con el uso directo del dióxido de azufre del aire por los organismos del suelo por las plantas cultivadas. **(Worthen y Aldrich, 1980).**

1.16.4 Boro

Las plantas necesitan de boro para la división celular en los tejidos con crecimiento activo y cuando falta boro en el suelo, los brotes terminales de las plantas de alfalfa están raquíuticos y amarillentos, se forman pocas flores y se caen en las inflorescencias sin formar semilla. En la remolacha de azúcar, la remolacha de huerta y la zanahoria, se forma zonas muertas en la corola. **(Worthen y Aldrich, 1980).**

1.17 INCORPORACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO AL SUELO

Establece que en la infección de la bacteria de la raíz esta responde formando un tumor llamado nódulo donde se ubica la bacteria, que es lugar, donde se sintetiza la enzima nitrogenada. Esta leguminosa tiene capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera, esta fijación se lleva a cabo en órganos llamados nódulos que se ubican en las raíces, a través de la simbiosis de las raíces con microorganismos de las raíces con microorganismos especializados llamados bacterias. **(Mereses, 1996)**.

1.18 CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA EL CULTIVO

Se desarrolla en alturas de 2.800 a 3.500 m.s.n.m. con temperaturas entre 7 a 20°C, óptimas de 15°C, temperaturas inferiores a 5°C, afectan en la fase de la floración y formación como llenado de la vaina. **(HOYOS, 2013)**.

1.19 MANEJO DEL CULTIVO

1.19.1 Preparación del terreno

El haba se adapta a diversos tipos de suelo, rinde mejor en suelos sueltos, profundos y ricos en materia orgánica; el cultivo de haba es poco exigente en suelo, aunque prefiere suelos arcillosos o silíceos, ricos en humos y profundos y frescos; perjudican el normal desarrollo del cultivo los suelos húmedos y mal drenados. La preparación debe realizarse con la debida anticipación, por lo que barbechamos, actividad que nos sirve para volcar la tierra, para enterrar los rastrojos del anterior cultivo y de las malezas; con esta actividad matamos plagas y controlamos enfermedades; luego de barbechar el suelo, realizamos la cruzada, para romper los terrenos, para airear el suelo y mezclar el estiércol descompuesto que previamente ha sido distribuido por el terreno y unos días antes de la siembra aramos el terreno para ablandar la tierra; si es necesario debemos nivelar el terreno para que no se junte el agua o se seque rápido el suelo. **(INIAF, 2009)**.

1.19.2 Fertilización

En el cultivo de haba se pueden practicar dos tipos de fertilización, sean estas orgánicas o minerales, las cuales generalmente están en función de la disponibilidad y

accesibilidad de las mismas. Si deseamos realizar una fertilización orgánica la incorporación de (estiércol) en cantidades suficientes y con la debida anticipación es muy necesaria para obtener buenos rendimientos, se recomienda incorporar si hay disponibilidad hasta 200 qq. De guano por hectárea; la incorporación se debe realizar durante la preparación antes de realizar la siembra, para que sea distribuido en forma uniforme en toda la parcela. El cultivo de haba a pesar de incorporar nitrógeno del aire al suelo, por medio de bacterias nitrificantes (nitrosomonas) que forman nódulos en las plantas, responde bien a la fertilización orgánica y mineral. Generalmente se utiliza 100 kg/ha de fosfato diatómico (18-46-00 / abono), en el fondo del surco y en el momento de la siembra, la fertilización debe realizarse de manera adecuada y dependiendo siempre del tipo de suelos, puesto que un exceso en la fertilización, nos dará plantas demasiado grandes (altas) que sean susceptibles del acame, causando pérdidas a los productores. **(INIAF, 2009).**

1.19.3 Época de siembra

En la zona alta del departamento de Tarija, la siembra de semilla de haba se inicia a partir del 15 de julio y culminan en el mes de agosto; de manera excepcional algunos productores extienden su siembra hasta el 15 de septiembre, aunque estas últimas siembras tienen fuertes influencias de los factores climáticos, (heladas), que limitan la producción o el éxito de las mismas. La mejor época de siembra en la zona andina para la obtención de grano seco es en el mes de septiembre a octubre para la obtención de haba tierna en los meses de abril y mayo si se dispone de agua de riego. En las zonas altas, donde el agua es escasa, es conveniente sembrar en las primeras lluvias. **(INIAF, 2009).**

1.19.4 Semilla

Señala que la cantidad de semillas varía de acuerdo al tamaño, así para las variedades de semilla pequeña se utiliza 100 kg/ha y para semilla grande hasta 140 kg/ha, esta cantidad es para obtener una densidad poblacional de 13 plantas/m, en los valles 11 plantas/m en las alturas. La semilla seleccionada debe cumplir las características de la variedad determinada por su tamaño y para obtener semillas de buena calidad se escoge

aquellas plantas con vainas bien formadas, robustas, sanas y de maduración primera; una vez obtenida esta semilla debe conservarse en este estado hasta el momento de la siembra. **(HORRQUE, 1990).**

1.19.5 Uso de buena semilla

- Es sana no tiene enfermedades.
- Es sana no está mezclada con semillas de otros cultivos y es de una sola variedad.
- Es limpia no tiene restos de cultivos, ni basuras.
- Tiene una buena germinación (de 100 semillas nacen por lo menos 80 plantas. Los productores semilleros deben invertir comprando semillas de categorías altas (básicas y registradas) para multiplicar y producir semillas en sus campos. **(INIAF, 2010).**

1.19.6 Inoculación

Si bien no es una práctica muy fuerte en la zona alta del departamento de Tarija, se recomienda tratar las semillas con inoculantes (N₂ Rhizobim).

Para 50 kg de semilla, la forma de preparar el inoculante se inicia con la preparación del contenido en un recipiente con ½ lt de agua, a lo cual se agregan 2 cucharas de azúcar por medio litro de agua, que con la ayuda de una brocha se esparce el inoculante, para luego dejar secar a la sombra por el lapso de tres a cuatro horas. **(INIAF, 2010).**

1.19.7 Profundidad de siembra

La siembra del haba se debe realizar a una profundidad de 5-6 cm, dependiendo de las condiciones físicas del suelo y el contenido de la humedad, la profundidad varía. **(INIAF, 2010).**

1.19.8 Densidad de siembra

Se realiza a corrillo a dos semillas por golpe, o con la ayuda de sembradoras mecánicas; las semillas se disponen en líneas o surcos con una distancia entre surcos de 60-70 cm, entre plantas. (INIAF, 2010).

IBTA (2010), para obtener una buena cosecha se recomienda una densidad de 100 a 200 kg/Ha de semilla, que respectivamente se puede obtener de la siguiente manera:

Cuadro N°7. Densidad de siembra.

Características	Valles	Zonas altas
Distancia entre surco	50 cm	60-65cm
Distancia entre golpes	30cm	30cm
N° de semillas /golpe	2 semillas	2 semillas

Según **Horque (1990)**, manifiesta que la población adecuada entre plantas fluctúa entre 222.222 plantas/Ha., estas densidades son:

Distancia entre surco 0,60.

Distancia entre golpe 0,30.

N° de semillas por golpe 2 semillas.

Profundidad de siembra 5 cm.

1.19.9 Desinfección

La desinfección de semillas se puede realizar por medios físicos (temperaturas) y químicos.

1.19.10 Método físico

La termoterapia se realiza por medio de la inmersión de la semilla en agua caliente (no hirviendo) durante tres a cinco minutos, esta acción nos permite controlar algunas enfermedades que se transmiten por semilla.

1.19.11 Método químico

Se realiza con el uso de fungicidas químicos específicos, principalmente para enfermedades de pudrición del cuello de la planta. (INIAF, 2010).

1.19.12 Siembra

Primero, el terreno debe estar bien preparado (buen mullido), nivelado y con una adecuada humedad.

- El suelo al abrir el surco, debe estar húmedo, la profundidad de apertura del surco es de cinco a diez centímetros de profundidad.
- Luego se incorpora el fertilizante químico 18-46-00 (fosfato di amónico), 100 kg/ha.
- Después se deposita en el surco dos semillas por golpe.
- Por último, tapamos bien las semillas.
- La distancia entre planta es de 30 y 40 cm sobre el surco.
- La distancia entre surcos es de 70 a 80 cm en terrenos con pendientes, los surcos no deben estar en el mismo sentido de la pendiente. (INIAF, 2010).

1.20 CUIDADOS DE LAS PARCELAS

1.20.1 Deshierbe

El deshierbe, es un conjunto de labores destinados a reducir la cantidad de malas hierbas, las cuales pueden ser plantas hospederas de plagas y enfermedades que puedan atacar al cultivo de haba; además de esta manera se elimina la competencia de estas plantas, por el agua y los nutrientes con nuestro cultivo, la cual puede realizarse manualmente o con la ayuda de herramientas agrícolas (azadón lampa): una última opción es el uso de herbicidas (aunque esta última opción nunca se la utiliza). (INIAF, 2010).

1.20.2 Erradicación de plantas

La erradicación consiste en la identificación de plantas fuera de tipo (plantas anormales), las cuales deben ser eliminadas de los campos de producción de semilla de

haba; para realizar esta actividad la parcela debe observarse con regularidad para identificar a aquellas plantas anormales o con problemas de sanidad, aquellas que presentan estas características deben eliminarse arrancándoles desde la raíz, quemarlas y/o enterrarlas. Las plantas atípicas son aquellas que han sufrido algunas deformaciones o son plantas enanas, con hojas encrespadas y con hojas que presentan clorosis (mosaico) las cuales son producto del ataque de virus. (INIAF, 2010).

1.21 LABORES CULTURALES

La protección de nuestro cultivo se puede realizar por medio de métodos físicos y químicos, que permiten controlar plagas y enfermedades que atacan al mismo.

1.21.1 Aporque

Labor cultural que consiste en elevar y subir tierra al cuello de las plantas de haba, profundiza el surco para facilitar el drenaje y riego, favorece el desarrollo de la raíz, controla malezas, airea el suelo y principalmente favorece el anclaje de las plantas, por medio del mancillamiento que permite el desarrollo de mayor número de tallos, por consiguiente, mayor cantidad de vainas por planta; esta actividad se realiza cuando las plantas tienen una altura de 25 a 35 cm de altura, y para realizar esta actividad, es necesario tomar en cuenta el estado de tiempo o clima; no aporcar en días muy soleados la población de ocurrencia de heladas es mayor y las plantas son más susceptibles al efecto de las heladas. Los beneficios del aporque son:

- Expone a la acción del sol a gusanos y diferentes pupas de diferentes especies de plagas, las cuales se eliminan.
- Contribuye a la reducción de malas hierbas que son hospederas de plagas y enfermedades.
- Proporciona soporte mecánico ayudando a fijarse mejor la planta al suelo.
- Afloja el suelo compactado permitiendo una mejor aireación del sistema subterráneo y radicular.
- Debe realizarse cuando el suelo tiene humedad, es decir, después de una buena lluvia o riego. (INIAF, 2010).

1.21.2 Riego

A pesar de que el cultivo de haba es tolerante a la sequía, requiere de una provisión continua y óptima humedad para un buen desarrollo y producción, puesto que el cultivo requiere agua de manera indispensable en las etapas de macollaje, floración, formación de vainas y llenado de granos; la escasez de agua en estas etapas, hacen que el cultivo reduzca drásticamente en su rendimiento, debido principalmente al aborto floral que se produce cuando hay estrés hídrico en esta etapa, por consiguiente el número de vainas por planta se reduce y por consiguiente la producción total. En las etapas principales antes mencionadas, se recomienda regar cada 7 a 15 días cuando sea necesario según la humedad del suelo. Como se dijo en el momento de la siembra es deseable que el suelo se encuentre húmedo si se ha sembrado en seco debe realizarse un riego ligero lo más pronto posible. (INIAF, 2010).

Se realizan riegos frecuentes de acuerdo a las condiciones del medio ambiente y la humedad del suelo normalmente en este cultivo se realiza riegos por surcos con dirección a las pendientes. (Mareses, 1996).

El requerimiento de agua por el cultivo de haba se puede resumir de la siguiente manera:

1.21.3 Macollamiento

La humedad debe ser ligera para la estimulación del crecimiento de las raíces y evitar su crecimiento superficial; los riegos deben ser algo distanciados y ligeros.

1.21.4 Floración y formación de vainas

Etapa de gran demanda de agua para favorecer un mayor desarrollo de flores y vainas un déficit de agua en esta etapa repercute en el aborto floral, de ahí su importancia de proveer agua de forma oportuna.

1.21.5 Llenado de vainas

Periodo más crítico por su gran demanda de agua, debido a que las plantas alcanzan un gran tamaño y se incrementa la superficie foliar (mayor transpiración), por lo que la disponibilidad de agua debe ser constante. **(INIAF, 2010).**

1.22 COSECHA

La cosecha está determinada por el periodo vegetativo de la variedad, por la finalidad del cultivo (vaina-verde o grano seco) y por las condiciones ambientales que prevalecen en la zona de producción.

La época de cosecha depende de la variedad y de las condiciones climáticas, el haba está lista para cosechar cuando las hojas basales se secan, las vainas están caídas y el color de planta se torna marrón oscuro. **(INIAF, 2010).**

La operación de cosecha consiste en la siega de las plantas (corta), la formación de parvas para completar el secado, trilla y en venteado. **(QUIROGA, 2014).**

1.22.1 Cosecha vaina- verde

Producción destinada a comercializar el haba en estado fresco o verde, la importancia de este cultivo, es que existe variedades de doble propósito (verde y grano seco), que permiten que los productores tengan alternativas de ingresos y para la cosecha de haba destinada a su venta en fresco se toma en cuenta lo siguiente:

- 1.- Iniciamos la cosecha de vainas de la parte baja, luego del medio terminamos con las que se encuentran arriba de la planta.
 - 2.- Las vainas tienen que tener el tamaño deseado para la venta.
 - 3.- Las vainas tienen que ser duras y haber completado su madurez.
 - 4.- Algunas de las hojas inferiores empiezan a cambiar de color verde a amarillo.
- (INIAF, 2010).**

Es recomendable la recolección de la vaina de 30 a 45 días después de la floración; es decir, cuando a un no se endurece y los granos no pierden su dulzura. **(Camarena F. et al, 2006).**

1.22.2 Cosecha para grano

El momento de cosecha se hace a los 75 o 90 días después de la floración y cuando las vainas se tornan negras con sistemas de cesación y antes de que comience la dehiscencia o abertura de las vainas. **(Camarena F; et al, 2006).**

La cosecha destinada para este fin toma en cuenta los siguientes aspectos:

- 1.- Los granos en las vainas presentan al hiliun de color negro.
- 2.- Las vainas presentan una consistencia y dureza.
- 3.- En general las plantas presentan una coloración amarilla tenue, que se acentúa hasta un color marrón claro.

Un indicador de que el grano ha llegado a su madurez en la presencia del “hiliun” negro, luego de lo cual generalmente los productores proceden al cortado o segado de las plantas. La cosecha debe realizarse, cortando los macollos (tallos) con una hoz en la base de la planta, a una altura de unos 5 a 10 cm del suelo. Concluido con el segado o corte, la siguiente actividad es formar o armar las parvas para el secado; el diámetro de la parva, no debe ser mayor a 1.5 metros para evitar problemas de pudriciones de las vainas y granos, para obtener un secado uniforme de las plantas y vainas, en las parvas, es importante que esta tarea se realice con mucho cuidado para evitar pérdidas.

Cuando existen riesgo de heladas, granizadas y/o lluvias, las parvas deben ser cubiertas con paja, nylon o cualquier otro material que permita conservar seca la parva. **(INIAF, 2010).**

1.23 POSCOSECHA

Es el conjunto de actividades que permiten obtener un producto de buena calidad por medio de acciones bien definidas.

1.23.1 Secado

El secado sirve para eliminar el exceso de agua de los granos, hasta llegar al 13% por tradición el secado fue realizado en el campo y al sol; con este nivel de humedad los granos pueden mantener, conservar por más tiempo su calidad nutritiva y su potencial como semilla, siempre y cuando se almacena de forma correcta. El tiempo de secado puede variar de uno a 2 meses, pero es aconsejable que no sea mayor a 30 días, para este efecto las parvas deben ser ventiladas, no deben ser ventiladas ni deben ser muy grandes, distribuidas en tres bolillos y ubicadas en un lugar elevado de la parcela donde pueda correr el aire, donde no haya riesgo de humedad en el terreno, así de esta manera se reduce el tiempo de secado y la pérdida por pudrición. **(INIAF, 2010).**

Para reducir el tiempo de secado es común construir patios de secado o secadoras simples que aprovechan la acción del viento y la energía solar. **Arias C, (1998); citado por (Quiroga, 2014).**

1.23.2 Fundamento del secado

En términos generales, el secado es una operación unitaria en la cual ocurre una reducción del contenido de humedad de cierto producto, hasta un nivel que se considera seguro para su almacenamiento. Así el secado de los granos se puede definir como un proceso en el que hay un intercambio simultaneo de calor y producto (masa), entre el aire caliente y los granos. **Flores, (2000); citado por (Quiroga, 2014)**

1.23.3 Trillado

La trilla consiste en separar los granos secos de la vaina mediante presión o golpes, se le puede realizar de las siguientes formas:

1.23.4 Tradicional

La cual se realiza pisando las plantas secas con animales pueden ser con burros o mulas; también esta actividad puede realizarse golpeando las vainas con un palo y para evitar daños en la semilla y/o grano, se recomienda realizar volteos continuos, es

recomendable realizar esta actividad sobre superficies relativamente amortiguadas, vale decir sobre pasto o tierra suelta. **(INIAF, 2010).**

1.23.5 Mecanizada

Esta actividad se realiza por medio del uso de equipos especializados que permiten realizar el trillado y venteado, entregando un producto limpio, haciendo que este trabajo no sea moroso y principalmente descongestiona la mano de obra utilizada en esta tarea. **(INIAF, 2010).**

Puesto que la trilla manual puede tomar mucho tiempo y requerir mucha mano de obra, es a menudo conveniente usar máquinas operadoras a motor para facilitar esta operación. Hay en plaza una vasta gama de equipos para la trilla de las cosechas agrícolas de granos; algunas de ellas pueden adaptarse para la extracción de las semillas. La tolerancia de las semillas al trillado depende de la especie y la máquina debe ser cuidadosamente ensayada para determinar los perjuicios que puedan producirse cada lote de semilla antes de someter al tratamiento la parcela total de semillas. **FAO, (2005); citado por (Quiroga, 2014).**

1.24 SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

1.24.1 Selección de granos

Esta labor se puede realizar manualmente seleccionando o separando los granos partidos, deformes, inmaduros, granos de otro color y otros materiales como paja, piedras, semillas de malezas para obtener un producto limpio y de calidad. Los granos enfermos, partidos o con daños de insectos pueden convertirse en focos de infección sobre todo durante el almacenamiento. **(INIAF, 2010).**

1.24.2 Clasificación

Esta labor consiste en diferenciar y separar por tamaños el producto obtenido, es decir que no todos los granos son del mismo tamaño y peso: por consiguiente se tiene que clasificar por calibres para lo cual se pueden utilizar zarandas con las medidas adecuadas para cada tamaño de semilla. **(INIAF, 2010).**

Una técnica sencilla para la selección del grano, que muy bien pueden aplicar los pequeños agricultores es la de esparcir los granos sobre una mesa construida con agujeros de diferentes tamaños y realizar la selección a mano. Otra técnica sencilla es la construcción de tamices pequeños y manuales de diferentes diámetros, los cuales podrían ser acoplados uno sobre otro. **IBTA/VOCA, (1998): citado por (Quiroga, 2014).**

1.25 ALMACENAMIENTO

Una vez que los granos están secos, limpios, libres de impurezas, seleccionados y bien clasificados por calibre debemos almacenarlos adecuadamente, para que al momento de la comercialización nuestro producto este presentable y haya mantenido su calidad. El almacenado debe realizarse en un ambiente seco, ventilado, oscuro y limpio, se debe evitar la humedad del piso y paredes, mejor si el piso fuese de cemento, de tal forma que permitan mantener la humedad de la semilla por debajo del 13%. **(SEDAG, 2010).**

1.26 FORMAS DE ALMACENAMIENTO

1.26.1 Forma tradicional

Esta forma de almacenamiento se realiza en sacos, de preferencia oscuros y bien estibados (no amontonados en desorden), es muy importante que los sacos no estén en contacto directo con el suelo, para eso podemos emplear maderas, tablas o cueros, también o cueros, tampoco deben estar apoyados en las paredes porque no existe buena ventilación y pueden alojarse plagas como ratones. **(SEDAG, 2010).**

1.26.2 En silos metálicos

Estos son recipientes metálicos sellados, con forma cilíndrica, fabricados con láminas de zinc liso, para el almacenamiento y conservación de granos por periodos prolongados de tiempo. Al ser metálicos y sellados evitan el ingreso de plagas y roedores, además de mantener un ambiente seco y oscuro. **(SEDAG, 2010).**

1.27 CLASIFICACIÓN DE LA SEMILLA DE HABA

La clasificación según la norma NB 317001-2 del instituto boliviano de normas de calidad (IBNORCA) para legumbres, hortalizas y habas secas, establece los requisitos que se deben cumplir en la producción y comercialización del grano seco de haba. La norma dispone que la clasificación por su peso considere un número de habas por onza, estableciendo los siguientes calibres:

- Calidad menor a 9 granos por onza extra.
- Calibre 9-11 granos por onza primera.
- Calibre 11-13 granos por onza segunda.
- Calibre 13-15 granos por onza tercera.
- Calibre 15-17 granos por onza cuarta.
- Calibre mayor a 17 granos por onza quinta.

También norma las condiciones de calidad en lo referido a: uniformidad, color, contenido de humedad, materias extrañas y sanidad.

Las normas de calidad de exportación se basan principalmente en el tamaño de los granos correlacionados con el peso, a lo cual se ha determinado el calibre. (INIAF, 2010).

1.28 NORMAS ESPECÍFICAS PARA LA CERTIFICACIÓN DE LA SEMILLA DE HABA (*Vicia faba* L.)

1.28.1 Aislamiento

Todo campo semillero, debería constituir una unidad claramente definida, a fin de evitar mezclas varietales en la siembra y cosecha, debe localizarse en una distancia no menor a 150 metros para la categoría básica registrada, y 100 metros para la categoría certificada, de cualquier campo sembrado con haba de otra variedad, o en su defecto, barreras de 60 días entre siembra para todas las categorías. Quedan a juicio del inspector aceptar campos adyacentes sembrados con semilla de la misma variedad. (INIAF, 2010).

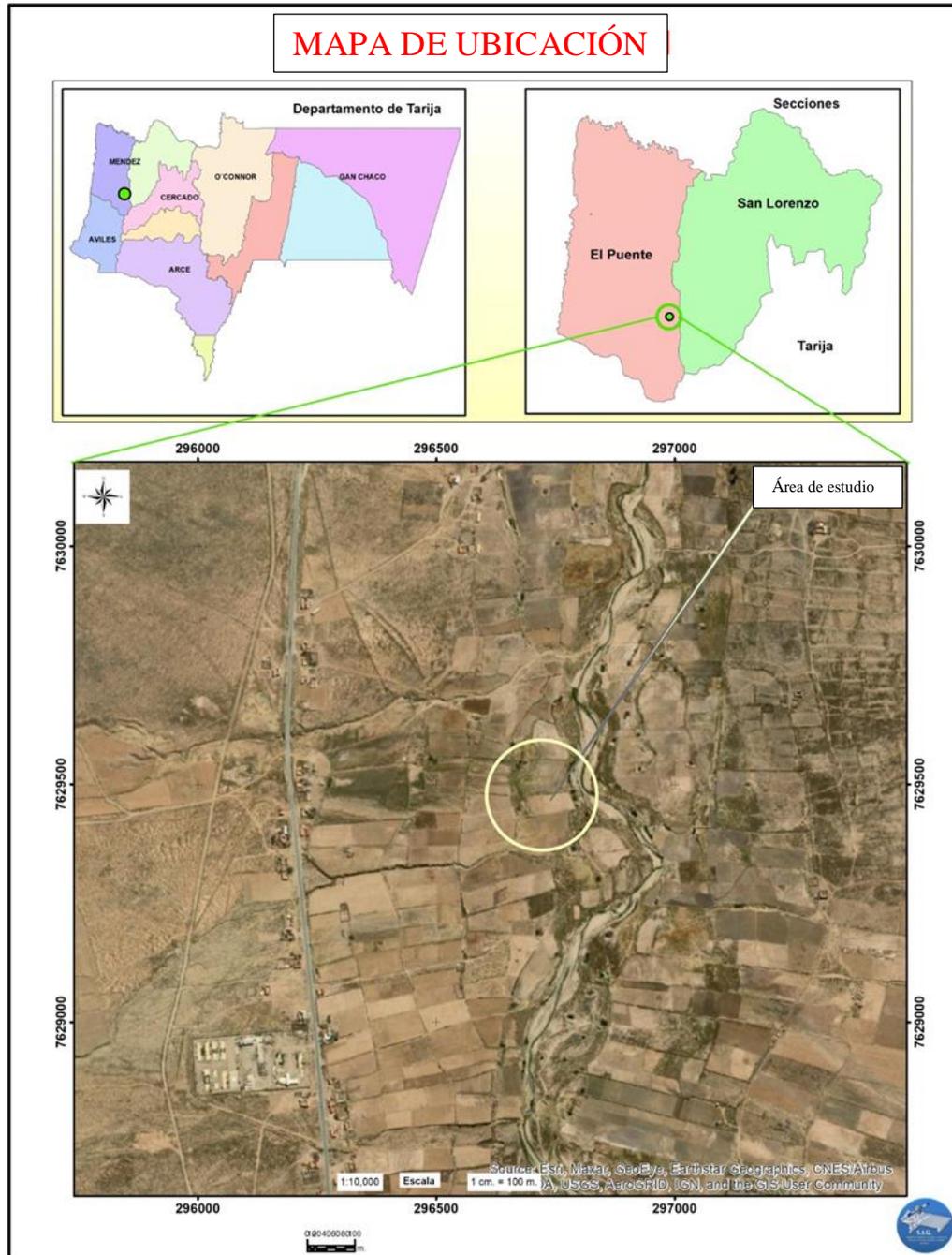
1.28.2 Requisitos en campo

El campo semillero debería establecer en un lugar en el cual no se haya sembrado la misma especie durante la campaña agrícola anterior. **(INIAF, 2010)**.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



2.1.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo se llevó a cabo en la comunidad de San Antonio-Iscayachi en la zona alta del departamento de Tarija. Está ubicado al Sureste de la Segunda Sección de la provincia Méndez del municipio El Puente del departamento de Tarija - Bolivia, distante a 60 km de la ciudad de Tarija, hacia Iscayachi y tiene una altitud de 3.460 m.s.n.m.

2.1.2 Límites

Limita al Este con la comunidad de Santa Ana de agua rica, al Oeste con la Comunidad de Huarmachi, al Sur con la Comunidad de San Roque, al Norte con la Comunidad de El Molino.

2.1.3 Latitud y longitud

La comunidad de San Antonio, (Iscayachi) está ubicada en el extremo Sureste del departamento de Tarija, Latitud Sud 21°30' 45'' Longitud Oeste 64°58' 32'' a una altura de 3.460 m.s.n.m.

Situación geográfica de la zona de estudio:

Latitud Sur	21° 30' 45'' S
Longitud Oeste	64° 58' 32'' W
Altitud	3460 m.s.n.m.

Fuente: (Estación agrometeorológica Campanario/ Iscayachi – Tarija.)

2.2 CARACTERISTICAS METEOROLÓGICAS

2.2.1 Clima

Se caracteriza por tener un clima frescos y secos con una temperatura media anual es de 10,2°C cuyas temperaturas varían 1,7° a 19,4° y 353,2 mm de precipitación pluvial conectados en el periodo de lluvias (fines de diciembre enero y febrero), la humedad

relativa alcanza el 53,7%, también se caracteriza esta zona de tener temperaturas extremas muy bajas entre junio y julio llegando a alcanzar los 1,7°C, mientras que en enero y febrero las temperaturas suben hasta 18° a 22°C. (**estación agrometeorológica campanario/ Iscayachi -Tarija**).

2.2.2 Suelo

El suelo donde se localizó el trabajo corresponde al sistema de tierra caracterizado por presentar colores, marrón claro y con textura franco arenoso, arcillo-limoso, la estructura va de media a débil moderado.

Una vez finalizado el análisis de suelo realizado en el SEDAG, se procedió a ordenar los datos de análisis con los siguientes parámetros. (**SEDAG, 2020**).

2.2.3 Determinación del análisis químico, orgánico y físico del suelo

Cuadro N° 8 Determinación química del suelo

Lugar	Profundidad (m.)	pH	N	P	K
San Antonio	25	7,27	0,09	8,28	0,16

Fuente: laboratorio de suelos y aguas (SEDAG, 2020).

2.2.4 Contenido de los componentes principales del abono orgánico, (estiércol ovino)

Cuadro N° 9 Determinación orgánica, (estiércol de ovino)

Lugar	Profundidad (m.)	pH	N	P	K
San Antonio	25	8,18	1,79	86,94	1,19

Fuente: laboratorio de suelos y aguas (SEDAG, 2020).

2.2.5 Propiedades físicas de la textura del suelo

Cuadro N° 10 Determinación física del suelo

Comunidad	Da. gr/cc	Profundidad (m.)	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura
San Antonio	1,28	25	39,75	35,50	24,75	F

Fuente: laboratorio de suelos y aguas (SEDAG, 2020).

2.3 CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS

2.3.1 Vegetación

La vegetación que se tiene en la comunidad de San Antonio o área de influencia es escasa debido al clima y la situación geográfica que se encuentra; la utilización de las tierras son en su mayoría para el cultivo de papa, oca, papalisa ,manzanilla, ajo ,arveja, zanahoria, haba, quinua, cebolla, alfalfa y en menor porcentaje de granos como ser trigo, cebada, avena, sin embargo existen especies como la paja brava y otros arbustos pequeños y algunos animales silvestres como la vicuña, guanaco, águilas, patos, vizcachas, conejos silvestres, y otros. (Boletas comunales, 2007).

Cuadro N° 11 Especies más comunes en la comunidad de San Antonio.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Paja brava	<i>Festuca orthophylla</i>	Gramineae
Cebollín	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Ciperusceae
Trébol	<i>Trifolium repens</i>	Leguminosae
Chilca	<i>Baccharis</i>	Latifolia

Fuente: (HERBARIO UNIVERITARIO T.B., 2021).

2.3.2 Cultivos principales

Las especies de plantas anuales perennes cultivadas en la comunidad de San Antonio se mencionarán en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 12 plantas cultivadas

Nombre común	Nombre científico	Familia
Haba	<i>Vicia faba L.</i>	Leg. Papilionoideae
Ajo	<i>Allium sativum L.</i>	Liliaceae
Papa	<i>Solanum Tuberosum L.</i>	Solanaceae
Papalisa	<i>Ullucus tuberosus</i>	Baselaceae
Arveja.	<i>Pisum sativum L.</i>	Leg. Papilionoideae
Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	Oxalidaceae
Cebada	<i>Hordeum distichum</i>	Poaceae (Gramineae)
Cebolla	<i>Allium cepa L.</i>	Liliaceae
Manzanilla	<i>Matricaria Chamomilla L.</i>	Compositae
Avena	<i>Avena sativa L.</i>	Poaceae (Gramineae)
Trigo	<i>Triticum aestivum L.</i>	Poaceae (Gramineae)
Zanahoria	<i>Dacus carota L.</i>	Umbeliferae
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>	Quenopodiaceae
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Leg. papilionoideae

Fuente: (HERBARIO UNIVERSITARIO T.B., 2021)

2.3.3 Fauna

La fauna en el área de estudio está representada por los siguientes ejemplares:

Cuadro N° 13 área de estudio de la fauna

Nombre común	Nombre científico
Zorro	<i>Vulpes vulpes</i>
Conejo silvestre	<i>Oryctolagus cuniculus.</i>
Perdices	<i>Alectoris rufa</i>
Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>
Vizcacha	<i>Lagidim viscacia</i>
Vicuña	<i>Vicugna vicugna</i>

Fuente: (HERBARIO UNIVERSITARIO T.B., 2021).

2.4 MATERIALES E INSUMOS

2.4.1 Material vegetal

En el presente trabajo de investigación se utilizó las siguientes variedades de haba:

V1. Samasa.

V2. Turiza.

V3. Ecotipo Finca Esquena.

V4. Gigante Copacabana.

2.4.2 Materiales de Campo

- Wincha de cinta métrica.
- Estacas.

- Letrero.

2.4.3 Material de registro

- Libreta de campo.
- Máquina fotográfica.
- Celular.

2.4.4 Herramientas de equipo

- Pala.
- Azadón.
- Azada.
- Balanza.
- Arado y yugo.
- Pulverizador.
- Motobomba.
- Tubería.
- Mochila fumigadora.
- Yunta de bueyes o mula.

2.4.5 Material de gabinete

- Computadora.
- Escritorio.
- Calculadora.
- Papel bond.

2.4.6 Insumos

- Estiércol de ovino (orgánico).
- Fosfato di amónico (18-46-00) fertilización inorgánica.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de “bloques al azar” con arreglo factorial 4 x 2, conformando ocho tratamientos y tres repeticiones, siendo un total de 24 unidades experimentales.

Cuadro N° 14 Diseño experimental

Factores	Niveles	Tratamientos	N° de réplicas	N° de unidades experimentales
VARIEDAD	4	8	3	24
FERTILIZANTE	2			

2.5.2 Descripción de tratamientos

T1=Variedad 1 (Samasa) + abono orgánico de ovino (9.162 tn/ha)

T2=Variedad 1 (Samasa) + fosfato diamónico (43,4 kg/ha de 18-46-00) + urea (77,39 kg/ha de 46-00-00)

T3=Variedad 2 (Turiza) + abono orgánico de ovino (9.162 tn/ha).

T4=Variedad 2 (Turiza) + fosfato diamónico (43,4 kg/ha de 18-46-00) + urea (77,39 kg/ha de 46-00-00)

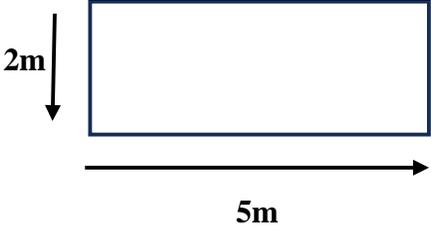
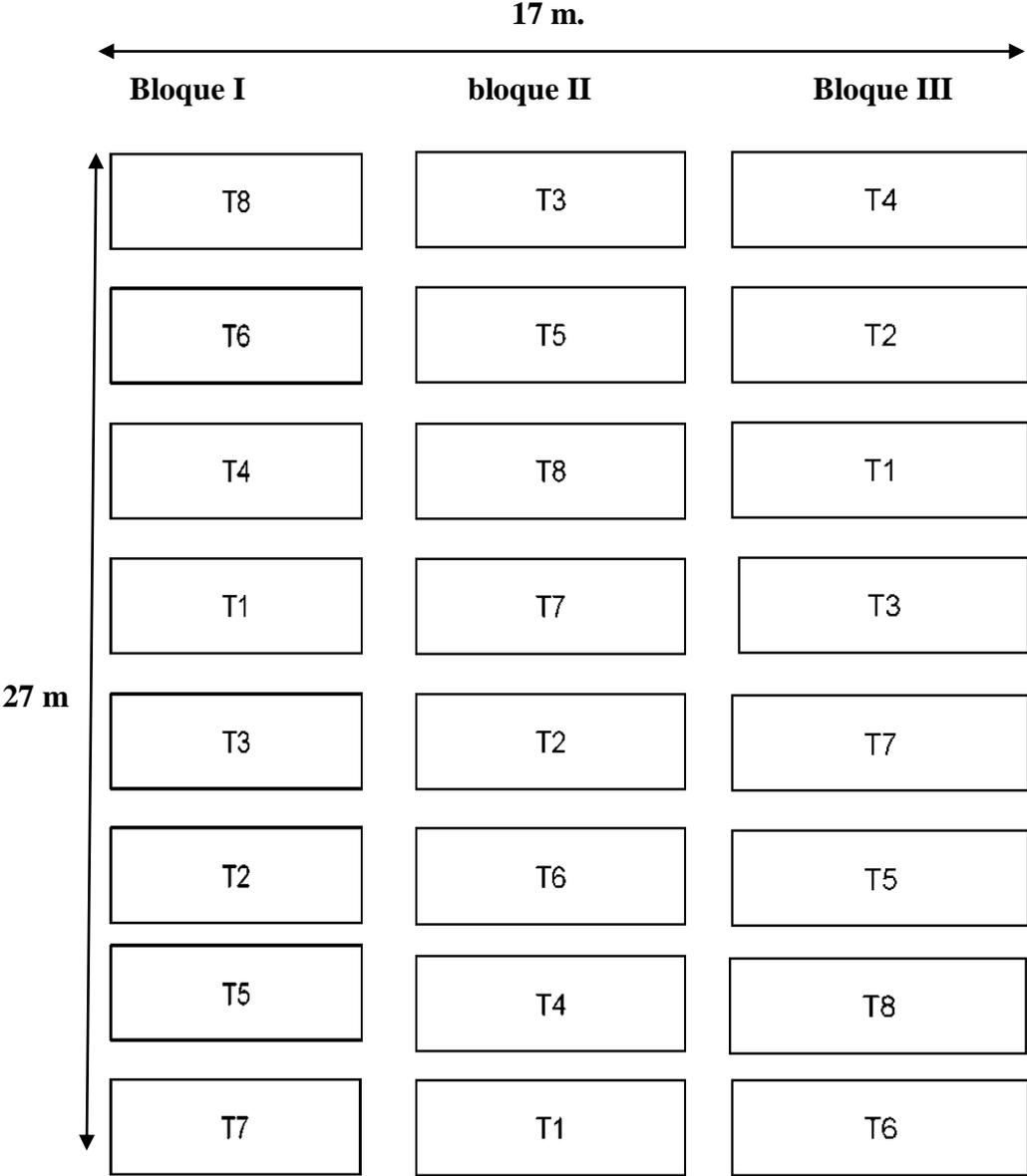
T5= Variedad 3 Ecotipo Finca Esquena + abono orgánico de ovino (9.162 tn/ha)

T6= Variedad 3 Ecotipo Finca Esquena + fosfato diamónico (43,4 kg/ha de 18-46-00) + urea (77,39 kg/ha de 46-00-00)

T7= Variedad 4 Gigante Copacabana + abono orgánico de ovino (9.162 tn/ha)

T8= Variedad 4 Gigante Copacabana + fosfato diamónico (43,4 kg/ha de 18-46-00) + urea (77,39 kg/ha de 46-00-00).

2.6 DISEÑO DE CAMPO



2.7 TRABAJO DE CAMPO

2.7.1 Análisis de suelo

Para determinar el grado de fertilidad del suelo, se realizó el análisis físico y químico correspondiente; MO, N, P, K, Textura, pH, Da, en el Laboratorio de suelos. **(SEDAG, 2020)**.

2.7.2 Preparación del terreno

Una vez que se ubicó y se delimitó el terreno se realizó la limpieza del campo, se dio un riego, con aradas y rastreadas se prepara la cama para recibir la semilla.

El suelo debe estar mullido, suelto y suficientemente húmedo y posteriormente se procedió al replanteo del campo experimental en el sistema manual, se abren los surcos con la yunta a una distancia de 50 a 60cm y se deja caer en ellos las semillas a mano cada una a distancias de 0,30 a 0,35cm tapándolas a la vuelta con la yunta, etc. **(boletas comunales, 2007)**.

2.7.3 Semilla

El material genético que se utilizó fue adquirido del INIAF -Tarija de las variedades certificadas: Samasa, Turiza, Ecotipo Finca Esquena y la criolla del lugar (Gigante Copacabana). **(INIAF, 2020)**.

2.7.4 Siembra

La siembra se realizó depositando las semillas al fondo del surco dejando una a dos semillas por golpe, a cada 0.30cm. entre golpe y 0.50cm. entre surcos, en la siguiente fecha 4 de septiembre 2020 (siembra primaveral). **(boletas comunales, 2007)**.

2.7.5 Riego

El sistema de riego que se empleó fue por gravedad o inundación utilizando una bomba para poder regar a la parcela indispensablemente en este cultivo sobre todo hasta llegar la floración y aun después. Un riego cada 10 a 15 días desde la siembra, pero es importante que no le falte el riego cuando la planta se encuentra en la fase de floración y el relleno de las vainas dejando el suelo húmedo. **(Boletas comunales, 2007)**.

2.7.6 Fertilización

La aplicación del fertilizante inorgánico, fosfato di amónico **(18-46-00)** y el abono orgánico (estiércol de ovino) se realizó según el análisis de suelo y el requerimiento del cultivo; los mismos se aplicaron al momento de la siembra.

2.7.7 Deshierbe o carpida

Las malezas fueron eliminadas y/o controladas durante todo el período vegetativo, a medida que se observó la aparición de las mismas.

Es importante el deshierbe, ya que las malezas absorben todos los nutrientes destinados al cultivo, así también como la humedad y estas provocan la proliferación de plagas y enfermedades. **(boletas comunales, 2007)**.

2.7.8 Control fitosanitario

En el transcurso del ensayo se realizó un control fitosanitario, donde se aplicó plaguicidas e insecticidas, con mochila pulverizadora, para prevenir la incidencia de plagas y enfermedades utilizando productos químicos específicos. Los productos utilizados fueron los que se describen a continuación:

Cuadro N° 15 Fungicidas y fertilizantes utilizados para el desarrollo del experimento

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	MODO DE ACCIÓN	CONTROLA	DOSIS	MOMENTO DE APLICACIÓN
CORAZA	Cymoxanil 280 EC gr/L.	Fungicida de acción sintética Preventiva y curativa.	Controla mancha chocolatada.	50cc/20 Lt.de agua.	Aplicar el tratamiento cuando haya varias plantas enfermas. Aplicar de 10 a 15 días continuar el tratamiento 2 o 3 veces.
FOSFATO DIAMÓNICO 18-46-00	N P O	Fertilizante fosfatado de aplicación al suelo.	100kg/ha	Según el cultivo lo requiera.
Amistar TOP	Tebuconazole 250gr/L	Fungicida sistémico.	Control de la roya.	50cc/20 Lit. de agua.	Aplicar el tratamiento cuando haya varias plantas enfermas, aplicar 10 a 15 días, continuar el tratamiento 2 o 3 veces.

Fuente: (Elaboración propia, sobre la base de la guía de productos para la protección de cultivos. 4ta edición-Apia).

2.7.9 Aporque

El aporque se realizó con la finalidad de darle mayor aireación al suelo, además, se eliminó una gran cantidad de malezas a través del mismo, la planta tuvo una muy buena fijación en el suelo y de esta manera fue muy resistente, también el aporque ayudó a un mejor desarrollo de las raíces. Para dar mayor soporte a las plantas, se realizó el aporque durante el período vegetativo con una altura de 25 a 30 cm. (**boletas comunales, 2007**).

2.7.10 Cosecha

Se realizó cuando las vainas alcanzaron su madurez fisiológica, es decir, cuando las vainas estuvieron llenas y los granos bien desarrollados listos para el consumo en verde y seco. (**boletas comunales, 2007**).

2.8 CARACTERISTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

2.8.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, con tres repeticiones, en una superficie de 459 m². Se consideró como parcela experimental 10 m², la cual se conformó por cuatro surcos de 5 m de largo, la parcela experimental útil estuvo constituida por los dos surcos centrales, eliminando los surcos laterales, cuatro plantas de cabecera de acuerdo al siguiente detalle:

- Número de tratamientos: 8
- Número de repeticiones: 3
- Número de parcelas: 24
- Largo de la unidad experimental: 5 m
- Ancho de la unidad experimental: 2 m
- Distancia entre surcos: 0,50 m
- Distancia entre bloques: 1.50 m
- Distancia entre planta 0,30 cm
- Área de cosecha 4.8 m²

- Área neta por unidad experimental: 10 m²
- Área neta total de las unidades experimentales: 240 m²
- Área neta total del experimento: 459 m²

2.8.2 VARIABLES DE ESTUDIO O RESPUESTA

Las variables que se consideró en el experimento de cada una de las parcelas experimentales, se mencionan a continuación:

- Altura de la primera vaina en cm.
- Altura final de la planta en cm.
- Número de macollos por planta.
- Número de semillas por vaina.
- Rendimiento en tn/ha.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. Resultados y discusiones

Los datos en campo fueron analizados de acuerdo a la metodología estadística establecida por la investigación, y luego de haber obtenido los resultados de las diferentes variables que se desarrollaron en este trabajo de campo se presentan los resultados de la siguiente manera:

3.1 ALTURA DE LA PRIMERA VAINA EN (cm)

Cuadro N° 16 Datos de altura de la planta a la primera vaina

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1F1)	77,80	90,60	80,00	248,40	82,80
T2 (V1F2)	78,80	90,60	92,10	261,50	87,17
T3 (V2F1)	75,40	76,40	85,20	237,00	79,00
T4 (V2F2)	82,60	75,80	78,60	237,00	79,00
T5 (V3F1)	21,80	80,80	62,10	164,70	54,90
T6 (V3F2)	96,20	85,20	84,20	265,60	88,53
T7 (V4F1)	76,60	80,60	30,20	187,40	62,47
T8 (V4F2)	91,40	71,60	90,10	253,10	84,37
SUMA	600,60	651,60	602,50	1.854,70	77,28

Los datos que están tabulados son de la altura a la primera vaina, donde se muestran que estos promedios van desde los 54,90 cm. en la variedad 3 con la fertilización orgánica hasta los 88,53 cm. de altura en la variedad 3 con la fertilización química, y se obtuvo un promedio general es de 77,28 cm. de altura a la primera vaina.

Cuadro N°17 Análisis de varianza altura de la planta de la primera vaina

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	7	3.093,87	441,98	1,63 ns	2,76	4,28
Bloques	2	208,98	104,49	0,39 ns	3,74	6,51
Factor variedad (V)	3	649,05	216,35	0,80 ns	3,34	5,56
Factor fertilización (F)	1	1.345,50	1.345,50	4,96 *	4,60	8,86
Interacción (V / F)	3	1.099,31	366,44	1,35 ns	3,34	5,56
Error	14	3.794,31	271,022			
Total.	23	7.097,16				

Analizando la F calculada de los datos que se observan en la tabla del análisis de varianza, mientras que, en los tratamientos, en los bloques, en la interacción de los dos factores en estudio, no existe diferencias significativas por lo que no es necesario realizar una prueba de comparación de medias.

3.2 ALTURA FINAL DE PLANTA (Cm)

Cuadro N° 18 Datos de la altura final de la planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1F1)	126,80	120,40	118,10	365,30	121,77
T2 (V1F2)	121,10	128,40	123,20	372,70	124,23
T3 (V2F1)	117,60	118,60	118,20	354,40	118,13
T4 (V2F2)	139,40	109,20	135,40	384,00	128,00
T5 (V3F1)	107,20	119,40	120,40	347,00	115,67
T6 (V3F2)	121,10	123,20	120,40	364,70	121,57
T7 (V4F1)	105,20	116,80	117,20	339,20	113,07
T8 (V4F2)	119,80	110,40	122,80	353,00	117,67
SUMA	958,20	946,40	975,70	2.880,30	120,01

Según lo que se observa entre los datos que hemos obtenido de la altura final de cada planta por tratamiento, se ve que los promedios van desde 113,07 cm. en el tratamiento T7 con la variedad 4 aplicando una fertilización orgánica, alcanzando un promedio de 128 cm. en el tratamiento T4 con la variedad 2 aplicando una fertilización química.

Cuadro N°19 Análisis de varianza altura final de la planta

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	7	489,820	69,97	1,16 ns	2,76	4,28
Bloques	2	54,333	27,17	0,45 ns	3,74	6,51
Factor Variedad (V)	3	250,711	83,57	1,39 ns	3,34	5,56
Factor Fertilización (F)	1	195,510	195,51	3,25 ns	4,60	8,86
Interacción (V / F)	3	43,598	14,53	0,24 ns	3,34	5,56
Error	14	842,114	60,15			
Total.	23	1.386,266				

De acuerdo con el análisis de varianza que se hizo para la variable de altura final de planta, no se observa diferencias significativas en los tratamientos, tampoco en los bloques y en la interacción de ambos factores al 1 y 5 % de probabilidad de error.

3.3 NÚMERO DE MACOLLOS POR PLANTA

Cuadro N° 20 Número de macollos por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1F1)	9,00	7,00	6,00	22,00	7,33
T2 (V1F2)	8,00	9,00	8,00	25,00	8,33
T3 (V2F1)	7,00	9,00	7,00	23,00	7,67
T4 (V2F2)	10,00	9,00	7,00	26,00	8,67
T5 (V3F1)	8,00	10,00	10,00	28,00	9,33
T6 (V3F2)	7,00	8,00	8,00	23,00	7,67
T7 (V4F1)	11,00	9,00	8,00	28,00	9,33
T8 (V4F2)	8,00	9,00	7,00	24,00	8,00
SUMA	68,00	70,00	61,00	199,00	8,29

Por lo visto en los datos que se obtuvieron del número de macollos por planta, en cada tratamiento, los promedios van desde los 7,33 macollos en el tratamiento T1 variedad 1 con la fertilización orgánica, hasta los 9,33 macollos por planta en el tratamiento T7 con la variedad 4 aplicando una fertilización orgánica.

Cuadro N°21 Análisis de varianza número de macollos por planta

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	7	12,29	1,76	1,44 ns	2,76	4,28
Bloques	2	5,58	2,79	2,29 ns	3,74	6,51
Factor Variedad (V)	3	2,46	0,82	0,67 ns	3,34	5,56
Factor Fertilización (F)	1	0,38	0,38	0,31 ns	4,60	8,86
Interacción (V / F)	3	9,46	3,15	2,58 ns	3,34	5,56
Error	14	17,08	1,220			
Total.	23	34,96				

De acuerdo con los datos observados en el análisis de varianza vemos que no existen diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación en estudio al 1 y 5 % de probabilidad de error, por lo que no es necesario realizarse una prueba de comparación de medias para ninguna de las fuentes de variación.

3.4 NÚMERO DE SEMILLAS POR VAINA

Cuadro N° 22 Datos número de semillas por vaina

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1F1)	2,00	2,00	3,00	7,00	2,33
T2 (V1F2)	1,00	3,00	2,00	6,00	2,00
T3 (V2F1)	3,00	2,00	3,00	8,00	2,67
T4 (V2F2)	2,00	1,00	2,00	5,00	1,67
T5 (V3F1)	1,00	2,00	3,00	6,00	2,00
T6 (V3F2)	2,00	1,00	3,00	6,00	2,00
T7 (V4F1)	3,00	3,00	2,00	8,00	2,67
T8 (V4F2)	3,00	2,00	3,00	8,00	2,67
SUMA	17,00	16,00	21,00	54,00	2,25

Según a los datos observado en la variable semillas por vaina en el Cuadro 22, los promedios están entre 1 y 3 semillas por vaina, con un promedio inferior de 1,67 semillas hasta las 2,67 semillas por vaina, en los tratamientos T4 y T3, además de alcanzarse un promedio general de 2,25 semillas, datos poco inferiores a los obtenidos por Quispe (2014), que obtuvo un promedio de 2,5 semillas por vaina.

Cuadro N° 23 Análisis de varianza número de semillas por vaina

Fuentes De Variación	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	7	3,17	0,45	0,84 ns	2,76	4,28
Bloques	2	1,75	0,88	1,62 ns	3,74	6,51
Factor Variedad (V)	3	1,50	0,500	0,92 ns	3,34	5,56
Factor Fertilización (F)	1	0,667	0,667	1,23 ns	4,60	8,86
Interacción (V / F)	3	1,00	0,333	0,62 ns	3,34	5,56
Error	14	7,583	0,542			
Total.	23	12,50				

Realizado el análisis de varianza para la variable de semillas por vaina, vemos que no existe diferencias significativas para ninguno de las fuentes de variación al 1 y 5 % de probabilidad de error por lo que no es necesario realizarse ninguna prueba de

comparación de media para ninguna de las fuentes de variación, ya que según el análisis realizado todos los tratamientos y factores son estadísticamente iguales.

3.5 RENDIMIENTO EN (tn/ha)

Cuadro N° 24 Datos de rendimiento(tn/ha)

TRATAMIENTOS	BLOQUES			SUMA	MEDIA
	I	II	III		
T1 (V1F1)	9,67	6,02	6,62	22,31	7,44
T2 (V1F2)	7,12	6,41	6,02	19,55	6,52
T3 (V2F1)	6,23	6,40	5,90	18,53	6,18
T4 (V2F2)	5,03	4,86	6,30	16,19	5,40
T5 (V3F1)	6,41	5,54	5,07	17,02	5,67
T6 (V3F2)	5,35	5,98	4,74	16,07	5,36
T7 (V4F1)	5,46	5,36	6,62	17,44	5,81
T8 (V4F2)	3,96	3,99	5,02	12,97	4,32
SUMA	49,23	44,56	46,29	140,08	5,84

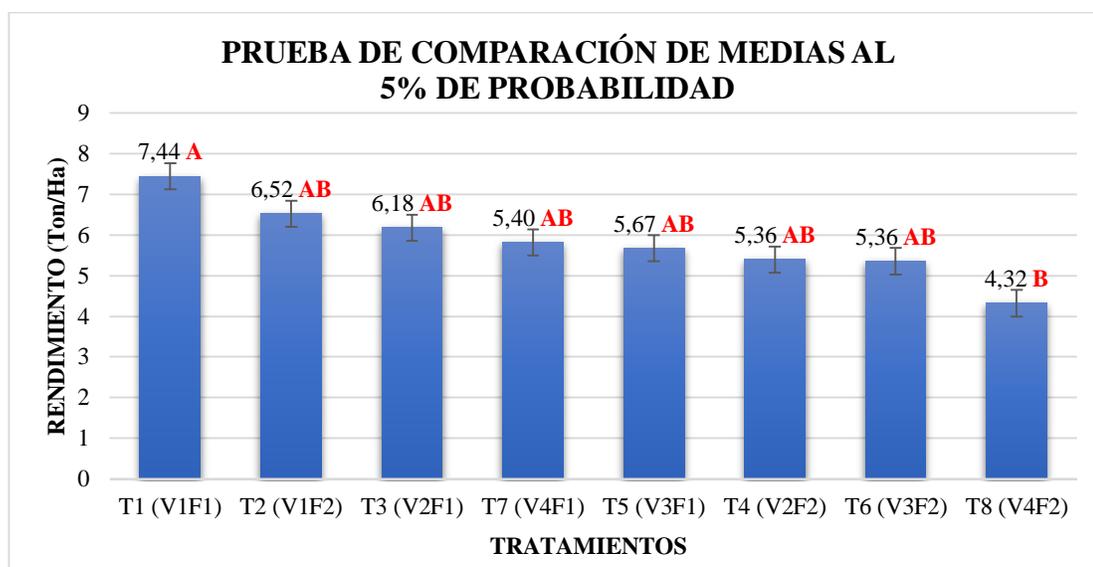
Realizado el recogido de todos los datos para la variable rendimiento al terminar todo el trabajo de investigación observamos que los promedios van desde los 4,32 hasta las 7,44 toneladas por hectárea, en los tratamientos T8 y tratamiento T1 respectivamente, también se observa que el promedio general es de 5,84 toneladas por hectárea.

Cuadro N° 25 Análisis de varianza rendimiento en tn/ha

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	7	17,64	2,52	3,03 *	2,76	4,28
Bloques	2	1,394	0,697	0,84 ns	3,74	6,51
Factor variedad (V)	3	11,975	3,992	4,79 *	3,34	5,56
Factor Fertilización (F)	1	4,611	4,611	5,54 *	4,60	8,86
Interacción (V / F)	3	1,051	0,350	0,42 ns	3,34	5,56
Error	14	11,661	0,833			
Total.	23	30,69				

Observando el análisis de varianza vemos que existen diferencias significativas en los tratamientos, así también en el factor variedad y factor fertilización al 5 % y no así al 1 % de probabilidad de error por lo que es necesario realizar una prueba de comparación de medias para las fuentes de variación correspondientes.

Gráfico N° 1 Prueba de Tukey para tratamientos



Una vez realizado la prueba de Tukey para los tratamientos, vemos que existen diferencias estadísticas entre dos grupos de tratamientos, ya que el mejor tratamiento ha obtenido un rendimiento de 7,44 toneladas por hectárea, seguido de los demás tratamientos por debajo de las 6 toneladas por hectárea representados por las letras AB

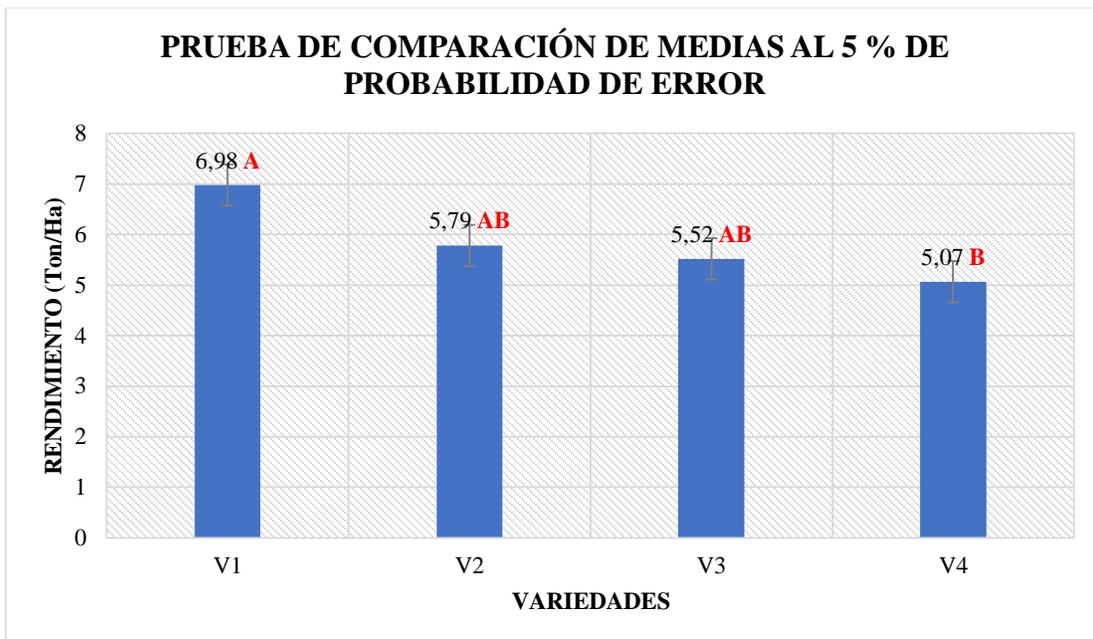
siendo estadísticamente iguales al tratamiento T1 ya que comparten la letra A, siendo el tratamiento T8 el único que difiere de letra representado por la letra B, por otro lado todos los tratamientos a partir del tratamiento T2 hasta el tratamiento T8 de forma continua comparten la letra B siendo estadísticamente iguales.

Cuadro N° 26 Tabla de doble entrada.

	F1	F2	TOTALES	MEDIA
V1	7,44	6,52	13,96	6,98
V2	6,18	5,40	11,58	5,79
V3	5,67	5,36	11,03	5,52
V4	5,81	4,32	10,13	5,07
TOTALES	25,1	21,6	46,7	
MEDIA	6,275	5,40		

Tomando en cuenta la tabla de doble entrada se procedió a realizar la comparación de medias para el factor correspondiente, en este caso para el factor variedad y variedad fertilización, evidenciados a continuación en forma de gráfico.

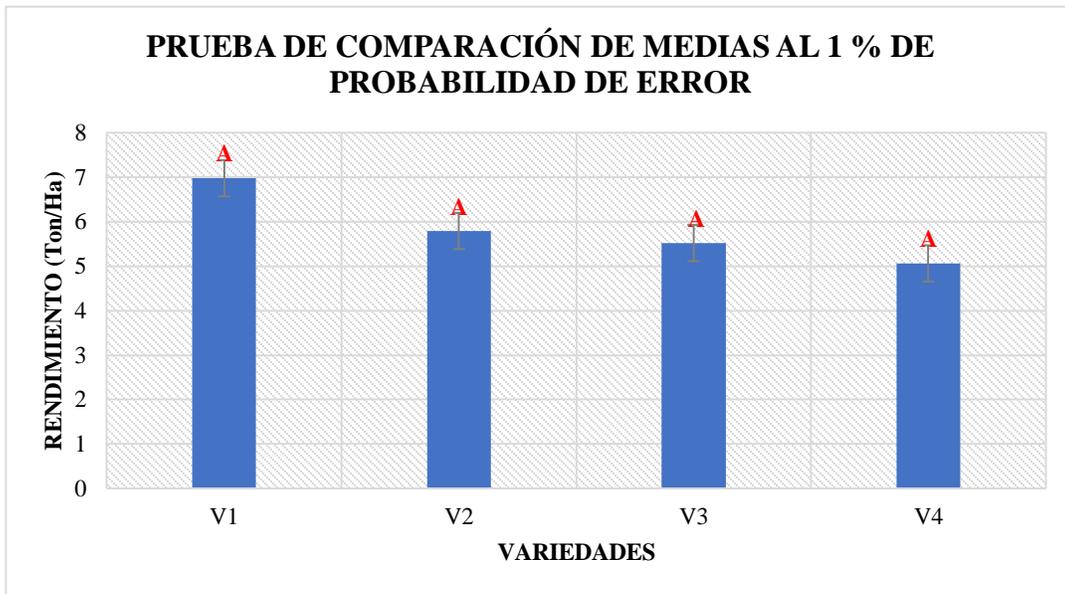
Gráfico N° 2 Prueba de Tukey para el factor variedad



Según los valores obtenidos en la prueba de comparación de medias para el factor variedad es claro la agrupación de dos grupos en tres niveles A, AB y B, sin embargo, las variedades V1, V2 y V3 con letras A y AB son estadísticamente iguales ya que comparten la letra A, mientras que las variedades V2, V3 y V4 comparten la letra B siendo estadísticamente iguales.

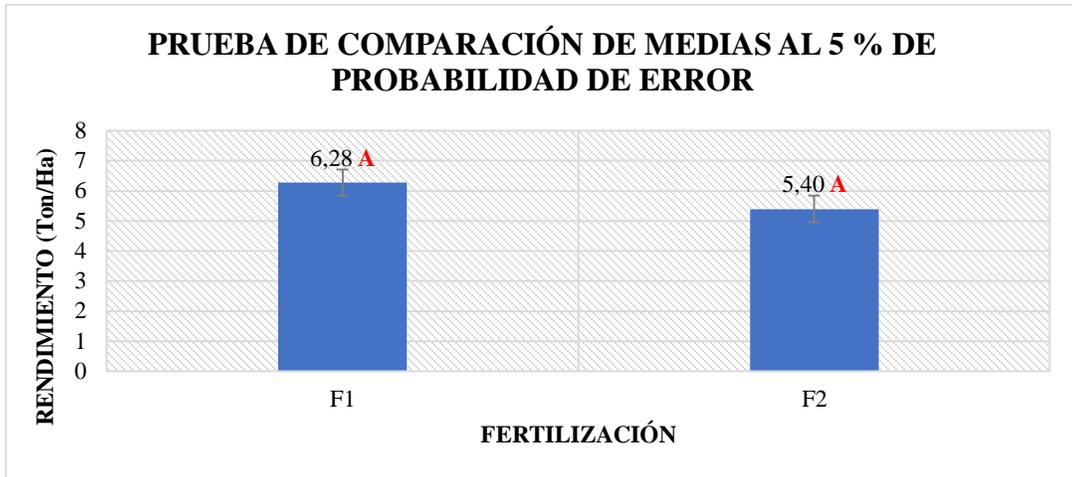
La única diferencia existe en la V1 y V4 que no son iguales sus resultados.

Gráfico N° 3 Al 1% donde no hay diferencia altamente significativa



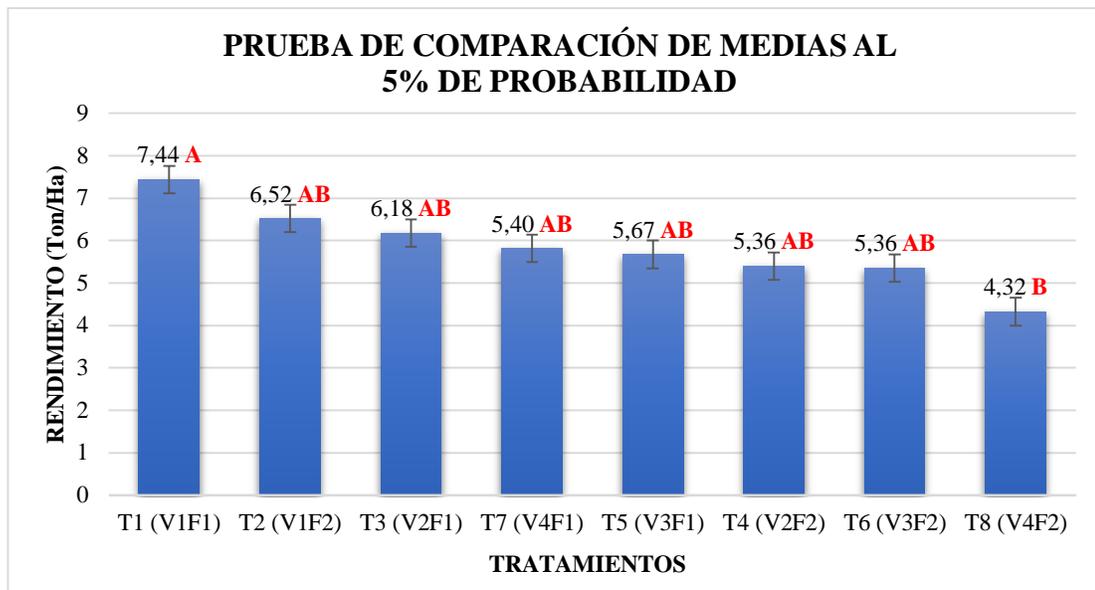
Una vez obtenidos los datos al 1% de error se pudo evidenciar que son estadísticamente iguales por lo tanto se hizo la agrupación de un solo nivel(A) para las 4 variedades V1, V2, V3 y V4.

Gráfico N° 4 Prueba de Tukey para el factor fertilización



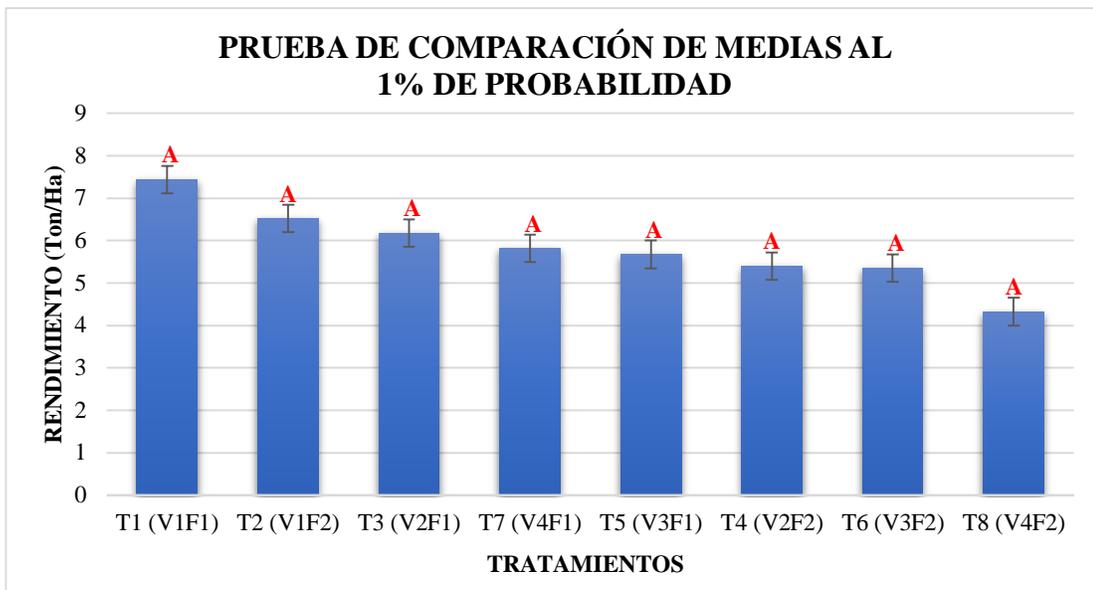
La prueba de comparación de medias para el factor fertilización entre el nivel de fertilización F1 y F2 que con promedios de 6,28 y 5,40 toneladas por hectárea respectivamente donde el nivel de fertilización F1 (orgánica) se representa con la letra A mientras que el nivel de fertilización F2 (química) se representa con la letra A.

Gráfico N° 5 Prueba de Tukey para la interacción variedad fertilización al 5%



Una vez realizado la prueba de Tukey para la interacción variedad y fertilización, vemos que existen diferencias estadísticas entre dos grupos de las interacciones, ya que la mejor interacción V1 F1 ha obtenido un rendimiento de 7,44 toneladas por hectárea, seguido de las demás interacciones por debajo de las 6 toneladas por hectárea representados por las letras AB siendo estadísticamente iguales a la interacción V1 F2 ya que comparten la letra A, siendo la interacción V2 F2 el único que difiere de letra representado por la letra B, por otro lado todas las interacciones a partir de la interacción V1 F2 hasta la interacción V4 F2 de forma continua comparten la letra B siendo estadísticamente iguales.

Gráfico N° 6 Prueba de tukey para la interacción variedad fertilización al 1%



Una vez realizada la prueba de Tukey con la probabilidad al 1 % no se pudo evidenciar una diferencia altamente significativa por lo tanto se hizo la agrupación en un solo nivel de significancia para la interacción variedad fertilización; a todos se los agrupo en el nivel A.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Una vez analizando los resultados del ensayo y la discusión de los mismos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.-** En la prueba de significancia estadística, de la altura inicial y la altura final, no existe diferencias significativas.
- 2.-** El cuadro de número de macollos por planta nos indica que no hay diferencias significativas y la interacción de la media más alta, es V4 F1 variedad gigante Copacabana y se obtuvo 9 (9,33), mientras que la menor es la V1 F1 variedad samasa 7 (7,33) macollos por planta.
- 3.-** Comparando en las interacciones de número de semillas por vaina, vemos que alcanza un promedio de 2 (2,25) semillas por vaina, revisando el cuadro de análisis de varianza, nos indica que no existe diferencias significativas con los otros tratamientos o interacciones.
- 4.-** Respecto al rendimiento tn/ha se pudo evidenciar con claridad que fueron distintas las respuestas de las 4 variedades evaluadas, ya que la variedad V4 F2 gigante Copacabana con fertilización química apenas logró obtener un rendimiento mínimo de 4,32 tn/ha y la variedad samasa V1 F1 con fertilización de estiércol de ovino alcanzó un rendimiento máximo de 7,44 tn/ha.

4.2 RECOMENDACIONES

1.- Luego de analizar el cuadro de rendimientos estudiados, se recomienda trabajar con la variedad V1 F1 variedad samasa más abono orgánico de ovino porque fue la de mayor rendimiento en tn/ha.

2.- Si el objetivo fuera tener una mayor cantidad de semillas se debe cultivar la variedad V1 y V4.

3.- En base a los resultados obtenidos del número de macollos por planta, la interacción V4 F1 (gigante Copacabana y fertilización orgánica) se debe utilizar para un mayor número de macollos.