

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los abonos verdes constituyen una práctica antigua en la agricultura mediterránea.

Así, se sabe que la arveja y habas eran ya usadas por los griegos como abono verde 300 años antes de Cristo. Perdurando hasta nuestros días, en zonas agrícolas marginadas, especies de leguminosas cuyo mayor interés es su uso como abono verde, nutriendo al cultivo principal.

Los abonos verdes son cultivos que se realizan en el lugar que se quiere mejorar o proteger y en determinado estado de desarrollo se corta para dejarlo sobre la superficie de la tierra o para su incorporación en el suelo.

Los abonos verdes comparten características de protección y mejoramiento de los suelos con otros manejos orgánicos que podemos resumirlos como funciones de:

La descomposición de los abonos verdes aporta una cantidad de nutrientes que serán gradualmente liberados y puestos a disposición de los cultivos.

La descomposición de los abonos verdes por los microorganismos del suelo, es responsable de la formación y estabilidad de los agregados. El humus forma complejos con las arcillas posibilitando la formación de agregados estables que facilitan la penetración de raíces y el intercambio gaseoso de los suelos. Algunas especies presentan la capacidad de romper capas compactadas de suelo.

Las raíces de los abonos verdes dejan canales en los suelos que ayudan a la infiltración, reduciendo de esta manera el escurrimiento superficial y la erosión laminar.

La incorporación de los abonos verdes depende si se quiere dejar en superficie o enterrar el material. Con rollo-cuchillo, segadoras rotativas, rastras de disco, o rastras de ramas o neumáticos se puede manejar el material para dejarlo en superficie. Cuando se desea incorporar el abono verde al suelo, debe realizarse el manejo con rastras de disco de tiro excéntrico o arados.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Se justifica que se realice. Esta investigación por la incorporación de abonos verdes en la comunidad de Sella Quebradas, ya que casi todos los suelos de dicha comunidad tienen déficit de nutrientes, los suelos están compactándose, los rendimientos de la producción son muy bajos, las personas son de bajos recursos económicos porque se dedican a la agricultura y ganadería en pequeña escala, por falta de conocimientos de los productores de reponer los abonos orgánicos al suelo después de cada siembra para que no baje el rendimiento del cultivo y el desgaste del suelo

Por esta razón con la presente investigación de incorporación de abonos verdes en la época de misca se pretende reponer en parte el desgaste de nutrientes después de la siembra grande ya que se cuenta con agua hasta el mes de octubre y no requiere de mucho dinero y todos los productores pueden mejorar los suelos, así se complementa la nutrición de los cultivos y se aprovecha el uso de la bacteria rizobium que tienen las leguminosas para fijar el oxígeno de la atmósfera y acumulan el nitrógeno en las raíces en forma de nódulos

La degradación del material vegetal permite que los nutrientes se conserven en el suelo para luego ser liberados en el cultivo siguiente.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el incremento de los macronutrientes del suelo con la incorporación de abonos verdes de arveja y haba en el momento de la floración en la comunidad de Sella Quebradas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el incremento de MO - N-P-K- del suelo con la incorporación de abono verde de arveja, haba y la modificación en el pH y la Da.
- Caracterizar entre las dos densidades de siembra de arveja y haba y señalar cuál de los dos cultivos incorpora la mayor cantidad de nutrientes al suelo.
- Determinar el grado de mejora en las características físicas y químicas del suelo con la incorporación de abonos verdes, previo el análisis físico – químico.

1.4. HIPÓTESIS

Con la incorporación de los cultivos de arveja y haba en el momento de la floración al suelo aumentaría la fertilidad y mejoraría el rendimiento de la producción.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El suelo y su importancia:

El suelo es el medio en el cual se desarrollan y crecen las plantas, está conformado por una gran variedad de materiales (minerales, materia orgánica, agua, aire) y además se encuentran muchos seres vivos (hongos, bacterias y algas entre otros) que se encargan de la descomposición de la materia orgánica, transformándola en nutrientes que posteriormente serán absorbidos por las plantas a través de las raíces.

El hombre obtiene del suelo la mayoría de los alimentos a través de cultivos y animales, el mismo es considerado un recurso natural no renovable a corto plazo, por eso es importante conservar los suelos para producir nuestros alimentos, caso contrario pondremos en riesgo el futuro de nuestros hijos y futuras generaciones.

(Mamani - 2009)

2.1.1. Concepto de abono verde:

Es cualquier planta competitiva y bien adaptada a un determinado lugar, que produzca una gran cantidad de biomasa y mejore la estructura, generalmente constituyen los abonos verdes las plantas de leguminosas y se emplea en la incorporación al suelo para mejorar los componentes del suelo y aumentar la actividad microbiana. (PSCU - 2001)

2.1.2. Funciones de los abonos verdes

-Los abonos verdes de leguminosas de arveja y el haba contienen nitrógeno-fijación de las bacterias simbióticas en los nódulos de las raíces que fijan el nitrógeno atmosférico en una forma que las plantas lo pueden usar.

-Los abonos verdes aumentan el porcentaje de materia orgánica en el suelo, lo que mejora la retención de agua, la aireación y otras características del suelo.

-Los sistemas de raíces de algunas variedades de abonos verdes crecen en lo profundo de la tierra y crea los recursos de nutrientes no disponibles para los cultivos de raíces superficiales.

-A menudo se tienen también funciones de cultivo de cobertura más comunes de la supresión de malezas y la prevención de la erosión y compactación del suelo a la hora de seleccionar y utilizar abonos verdes. (PSCU - 2001)

2.1.3. Manejo de los abonos verdes

El manejo de los abonos verdes es cortando e incorporando al suelo, el cultivo se corta cuando está en plena floración, es el momento cuando ha alcanzado el máximo contenido de nutrientes y materia orgánica en sus hojas las ramas cortadas de las leguminosas se las incorpora al suelo con la ayuda del tractor para poder enterrarlas para que se descompongan .La descomposición es rápida si se tiene humedad en el suelo y las temperaturas son altas. (PSCU - 2001)

2.1.4. Influencia de los abonos verdes en el suelo

- ❖ El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- ❖ El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- ❖ Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- ❖ Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- ❖ Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.

- ❖ Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- ❖ Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad
- ❖ Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- ❖ Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.(InfoAgro-2014)

2.1.5. Ventajas de la incorporación de abonos verdes al suelo

-Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo, especialmente cuando son incorporadas mezclas de planta.

-Aumenta la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo, en forma asimilable para las plantas.

-Permite elevar el pH del suelo principalmente por la acción de las leguminosas.

-Incrementa la capacidad de reciclaje y movilización de los nutrientes poco solubles.

-Mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.

-Permite una buena cobertura vegetal, reduciendo la erosión.

-Favorece la actividad de los microorganismos del suelo.

-Favorece la restitución del fósforo y potasio al suelo.

-Genera también beneficios complementarios, porque pueden ser usados como forraje y por la abundante floración de las plantas son aprovechadas por las abejas.

(PSCU - 2001)

2.1.6. Desventajas de la incorporación de abonos verdes

- Consumo de agua (en zonas de secano representa una limitación importante)
- Por el largo periodo de mineralización del abono verde.
- Cuando el manejo es inadecuado (especie elegida, época de siembra, etc.), pueden favorecer algunas enfermedades o ataque de nematodos.
- Posible dificultad del laboreo por un exceso de masa vegetal.
- Coste económico de las semillas y labores correspondientes.
- Supresión de la producción de cultivos durante el tiempo de permanencia del abono verde (PSCU - 2001).

2.1.7. La profundidad de enterramiento debe ser pequeña:

De 10-15 cm si se desea una descomposición rápida y efectiva del abono verde, a la par que una cierta formación de humus, pues a esta profundidad existe mayor actividad biológica. No obstante, si se prefiere proteger al suelo de la erosión o de los rayos solares, disminuyendo su calentamiento, se debe de segar la cubierta y dejar los restos en superficie. (PSCU - 2001)

2.1.8. Elecciones y cultivo de los abonos verdes:

Los criterios que deben guiar la elección de las especies y variedades a emplear como abonos verdes podrían ser los siguientes:

- 1.** No ser exigentes en agua, nutrientes y cuidados para desarrollarse convenientemente, ya que los costes de cultivo deben ser bajos.
- 2.** Ser de ciclo corto cuando se trata de intercalarlos entre dos cultivos relativamente próximos en el tiempo.
- 3.** Aportar materia orgánica eficaz para la formación de humus. Este aspecto es especialmente relevante durante el periodo de reconversión, ya que si la finca posee un suelo muy pobre en humus, porque hace demasiado tiempo que no se realizan enmiendas orgánicas, suele ser preferible sembrar abonos verdes con una relación carbono/nitrógeno mayor, y en un estado más lignificado con mayor edad de las plantas. En este sentido son preferibles las gramíneas, las crucíferas, o la mezcla de leguminosas y gramíneas, con mayor proporción de las segundas. Si por el contrario el suelo parte de un buen nivel de materia orgánica, puede emplearse un abono verde de leguminosas o de mezcla de leguminosa con un pequeño porcentaje de gramíneas.
- 4.** Fijar nitrógeno atmosférico, lo que permite ahorrar dinero en la fertilización posterior.
- 5.** Ser competidoras eficaces con las hierbas, ya sea porque produzcan mucha biomasa en poco tiempo, y/o por liberar sustancias alelopáticas.
- 6.** Debe tenerse en cuenta el lugar que ocupa en la rotación, qué cultivos le acompañan antes y después, y cerciorarse de que su inclusión en la rotación no agrava problemas de plagas y enfermedades. Como regla general es interesante que pertenezca a diferente familia botánica que el cultivo anterior y posterior.
- 7.** Favorecer la presencia de enemigos naturales para controlar a los perjudiciales.
- 8.** Tener un bajo costo de implantación.
- 9.** En el caso de plantaciones de frutales, deben tener muy baja capacidad de rebrotar tras la siega mecánica, si es lo que se pretende hacer en sustitución de su incorporación.

2.1.9. Los abonos verdes y su papel como fertilizantes:

La función fundamental de los abonos verdes es complementar la nutrición de los cultivos de la rotación, bien a través de la fijación de nitrógeno libre, o por su eficacia en hacer disponibles nutrientes para los cultivos que de otra manera serían inaccesibles o se perderían. (Andre-1986).

2.1.9.1 Fertilización nitrogenada:

El empleo de especies leguminosas (arveja, haba, etc.) como abono verde tiene el objetivo principal de aportar nitrógeno extra a nuestro suelo y a los cultivos siguientes, ya que estas plantas son capaces de fijar este nutriente desde el aire, debido a su asociación simbiótica con unas bacterias denominadas rizobios (*Rhizobium* spp).

Estas bacterias forman habitualmente unos nódulos (bultitos) en la raíz de la leguminosa, y es donde se lleva a cabo la fijación de nitrógeno atmosférico. Estos nódulos pueden tener diferente forma según la planta. Así, los hay de forma esférica (soja, judía), elipsoide (trébol), digitada (haba, garbanzo) o que envuelven a la raíz (altramuz), etc.

El tamaño también varía. En general, cuando tienen mayor tamaño se encuentran en menor cantidad.

Dado que estos nódulos son la "fábrica", sin cuya presencia no se produce fijación de nitrógeno, es necesario que el agricultor extraiga de vez en cuando las raíces de varias plantas para observar si están presentes. También hemos de observar el color del interior de los nódulos, que debe ser rojo o rosa cuando están realizando la fijación de forma efectiva. . (PSCU - 2001)

2.1.9.2. Selección de la planta a usar como abono verde:

Para nuestro caso se determinó que se usará de manera total para aprovechar mejor la fijación de nitrógeno y el uso de la biomasa de la arveja y el haba como materia orgánica para mejorar el suelo.

2.1.10. Como se descompone la biomasa de las leguminosas:**2.1.10.1 Materia orgánica:**

Son todos los residuos orgánicos como (estiércoles, hojarascas, tallos, etc.)

2.1.10.2. Humificación:

Es el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que transforman la materia orgánica en humus con la actividad de los microorganismos.

2.1.10.3. Humus:

Es un compuesto coloidal de naturaleza ligno-proteico, responsable de mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos.

2.1.10.4. Mineralización:

Es el proceso de transformación del humus, en compuestos solubles asimilables por las plantas. Proceso lento en condiciones ecológicas óptimas. . (InfoAgro-2014)

2.1.11. Determinar las características biológicas en la medida de lo posible:

La incorporación del abono verde da lugar al incremento de la población y actividad de numerosos organismos presentes en el suelo (arañas, insectos, lombrices, hongos, bacterias, protozoos, etc.). La mayor parte de estos organismos son positivos o neutrales para el cultivo y limitan las poblaciones de los que son perjudiciales. Este control lo realizan de forma indirecta, a través de la competencia por los recursos, y de forma directa, porque son depredadores, parásitos o producen sustancias tóxicas que dañan a los organismos perjudiciales para la planta. (Domínguez- 2012).

2.1.12. Tiempo de mineralización:

El tiempo de mineralización de la biomasa de las dos especies de leguminosas que se incorporó al suelo de arveja y el haba, tuvieron un tiempo de cuatro meses para que se pueda descomponer la materia orgánica y pueda mineralizarse para que lo puedan aprovechar los nutrientes los próximos cultivos que se siembre en la misma parcela

Cuadro 2.1. Contextualizar el trabajo en función a los cultivos del sitio si forma parte de una rotación:

En la parcela de estudio si se sembró en años anteriores haba y arveja

Año	Siembra grande	Siembra de miska
2013	maíz	arveja
2014	maíz	Arveja y haba
2015	maíz	Papa y cebada

2.2. CULTIVO DE LA ARVEJA

2.2.1. Origen:

La arveja (*Pisum sativum*, L.) .Es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad.

Hay evidencias del consumo de arvejas silvestres unos 10.000 años antes de Cristo, que fueron descubiertas por arqueólogos que exploraban la “Cueva Espiritu” en la frontera entre Burma y Tailandia. En una excavación arqueológica en Jarmo, al noreste de Irak, se encontraron arvejas que datan unos 7.000 a. C. Los restos arqueológicos de los pueblos de la Edad de Bronce en Suiza contienen rastros de arvejas de los años 3.000 a.C.

La arveja fue la planta con la que Gregorio Mendel, en 1860, estudió los caracteres de la herencia y reconoció que algunos rasgos de la arveja eran dominantes, mientras que otros eran recesivos; los resultados de sus experimentos condujeron a las leyes básicas de la herencia y así nació la ciencia de la genética. (Cosme – 2004)

2.2.2. Importancia del cultivo:

El cultivo de la arveja ha sido un factor estabilizador de la economía de los pequeños productores de las zonas andinas, y ha contribuido a su seguridad alimentaria.

El cultivo de la arveja es generador de empleo, pues requiere una cantidad importante de mano de obra, dado el número de labores culturales que se deben realizar para su producción.

Esta leguminosa reviste mucha importancia en nuestra

Dieta teniendo un nicho de potencial crecimiento si se le promueve más como

Fuente de alto valor proteico y sustituto de las habichuelas rojas.

Por ser las leguminosas un aporte muy importante de proteínas para la alimentación diaria y también como una fuente de incorporación de nitrógeno de la atmosfera se debe

Proporcionar mayor esfuerzo y atención a este cultivo, con el fin de aumentar la productividad. (Cosme – 2004)

2.2.3. Países donde se cultiva

La arveja se ubica en el tercer lugar dentro de la superficie destinada a las legumbres secas en el mundo, siendo Rusia su principal país Productor, le Siguen China, India, Estados Unidos, Canadá y otros. (FAO- 1999)

Cuadro 2.2. Superficie, Producción y Rendimiento de arveja en Bolivia.

Departamento	Cultivo	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (tn/ha)
CBBA	Arveja	3.888	8.231	2.1
La paz	Arveja	4.804	12.864	1.5
potosí	Arveja	3.013	3.332	1.1
Santa cruz	Arveja	115	359	2.9
Chuquisaca	Arveja	1.449	4.083	1.5
Tarija	Arveja	1.9	1.914	1.0
Oruro	Arveja	90	130	1.4

(MDR y T -2006)

2.2.4. Lugares de cultivo de arveja en Tarija:

Las principales zonas productoras de semilla de arveja son Yesera Norte, Sivingal, Rode Lajitas, Potreros, Santa Lucía, San Diego Norte, San Diego Sur y La Vilca de Tarija, Junacas y Sella.

2.3. Taxonomía

Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Sub clase	Dicotiledónea
Orden	Leguminosa
Familia	Leguminoceae
Sub familia	Palionaceae
Genero	Pisum
Nombre científico	Sativum I
Nombre común	Arveja

(InfoAgro -2014)

2.4. Clasificación botánica

La arveja es considerada como hortaliza o legumbre, herbácea, de hábito rastrero o trepador, cuyas características morfológicas lo hacen distinguible.

2.4.1. Semilla:

Las semillas de guisante tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0,20 gramos por unidad; el poder germinativo es de 3 años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de 2 años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor

2.4.2. Raíz:

Pivotante, con numerosas raicillas secundarias y terciarias, presenta sobre crecimientos denominados nódulos que contienen bacterias nitrificantes, cuyo papel es fijar el nitrógeno atmosférico para servir de nutrimento a la planta.

Las plantas de arvejas se caracterizaban por la presencia de zarcillos y grandes láminas con apariencia de hojas (estípulas) en la base de las hojas verdaderas

2.4.3. Tallo:

Según la variedad, puede ser corto, mediano o largo, pero en todos los casos es hueco, ligeramente estriado, provisto de nudos y de color verde claro.

2.4.4. Hojas:

Compuestas e imparipinadas, con folíolos elípticos, de bordes onduladas. En las hojas superiores los folíolos se transforman en zarcillos, que utiliza la planta para sostenerse.

2.4.5. Flores:

Son blancas o moradas con nacimiento individual o en racimos, de una o dos flores en las axilas.

2.4.6. Fruto:

El fruto seco presenta dehiscencia cuyas vainas encierran semillas lisas o arrugadas con dos cotiledones, sin endospermo, harinosas y con germinación hipogea.

2.4.7. Altura de planta:

Se distinguen cultivares de plantas bajas, determinadas o enanas (0,5 a 0,7 m de altura), intermedias o semideterminadas (0,7 a 1,0 m), y altas, indeterminadas o guiadoras (más de 1,0 m, pudiendo llegar hasta 3 m).

2.4.8. Tipo de follaje:

A partir de 1969 se introducen genes que modifican el follaje habitual de la arveja, distinguiéndose en la actualidad: planta tipo convencional (hojas con las características normales ya descritas), planta convencional de follaje reducido (folíolos y estípulas de tamaño reducido), planta áfila (sin folíolos debido al gen recesivo *af*, reemplazados por zarcillos y estípulas grandes), planta tipo "leafless". (Riva - 1979)

2.5. Época de siembra:

El guisante es un cultivo de invierno-primavera. Según las regiones, puede sembrarse en otoño, prolongándose su ciclo hasta finales de primavera; y también puede sembrarse en enero-febrero, llegando su ciclo hasta el comienzo del verano. Dado que es una especie que tolera bien las bajas temperaturas invernales, incluyendo las heladas, puede adaptarse el ciclo de cultivo a los requerimientos de cada zona. Antes de efectuar la siembra se recomienda recubrir las semillas con una mezcla de insecticida y fungicida, como Piretroides, Diazinon, entre los primeros, y captan entre los segundos.

La inoculación artificial de la semilla o de los surcos de siembra es una alternativa a tener en cuenta en los casos en los cuales se detecta que las cepas nativas de *Rhizobium* no son suficientemente activas.

La siembra es directa, a una profundidad de 4-5 cm y puede realizarse de forma manual o mecanizada, en ambos casos se realiza a chorrillo y con densidad de 100-200 kg/ha, según el grosor de las semillas, ya que cuando se trata de semillas pequeñas hay que reducir la cantidad. Las siembras a golpes, también se realizan, separando los golpes en las líneas de 30 a 40 cm.

Desde que nacen las plantas hasta que se inicia la floración, cuando las temperaturas son óptimas, suelen transcurrir entre 90 y 140 días, según variedades. El cultivo puede disponerse en surcos o en cuadros, este último sistema es más efectivo en las variedades de enrame, generalmente tirabeques, ya que facilita la labor de entutorado de las parcelas (FAO-1999).

2.5.1. Importancia de la época de siembra:

La época de siembra es muy variable dependiendo de la zona en la que se realice el cultivo, la variedad y las condiciones climatológicas.

A nivel del valle central de Tarija, la siembra se realiza a mediados del mes de noviembre a enero en los terrenos a secano. Y en terrenos a bajo riego a fines de invierno y principios de primavera (julio – agosto) siembra denominada miska. Otra época de siembra en terrenos bajo riego es en los meses de enero y febrero.

2.5.2. Requerimiento de nutrientes:

Por cada tonelada de grano y la cantidad de follaje respectiva el cultivo de arveja extrae 45 a 60 kg de nitrógeno, 17 a 20 kg de fósforo, 35 a 40 kg de potasio y 25 a 30 kg de calcio. (FAO-1999)

2.5.3. Densidad de siembra:

Antes de realizar la siembra, es conveniente proteger a las semillas con una mezcla de insecticida y fungicida. Dependiendo de la tecnología, la siembra puede realizarse en surcos separados entre 40 a 60 cm, y entre plantas de 15 a 20 cm, depositando dos semillas por golpe con una densidad de 80000-110000 plantas por hectárea. (FAO-1999)

2.5.4. Siembra en surcos:

Esta práctica se debe realizar a una profundidad de 10 cm , ya que la semilla es cubierta con tierra de 5 a 10 cm , la siembra se puede realizar en surcos separados entre 40 a 60 cm y entre plantas de 15 a 20 cm , depositando dos semillas por golpe con una densidad de 80000 a 110000 plantas por hectárea

El guisante es un cultivo de invierno-primavera.

Según las regiones, puede sembrarse en otoño, prolongándose su ciclo hasta finales de primavera; y también puede sembrarse en enero-febrero, llegando su ciclo hasta el comienzo del verano. (FAO -1999)

2.6. LABORES CULTURALES:

2.6.1. Riego:

En lugares donde hay disponibilidad de riego este no debe faltar principalmente en la época de floración y en la formación de la vaina.

A pesar de ser un cultivo ligeramente tolerante a la sequía, arveja requiere de una provisión continua y óptima de humedad para un buen desarrollo y producción. El suelo debe disponer de por lo menos 30 a 50% de humedad aprovechable; si las siembras son invernales, se recomienda regar cada 7 a 10 días.

2.6.1. Aporque:

El aporque es una práctica muy importante en el cultivo. La altura óptima para realizar esta labor es de 15 a 20 cm. A través de realización del aporque se guía la planta de manera más erecta y se evita el contacto del fruto con el suelo (FAO-1999)

2.6.2. Deshierbes:

Los deshierbes son prácticas de mucha importancia, que determinan la producción. Se debe realizar un control sobre las malezas, porque estas compiten con el cultivo, restando al poder asimilar mayor cantidad de nutrientes, humedad, luz, de igual manera se mezclan con las semillas del cultivo en el momento de realizar la cosecha.

Las malezas reducen el rendimiento en aproximadamente el 35%, constituyéndose en hospederos de plagas y organismos patógenos.

2.6.3. Control de plagas y enfermedades:

La mayor eficiencia para el control de plagas y enfermedades se realiza a través de uso de enemigos naturales e un manejo integrado de plagas (MIP), que consiste en control biológico, control cultural, control mecánico etológico y control químico.

2.7. Ciclo del cultivo:

Dependiendo de la altitud y temperatura entre 110 a 115 días para verde y 130 a 140 días para seco.

Ciclo vegetativo: 60-140 días.

2.7.1. A los cuantos días florece la arveja:

La variedad de arveja Yesera llega a la floración a los 60 días después de la siembra y tiene unas flores de color blanco a los 62 días de floración llega a obtener un 20% de la floración. (FAO-1999)

2.8. Clima:

La planta se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje.

Su período crítico a bajas temperaturas ocurre, por lo general, a partir de la floración de las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad. En general, las variedades de grano liso presentan mayor resistencia al frío que las rugosas. También, las de hojas verde oscuro tienen mayor tolerancia que las. Hojas claras. (Monsalve- 1980)

2.9. LIMITACIONES CLIMÁTICAS.

2.9.1. Adaptación.

Zonas templadas y tropicales con invierno definido.

Ambientes templados, cálidos y húmedos. En clima cálido seco no hay producción no produce bien en regiones tropicales.

Requiere regiones templadas y frescas, la sequía le es muy perjudicial.

2.9.2. Altitud:

Podemos sembrar arveja desde la costa durante el invierno y en toda la sierra, incluso hasta los 3600 metros de altura produce bien.

En regiones tropicales y subtropicales a alturas menores a 1300 m no produce bien (Rodríguez – 20013)

2.9.3. Efecto del fotoperiodo:

Es una planta indiferente en cuanto a la duración del día.

Requiere alta iluminación. Necesita mucha luz, en la sombra no crece adecuadamente. Requiere de una iluminación intensa a moderada. En su periodo de desarrollo vegetativo, la arveja necesita de 1200 a 1400 horas luz.

2.9.4. Efecto de la precipitación:

Requiere de 350 a 500 mm para completar el ciclo vegetativo. La absorción de agua en relación con la evapotranspiración, se ve poco afectada hasta un agotamiento del agua del suelo próximo al 40% del total del agua disponible (Pinto -2013)

2.9.5. Efecto de la humedad ambiental:

Requiere condiciones intermedias de humedad atmosférica de un 57% (FAO-1999)

2.9.6. Efecto de la temperatura:

La arveja es un cultivo de clima templado algo húmedo y que se adapta al frío y periodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta lo que favorece su enraizamiento y macollaje, posteriormente en las sucesivas etapas vegetativas requiere una mayor temperatura en especial en la floración y llenado de vainas (donde las afectación por las heladas es mayor), estando la temperatura óptima entre 15°C a 18°C y la mínima en 10°C.

El punto de congelación es -3 a -4°C con una temperatura base para crecimiento de 5 a 7°C, la mínima y máxima para desarrollo son 10 y 35°C, respectivamente; mientras que el óptimo para crecimiento está entre 16 y 20°C. La germinación se produce entre 5 y 30°C, siendo la óptima 14-25°C. (Pinto -2013)

2.10. Suelo

La arveja es una especie que requiere suelos de buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrimentos asimilables y de reacción levemente ácida a neutra. Los mejores resultados se logran en suelos con buen drenaje, que aseguren una adecuada aireación, y, a su vez, tengan la suficiente capacidad de captación y almacenaje de agua para permitir su normal abastecimiento, en especial durante su fase crítica (período de floración y llenado de vainas).

Un drenaje deficiente que favorezca el "encharcamiento", inclusive durante un breve período después de las lluvias o el riego, es determinante para provocar un escaso desarrollo y, en muchos casos, pérdidas por ataque de enfermedades.

(Monsalve- 1980)

2.10.1. Características físicas:

2.10.2. Textura de suelo:

Requiere suelos de textura ligera a media

El cultivo de la arveja requiere de suelos livianos con buena textura y un buen drenaje por ser un cultivo sensible al ataque de plagas y patógenos. (FAO -1999)

2.10.3. Profundidad del suelo:

Requiere suelos de mediana profundidad con un mínimo de 60 cm de profundidad efectiva.

La profundidad de enraizamiento en suelos profundos puede llegar hasta 1-1.5 m, pero la profundidad efectiva de absorción de agua es la primera capa de 0.6 a 1.0 m

2.10.4. Drenaje

Requiere buen drenaje porque es un cultivo sensible al ataque de hongos, no tolera humedades prolongadas porque se propagan más los hongos y patógenos (FAO, 1999).

2.11. Características químicas:

2.11.1. Salinidad.

El chícharo es sensible a la salinidad del suelo, siendo la disminución del rendimiento en función de la conductividad eléctrica (mmhos/cm) de la siguiente manera: 0% a 1.0; 10% a 1.5; 25% a 2.3; 50% a 3.6 y 100% a 6.5 mmhos/cm.

2.11.2. pH:

El óptimo se encuentra entre 5.5 y 6.8 (FAO-1999)

2.12. Características de la planta

La arveja es una leguminosa de la familia de las Fabáceas (leguminosas), subflía Papilionoidea. El hábito de crecimiento de las variedades cultivables es indeterminado, con respuesta fotoperiódica cuantitativa a días largos. Las etapas desde germinación están en función de la temperatura, debiendo acumular a la emergencia entre 120 y 166 °C ($T_b=0$), mientras que a floración, necesita acumular entre 650 y 700 °C dependiendo de la variedad

2.12.1. Germinación:

En esta etapa es importante que la semilla sea de buena calidad para que tenga la fuerza necesaria para poder emerger del suelo cuando tenga las condiciones

La arveja emerge a los 5-15 días de la siembra dependiendo de la temperatura y el lugar donde es sembrada

2.12.2. Desarrollo de hojas:

En esta etapa es importante controlar los hongos y enfermedades porque en esta etapa es más sensible y los daños son más severos por el tamaño de la planta

2.12.3. Crecimiento longitudinal:

En esta etapa es importante no sembrar muy cerca para evitar el volteo y buscar variedades más resistentes al volteo para evitar pérdidas económicas por el ataque del mildiu

2.12.4. Aparición del órgano floral:

En esta etapa es importante no sembrar otras variedades de la misma especie que no coincidan con el mismo periodo de floración para no cruzar la semilla

2.12.5. Floración:

En esta etapa es importante no cruzar las semillas si el objetivo es producir semilla para que no baje el rendimiento y también es importante poner cortinas rompe viento, al contorno del cultivo, para que no lo seque al polen y a ya un buen prendimiento de vainas.

En nuestro caso el objetivo es producir biomasa para incorporar al suelo.

(Feller – 1995)

2.13. EL CULTIVO DE LA HABA

2.13.1. Origen:

Son originarias como cultivo del Oriente Próximo, extendiéndose pronto por toda la cuenca mediterránea, casi desde el mismo comienzo de la agricultura. Los romanos fueron los que seleccionaron el tipo de haba de grano grande y aplanado que es el que actualmente se emplea para consumo en verde, extendiéndose a través de la Ruta de la Seda hasta China, e introducido en América, tras el descubrimiento

(Cubero - 1981).

2.13.2. Importancia del cultivo:

El haba 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. Es por este último atributo, que el haba es utilizada en rotación de cultivos, ya que además de aportar nitrógeno, reduce enfermedades y plagas, permite reducir malezas gramíneas y mejora la retención de humedad del suelo. (Albarracín - 2004).

Cuadro 2.3. Países productores de habas verdes:

Países	Producción habas verdes año 2002 (toneladas)
Argelia	125.000
China	115.991
Chipre	110.000
Marruecos	103.820
España	73.100
Italia	66.764
Perú	66.085
Iraq	60.000
México	53.000
Siria, República Árabe	51.290
Turquía	47.000
Portugal	30.000
Ecuador	22.000
Chile	19.500
Jordania	18.220
Libia, Jamahiriya Árabe	14.800
Túnez	14.800
Kazajstán	11.000
Reino Unido	11.000
Líbano	10.600
Rep. Islámica de Irán	10.000
Grecia	9.000

Fuente FAO -1999

2.14. Clasificación taxonómica

Reino: plantae (vegetal)

División: magnoliophyta

Clase: magnoliopsida

Sub clase: rosidae

Orden: fabales

Tribu: fabaea

Género: vicia

Especie: vicia faba L.

(InfoAgro- 2013)

2.15. Características morfológicas y fisiológicas:

2.15.1. Semilla:

Las semillas son oblongas, de tamaño más o menos grande, dependiendo también de la variedad, y de color verde amarillento que luego, al sobre madurar, se vuelve bronceado. También hay variedades de grano negruzco y morado.

El peso de una semilla es de uno a dos gramos. El poder germinativo dura de 4 a 6 años. En la semilla comercial el porcentaje mínimo de germinación es del 90 por 100 y la pureza mínima del 99 por 100. (Mera – 1999)

2.15.2. Raíz:

La raíz del haba crece en profundidad hasta alcanzar un largo similar al del tallo de la planta. Como otras fabáceas, los nódulos de la misma tienen la propiedad de fijar nitrógeno en el suelo; aunque hasta un 80% del mismo es consumido por la propia planta, el 20% restante mejora la fertilidad de la tierra, por lo que el cultivo se emplea en sistemas de rotación para fortalecer suelos agotados.

2.15.3. Tallos:

El haba tiene porte recto y erguido, con tallos fuertes y angulosos de hasta 1,6 metros de altura. Muestra hojas alternas, paripinnadas y compuestas, con folíolos anchos de forma oval-redondeada, color verde oscuro, sin zarcillos; el folíolo terminal no existe o se convierte en un zarcillo rudimentario.

2.15.4. Hojas:

Alternas, compuestas, paripinnadas, con folíolos anchos ovales-redondeados, de color verde y desprovisto de zarcillos.

2.15.5. Flor:

Las flores se presentan en racimos de 2 a 8, axilares las cuales son fragantes y grandes, alcanzando los 4 cm, con pétalos blancos manchados de violeta, púrpura o negro. Son hermafroditas, y la planta es capaz de auto polinizarse. Hay que advertir que la fertilización cruzada natural. (InfoAgro - 2013)

2.15.6. Ciclo Vegetativo

Duración del cultivo de 70 a 90 días.

Iniciamos la cosecha de vainas de la parte baja, luego del medio y terminamos con las que se encuentran arriba de la planta

Deben recolectarse cuando las vainas estén todavía verdes y antes de que la piel de las semillas empiece a volverse áspera.

Las vainas tienen que tener el tamaño deseado para la venta.

Las vainas tienen que ser duras y haber completado su madurez.

Algunas de las hojas inferiores empiezan a cambiar de color de verde a amarillo.

(Ruiz - 2008)

2.16. Particularidades del cultivo:

2.16.1. Preparación del Terreno

Debido a que la planta posee una potente raíz pivotante, hay que realizar una labor profunda para acondicionar el terreno, de 25 a 40 cm de profundidad, aprovechando para la incorporación del abonado de fondo.

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

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 terrones, para airear el suelo y mezclar el estiércol descompuesto que previamente ha sido distribuido por el terreno. 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. No debemos sembrar en terrenos donde se hayan sembrado los últimos dos años con haba y/o arveja. (Domínguez - 2012)

2.16.2. Abonado

Además del aporte nitrogenado realizado por la bacteria simbiótica *Rhizobium*, que es variable dependiendo del suelo, clima, técnicas de cultivo y genotipo de la planta.

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

Si deseamos realizar una fertilización orgánica la incorporación de guano (estiércol) en cantidades suficientes y con la debida anticipación es muy necesaria para obtener buenos rendimientos, se recomienda incorporar si hay disponibilidad hasta 200 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 160 a 200 kg/ha de fosfato di amónico (18-46-00 / abono), en el fondo del surco, en el momento de la siembra y el aporque.

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.

(Domínguez -2012)

2.17. Importancia de la época de siembra:

La importancia de la época de siembra es que se puede prevenir las heladas y se puede evadir las enfermedades en medida de lo posible

En la zona alta del departamento de Tarija, la siembra se realiza a partir del 15 de julio y culmina en el mes de agosto, de manera excepcional algunos productores extienden su siembra hasta el 15 de septiembre , aunque estas últimas siembras tienen fuertes influencias de los factores climáticos (heladas), que limitan la producción o el éxito de las mismas. (INIAF-2010)

2.17.1. Siembra

La época de siembra está ligada al clima. La siembra se realiza a chorrillo, a golpe, a mano con sembradora.

La nacencia se produce a los 8-12 días, dependiendo de la temperatura y la recolección se realiza transcurrida aproximadamente 90 días (según variedades).

Para esto 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 5 a 10 centímetros de profundidad.

Luego se incorpora el fertilizante químico 18-46-00 (fosfato di amónico), 160 a 200 kg por hectárea. Después, se depositan en el surco 2 semillas por golpe.

Por último tapamos bien las semillas.

La distancia entre plantas es de 25 a 30 centímetros sobre el surco.

La distancia entre surcos es de 50 a 60 centímetros (en terrenos con pendientes, los surcos no deben estar en el mismo sentido de la pendiente).

2.17.2. Como se siembra:

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

1. El suelo al abrir el surco, debe estar húmedo, la profundidad de apertura del surco es de 5 a 10 centímetros de profundidad.
2. Luego se incorpora el fertilizante químico 18-46-00 (fosfato di amónico), 100 kg por hectárea.
3. Después, se depositan en el surco 2 semillas por golpe.
4. Por último tapamos bien las semillas

La distancia entre plantas es de 30 a 40 centímetros sobre el surco

La distancia entre surcos es de 70 a 80 centímetros (en terrenos con pendientes, los surcos no deben estar en el mismo sentido de la pendiente). (INIAF -2010)

2.17.3. Variedades de habas que se siembran en Tarija:

- ❖ Aguadulce (Sevillana) (semitemprana, tallos violetas, vainas grandes alargadas, granos de color crema tostada).
- ❖ Mucha miel (muy precoz, planta de porte medio, tallos rojizos, vainas colgantes, grano color crema tostada).
- ❖ Reina Blanca (menos precoz que mucha miel, granos color blanco grisáceo).
- ❖ Granadina (semillas claras).
- ❖ Reina Mora (semillas púrpura).
- ❖ Harbo (también llamada Blanca erguida, granos blancos, tallos verdes).
- ❖ Mahón (dos modalidades blanca y morada, la blanca tiene granos rojizos y la morada, violáceos; porte medio, semierguido). (Basur -1997)

2.18. Clima:

La planta de haba se comporta muy bien en clima templado y templado-frío, con buena adaptación a períodos de bajas temperaturas durante la germinación y primeros estados de la planta. Esto favorece su enraizamiento y macollaje.

Su período crítico a bajas temperaturas ocurre, por lo general, a partir de la floración

Las vainas. En estas condiciones pueden ocurrir daños por heladas de cierta intensidad.

(Roberts- 1985)

2.18.1. Altitud:

Desde el nivel del mar (en latitudes medias) hasta 2700 m (en latitudes bajas). Desarrolla en altitudes de 1800 a 3050 m. La óptima para mayores rendimientos oscila entre 2000 y 2650 m.s.n.m. (INIAP-1999)

2.18.2. Efecto de la temperatura:

Aunque no es de las más exigentes prefiere temperaturas uniformes templado-cálidas y los climas marítimos mejor que los continentales. En climas fríos su siembra se realiza en primavera. Sus semillas no germinan por encima de 20°C. Temperaturas superiores a los 30°C durante el periodo comprendido entre la floración y el cuajado de las vainas, puede provocar abortos tanto de flores como de vainas inmaduras, aumentando la fibrosidad de las mismas. Son muy sensibles a la falta de agua, especialmente desde la floración hasta el llenado de las vainas.

Con excepción de la etapa de floración, el haba tolera temperaturas de hasta -2 a -4°C. En zonas muy cálidas y húmedas se presenta esterilidad. (Confalone- 2008).

2.18.3. Efecto de la precipitación:

El cultivo puede lograrse con precipitaciones desde 200 hasta 2600 mm, sin embargo el nivel óptimo de precipitación está alrededor de los 1000 mm 530. 1600 mm bien distribuidos durante el ciclo de cultivo. Tolera sequía. (INIAP-1999)

2.18.4. Efecto del fotoperiodo:

Es una planta de día neutro

Existen muchos genotipos que responden al fotoperiodo como plantas de día largo con tendencia cuantitativa. Los genotipos de floración temprana, en cambio, se comportan como plantas indiferentes a la duración del día. (INIAP-1999)

2.18.5. Efecto de la humedad ambiental:

Desarrolla bien en atmósferas moderadamente húmedas.

2.19. Suelo:

El cultivo de haba es poco exigente en suelo, aunque prefiere suelos arcillosos o silíceos y arcillosos calizos ricos en humus, profundos y frescos. Le perjudican los suelos húmedos mal drenados. . (Domínguez -2012)

2.19.1. Determinar las características como:

2.19.2. Pendiente:

0 -10% (Arangun-1995).

2.19.2. Textura:

Suelos de textura media a pesada. Los suelos con textura migajón-arenosa y arenosa son de mediana a baja productividad. Prefiere los suelos de textura media, como los francos, franco-arenosos y franco-arcillosos. (Domínguez -2012)

2.19.3. Estructura:

La estructura del suelo hace referencia al agrupamiento de las partículas primarias de arena. Limo y arcilla en partículas compuestas, llamadas agregados o *pedios*, cuyas propiedades difieren de las que presenta una masa igual de partículas primarias no agregadas

2.19.4. Densidad Aparente

La densidad aparente de un suelo se suele utilizar como medida de la estructura del suelo. Una densidad baja, generalmente, equivale a más porosidad y mayores agregados del suelo. Un suelo de bosque saludable tendrá una densidad baja, lo que corresponde a mayor estabilidad, menos compactación y, probablemente, mayor contenido de humedad que un suelo con una densidad mayor.

2.19.5. Impedancias:

El tráfico de maquinaria pesada, el pisoteo animal o el excesivo laboreo del suelo son pautas de manejo que modifican las propiedades físicas del suelo.

La impedancia mecánica como también se la denomina- refiere específicamente a la resistencia que ofrece el suelo al paso de la raíz.

Los suelos compactados causan complejos cambios morfológicos en el sistema radical, como raíces más cortas y de mayor diámetro, aumento de la tortuosidad - vueltas y rodeos- de las raíces laterales y disminución de su número

2.19.6. Profundidad del suelo:

Requiere suelos de mediana profundidad (FAO, 1999). Desarrolla en suelos con una profundidad efectiva mínima de 25-35 cm, aunque en climas cálidos requiere suelos más profundos. (Domínguez -2012)

2.20. Características químicas:**2.20.1. pH:**

El pH óptimo oscila entre 7,3 y 8,2. Es relativamente tolerante a la salinidad.

2.20.2. Salinidad del suelo:

Es una especie ligeramente tolerante a la salinidad esto les, presenta daños a bajos niveles de conductividad eléctrica. (FAO-1999)

2.21. Requerimiento de nutrientes del cultivo:

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 160 a 200 kg/ha de fosfato di amónico (18-46-00 / abono), en el fondo del surco, en el momento de la siembra y el aporque.

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-2010)

Cuadro 2.4. Densidad de siembra de haba:

VARIEDAD	DISTANCIAS Surco/surco	DISTANCIA Planta/planta	N SEMILLAS golpe	CANTIDAD Semilla/ha
Minor (pequeña)	40-60 cm	15-20 cm	2 unidades	80-130 kg
Equina (mediana)	40-60 cm	15-20 cm	2 unidades	80-160 kg
Mayor (grande)	60-75 cm	20-30 cm	2 unidades	250-300 kg

(Dominguez -2012)

2.22. Labores culturales:

2.22.1. Siembra:

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

2.22.2. Germinación

La nacencia se produce a los 8-12 días, dependiendo de la temperatura y la recolección se realiza transcurrida aproximadamente 90 días (según variedades).

Siembra las semillas más grandes a 5 cm de profundidad y a 25 cm de distancia entre sí, en una tierra bien removida y abonada. . (Feller - 1995)

2.22.3. Aporque

El aporque en el cultivo de haba es muy importante, permite el desarrollo de las raíces y da a la planta mayor soporte, esta práctica también ayuda en el macollamiento para la obtención de un mayor número de tallos y por lo tanto un mayor número de vainas por planta (cuando más tallos mayor rendimiento, recomendable 4 a 6 tallos por planta) esta actividad se realiza cuando las plantas presentan una altura de 25 a 35 cm de altura y con un suelo con suficiente humedad.

2.22.4. 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 siguientes etapas: Macollaje, Floración, Formación de Vainas y Llenado de Granos; escases 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, o cuando sea necesario según la humedad del suelo. (INIAF-2010)

2.22.5. Deshierbar:

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

2.22.6. Drenaje:

Requiere suelos con buen drenaje para evitar la proliferación de enfermedades.

(INIAF-2010)

2.23. Experiencias sobre la incorporación de abonos verdes en el valle central de Tarija:

En el Molino Iscayachi “se incorporó el haba como abono verde en sus diferentes fases fenológicas del cultivo”

2.5. Incorporación de materia verde de haba en sus diferentes fases fenológicas:

T1	Incorporación fase vegetativa	8,5 kg/parcela/MV
T2	Incorporación fase de floración	14,75 kg/parcela/MV
T3	Incorporación fase de 50% de formación de vaina	17,77 kg/parcela/MV
T4	Incorporación primer corte vaina verde	17,62 kg/parcela/MV
T5	Incorporación segundo corte vaina verde	12,87 kg/parcela/MV
T6	Incorporación cosecha en seco	2,93 kg/parcela/MV

(Gutiérrez-2007)

Gráfico 1.1. Rendimiento en kg por parcela en materia verde



Como se puede ver en la gráfica la aportación de biomasa de acuerdo a las fases fenológicas del haba el T3 que corresponde a la fase fenológica de formación de vainas es la que más incorporo con 17,77 kg/parcela y el T6 que corresponde a la cosecha en seco fue la que menos biomasa incorporo con 2,93 kg/ parcela.

Cuadro 2.6. Análisis de N, P, K y días post Incorporación de la biomasa del haba

Tratm	Fases	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Días post In
T1	Antes	85,08	45,027	936,54	
T2	barbecho	109,39	60,22	838,69	440
T3	Crecimiento vegetativo	103,08	61,62	987,43	348
T4	floración	94,65	66,84	815,23	316
T5	Formación de vainas	96,17	63,53	610,66	295
T6	Primera cosecha	102,91	57,53	738,75	265
T7	Maduración seca	108,31	58,57	697,34	210
T8	Sin incorporación	102,14	47,96	733,24	440

De acuerdo al cuadro comparativo se puede ver que hay un incremento en el N, P, K, en las diferentes fases fenológicas del cultivo después de la incorporación de la biomasa eh incluso sin la incorporación también incremento, el T7 fue el que más Nitrógeno incremento con 108,31 kg/ha y el que menos incremento fue el T4 con 94,65 kg/ha de N. (Gutiérrez-2007)

2.23.1. Experiencias sobre los abonos verdes:

Durante más de 40 años, los agricultores de las zonas tropicales húmedas de México y Centroamérica han generado y refinado una tecnología que requiere muy pocos insumos y se basa en una leguminosa conocida como el haba (vicia faba L.)

Los productores indígenas de Guatemala y México comenzaron a ensayarla como fertilizante natural hace varias décadas, pues notaron que aumentaba los rendimientos de maíz en sus deteriorados campos. Calculan que, dependiendo de las condiciones pedológicas, climáticas y de manejo, los rendimientos son dos veces mayores (o sea, entre 1 y 3 ton/ha).

A partir del segundo y tercer año, en el primer año no se notó mucho la diferencia

También se debe mencionar que algunas de estas plantas utilizadas como abonos verdes, no solo incorporan elementos al suelo sino que forman parte de la dieta alimentaria de los agricultores.

Tiempo para obtener resultados Generalmente con los abonos verdes no se obtiene respuesta tan rápido como se obtiene con los fertilizantes químicos, lo cual hace que no sea una práctica de rápido impacto productivo; pero si está demostrado que, los rendimientos tienden a incrementarse a partir del segundo o tercer año de usar la tecnología. Algunas especies como el haba están en primera lista por su resistencia al frío, a la sequía y por producción de biomasa.

El lento impacto productivo de los abonos verdes se compensa en gran parte por su bajo costo y riesgo. (Gerardo -1995)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN:

El estudio se realizó en la Comunidad de Sella Quebradas (en terrenos de la señora Celia Jurado), provincia Cercado del departamento de Tarija, que está a una distancia de 25 km, al Este.

Geográficamente se encuentra entre las coordenadas 21° 23' 11'' de latitud Sud 64° 40' 52". De longitud Oeste y con una altura de 2.145 m.s.n.m.

3.2. Clima:

La comunidad presenta un clima templado con 17,4°C de temperatura media y una precipitación media de 621.8 mm, lo que la convierte en una zona apta para sembrar cualquier cultivo.

3.3. Características fisiográficas:

La comunidad se caracteriza por tener cerros con pendientes pronunciadas, por su vegetación natural que predomina el churqui, molle, ceibo, jarca, taco, también hay tres ríos con agua hasta el mes de octubre, los suelos se caracterizan por ser francos arenosos los que se encuentran a orillas del río y franco arcillosos los que están más al cerro.

3.3.1. Suelo:

La comunidad de Sella Quebradas se localiza sobre depósitos aluviales formados por distintos agregados como ser: arena, grava, limo, arcilla, formaciones geológicas procedentes de las cumbres que se acumulan en las orillas de los ríos, características de la zona.

Esta zona se caracteriza por presentar suelos francos, francos arenosos y franco arcilloso

3.3.2. Vegetación Natural y Cultivos Propios de la comunidad:

La vegetación de la zona se caracteriza como agrícola y ganadera entre las plantas, se pueden encontrar los siguientes cultivos papa (*Solanum tuberosum* L), maíz (*Zea mays* L) haba (*Vicia faba* L), cebolla (*Allium cepa* L), arveja (*Pisum sativum* L) zanahoria (*Daucus carota* L), cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum* L). Y en pasturas como ser: saetilla, tusca, yuyo, variedad de gramíneas y en la vegetación perenne tenemos las siguientes: frutales como ser durazno (*Prunus pérsica*), albarillo (*Prunus armentaca*), ciruelo (*Prunus domestica*), higo (*Ficus pérsica*), nogal (junglas regia), peral (*Pirus comunis*) y uva (*Vitis vinífera*) y forestales tales como. Molle (*Schinus molle*), algarrobo (*Prosopis nigra*), churqui (*Acacia cavenia*), ligustre, jarca sauce (*Salix humboltiana*).

3.3.3. Uso del Suelo y Características Socio Económicas:

El uso del suelo es agrícola y pecuario, además el uso actual del mismo viene a ser con cultivos anuales y perennes ya que el principal potencial agrícola dado por la zona son los siguientes cultivos: papa, maíz, arveja, haba, cebolla, zanahoria, cebada, trigo.

La economía en la comunidad se basa en la venta de frutas como ser la nuez, durazno, higos, uva, hortalizas, la venta de pan, empanadas, comida y la venta de ganado mayor y menor.

3.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO:

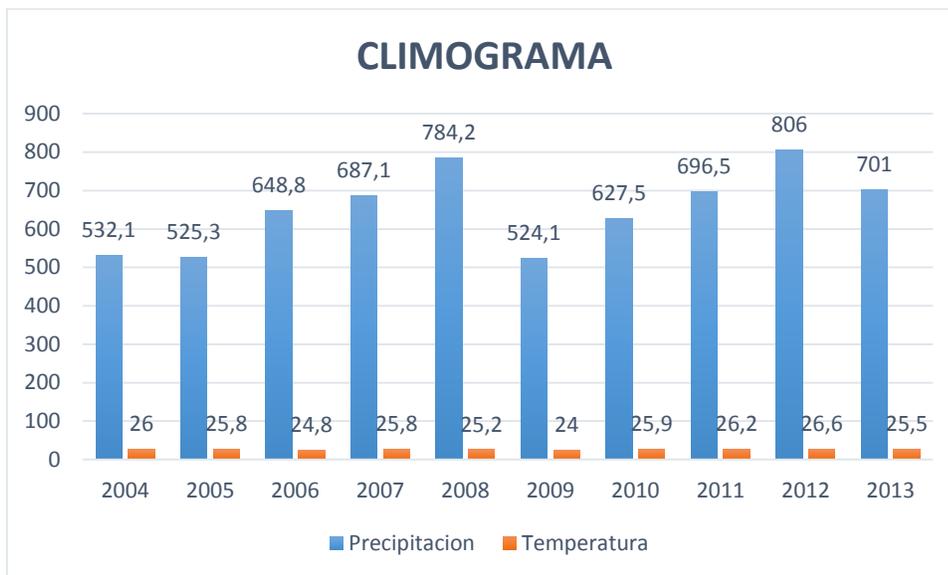
3.4.1. Temperatura.

En la estación meteorológica de la comunidad de Sella Quebradas se presenta una temperatura media de 17.4°C, con una temperatura máxima extrema de 40.5°C y con una temperatura mínima extrema de -10.0°C

3.4.2. Precipitación.

La precipitación media es de 621.8 mm, la precipitación máxima diaria es de 110 mm y los días con lluvia son 75, la época más lluviosa es del mes de Octubre hasta el mes de Abril.

Gráfico 2.1. Elaborar un Climograma



3.4.3. Humedad relativa.

La humedad relativa es de 56%, siendo la mayor humedad en la época lluviosa y el de menor humedad en época seca de los meses de mayo a abril

3.4.4. Heladas.

Los días promedio con heladas en la comunidad son 18 días anuales con heladas

3.4.5. Evaporación media.

La evaporación media en la comunidad es de 4.23 mm/día

3.4.6. Vientos.

La velocidad media del viento en la comunidad es de 8.7km/hr y la dirección del viento es de S-N

3.5. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS:

3.5.1. Vegetación natural.

Entre la flora más importante de la zona tenemos lo siguiente

3.5.2. Árboles frutales

Los árboles frutales que mayormente se explotan en la zona son:

Cuadro 3.1. Nombre técnico de los frutales

Nombre común	Nombre científico
Durazno	Prunos pérsica
vid	Vites vinífera
nogal	Junglas regia
peral	Pirus comunis
membrillo	Sidonio oblongo
granada	Púnica granatun
albarillo	Prunos armoniaca
ciruelo	Prunos insititia
higuera	Ficus pérsica

3.5.3. Hortalizas

Por las características del valle y su clima la explotación de las hortalizas es la sobresaliente entre estas tenemos las más importantes.

Cuadro 3.2. Nombres técnicos de las hortalizas

Nombre común	Nombre científico
Lechuga	Lactuca sativa
cebolla	Allium cepa
papa	Solanum tuberosum
tomate	Lycopersicon esculentum
repollo	Brassica oleracea
Arveja	Pisum sativa
Garbanzo	Cicer arietinum
perejil	Petroselinum crispum
acelga	Beta vulgaris L
haba	Vicia faba
zanahoria	Daucus carota L

3.5.4. Árboles forestales

Entre las más destacadas se tiene:

Cuadro 3.3. Nombre técnico de los árboles forestales

Nombre común	Nombre científico
Molle	Schinus molle
Taco	Prosopis alpataco
churqui	Acacia cavenia
eucalipto	Eucalyptus sp
roble	Quercus robur L
ligustre	Ligustrum vulgare

Otros cultivos

Cuadro 3.4. Nombre técnico de los cultivos

Nombre común	Nombre científico
maíz	Zea mays
Cebada	Hordeum vulgare L.
avena	Avena sativa
alfalfa	Medicago sativa

3.6. MATERIALES:**3.6.1. Material vegetal:**

En este trabajo de investigación se utilizó dos especies de leguminosas que son el (arvejón yesera) y la (haba agua dulce) para realizar dicha investigación.

Las especies de estudio son:

S 1= Arvejón Yesera

S 2= Haba (Agua dulce)

3.6.2. Material de campo:

Durante el trabajo de investigación se utilizara los siguientes materiales.

Pala

Azadones

Azada

Hoz

Letreros

Huincha

Flexómetro

Tanza

Escuadra

Arado con tractor

Arado con yunta

Estacas

Combo

Romana

Cámara fotográfica

Libreta der campo

Cilindros

Bolsas de polietileno

Frascos de vidrio

3.6.3. Material de Escritorio:

Un cuaderno

Un lápiz

Un borrador

Calculadora

Computadora

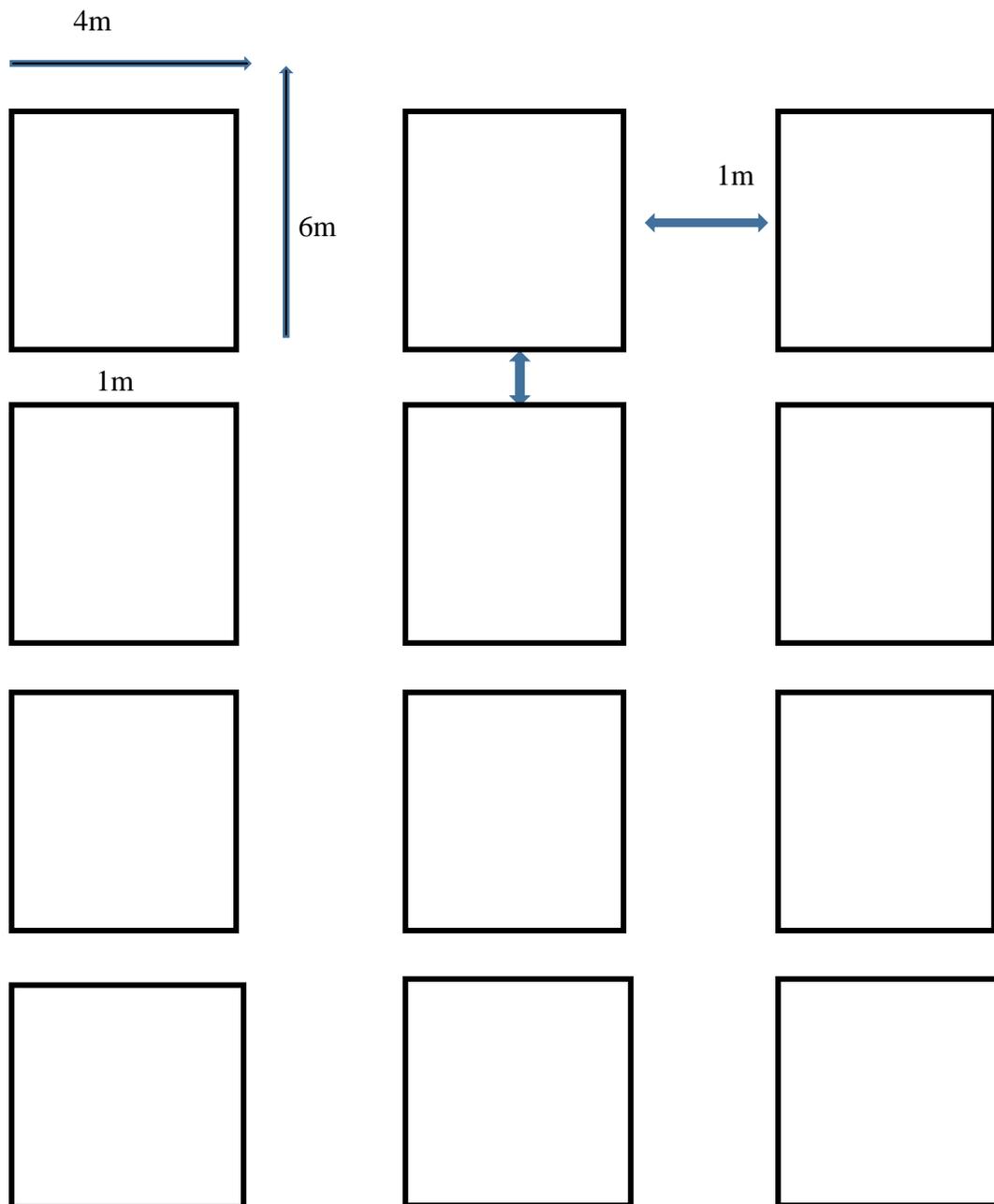
Impresora

3.7. METODOLOGÍA:

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado será el bloque al azar con dos especies de leguminosas de arveja y haba con dos densidades de siembra, con cuatro tratamientos y tres replicas

3.7.1. DISEÑO BLOQUES AL AZAR



3.7.2. Características del diseño:

Numero de tratamientos: 4

Numero de réplicas: 3

Número de unidades experimentales: 12

Largo de la unidad experimental: 27m

Ancho de la unidad experimental: 14m

Espacio entre bloques: 1m

Superficie por unidad experimental: 24m^2

Superficie neta: 288m^2

Área total del ensayo: 378m^2

3.7.3. Desarrollo del experimento:

El experimento o investigación está entre las coordenadas.

$21^{\circ} 23' 11''$ de latitud Sud

$64^{\circ} 40' 52''$ de longitud Oeste

Con una altura de 2.145 m.s.n.m.

Suelos:

En la zona los suelos son bien drenados, profundos, secos en todo el perfil con ausencia del nivel freático, el tipo de suelo que predomina en la zona son los suelos franco arcillosos y los suelos franco arcillo arenosos.

Características físicas:

El color del suelo va desde pardo amarillento apagado, la textura, predominante es el franco arcilloso y el franco arcillo arenoso

Características químicas:

El pH en estos suelos es de 6.8, la conductividad eléctrica es de 0.081 mmhs/cm, y el contenido de materia orgánica es de 3.7- 4%, lo que lo convierte en un suelo perfecto para realizar cualquier tipo de cultivo.

Análisis de suelo.

Se realizó el análisis de suelo y su textura, pH para el efecto se siguió el siguiente procedimiento:

La parcela destinada al ensayo, se realizó primero la medición de las parcelas para posteriormente hacer un muestreo del suelo antes de la siembra en forma de Z tomando unas ocho muestras con una pala y cavando a una profundidad de 30 cm, se tomó cada muestra de un costado del pozo de cada tratamiento y se juntaron las ocho muestras, de cada tratamiento para mezclarlas y se cuarteo mesclando las diferentes muestras por separado en bolsas de polietileno, esto se repitió cuatro veces porque son cuatro tratamientos diferentes de siembra una vez hecho el cuarteo se tomó 1 kilogramo, de suelo se lo introdujo a un frasco de vidrio colocándole una tarjeta para su identificación, esta labor se hizo cuatro veces y se envió los cuatro frascos al laboratorio para su análisis físico químico de los principales elementos del suelo como ser la M.O-N-P-K-Ph-C.E-Da.

Análisis de suelo después de incorporar la biomasa de las leguminosas:

El segundo análisis se realizó el 02-Febrero- 2015, considerando el tiempo de mineralización de la biomasa de cuatro meses.

Para realizar el muestreo se tomó unas ocho muestras con una pala en forma Z de cada tratamiento y cavando a una profundidad de 30 cm, se tomó cada muestra de un costado del pozo de cada tratamiento y se juntaron las ocho muestras, de cada tratamiento para mezclarlas y se cuarteo mesclando las diferentes muestras por separado en bolsas de polietileno, esto se repitió cuatro veces porque son cuatro tratamientos diferentes, una vez hecho el cuarteo se tomó 1 kilogramo, de suelo se lo introdujo a un frasco de vidrio colocándole una tarjeta para su identificación, esto

se repito cuatro veces y se lo mando al laboratorio para calcular la M.O-N-P-K-Ph-C.E-Da.

De acuerdo a los datos de los dos análisis de suelos arrojados por el laboratorio de antes de sembrar las leguminosas y después de incorporarlas al suelo.

Se puede ver que si hubo un incremento en los macronutrientes.

- En cuanto a la materia orgánica el T3 es el que más incremento, y el que menos incremento es el T1, lo que nos da a entender que el haba incrementa más materia orgánica que la arveja.
- En el caso del nitrógeno total el T2 fue el que más incremento y el que menos incrementa es el T4 esto se debe a la variabilidad de los cálculos del suelo con respecto al nitrógeno.
- En el caso del fosforo el T4 es el que más incrementa y el que menos incrementa es el T1.
- En el caso del potasio el T4 es el que más baja su rendimiento y el que menos baja es el T1.
- En el caso de la densidad aparente todos los tratamientos bajaron de peso en relación al mismo volumen de suelo, lo que se afirma que el suelo se hizo más poroso con la incorporación de la biomasa por esa razón pesa menos.
- El pH también tiende a subir de contar con un pH neutro paso a convertirse el débilmente alcalino.
- La conductividad eléctrica también sube de contar con un promedio de 0,081 mmhos/cm se pasó a 0,121 mmhos/cm, lo se entiende que hay más conductividad con la incorporación.

Preparación del terreno:

Para lograr una buena implantación de los cultivos es necesario contar con una buena cama de siembra, realizando una arada y posteriormente el rastreo para obtener un suelo bien mullido, sin presencia de terrones ni rastros, esta labor se realizará de

forma mecánica con el tractor que cuenta la comunidad para que puedan germinar bien las semillas

Delimitación de parcelas:

La delimitación de las parcelas consistió en realizar el trazado con la ayuda de las cuatro estacas que van en las esquinas colocando la tanza, para luego recuadrar con la escuadra y tener una mejor ubicación del cuadro para que después se pueda hacer la delimitación de las parcelas o unidades experimentales con los bloques colocando las demás estacas y separándolas con la tanza para tener mayor exactitud en la medición

Siembra:

A nivel del valle central de Tarija, la siembra se realiza a mediados del mes de noviembre a enero en los terrenos a secano. Y bajo riego a fines del invierno y principios de primavera en los meses de julio y agosto la siembra es denominada miska que es nuestro caso. Otra época para sembrar en terrenos bajo riego es en los meses de enero y febrero.

La siembra se realizó el 15 de Agosto del año 2014, esta labor se la realizará con tracción animal y manual.

Surcado:

Esta labor consiste en hacer un pequeño surco en el medio de los surcos ya sembrados para facilitar la circulación del agua y evitar que salgan malezas. Esta práctica se debe realizar a una profundidad de 10 cm, ya que la semilla es cubierta con tierra de 5-10 cm

Aporque:

Esta labor se realizará cuando los cultivos alcancen el tamaño de 30 cm que consiste en eliminar las malas hierbas y arrimar tierra a la base de la planta que favorece en anclaje el ahijamiento y también facilita el riego, esta práctica se la debe realizar a una profundidad de 15 a 20 cm a través del aporque se guía la planta de manera más erectas y se evita el contacto directo del agua con el tallo de la planta

Riego:

El primer riego al terreno se efectuará antes de la siembra para que el suelo tenga la humedad necesaria y la semilla pueda germinar.

El segundo riego se efectuará después de la siembra cuando el suelo lo requiera y posteriormente se aplicara el riego de acuerdo a la necesidad o requerimiento de los cultivos.

Labores culturales:**Control fitosanitario:**

Se realizara aplicaciones de manera preventiva de acuerdo a las enfermedades que se presenten (fungosas) o algún ataque o presencia de insectos. La aplicación será de acuerdo a la indicación del producto a usar. Tomando en cuenta su composición del producto para aplicar el producto menos toxico posible.

En el desarrollo del cultivo el haba ha sufrido el ataque del hongo fusarium en pequeña cantidad por lo que solo fueron unas cuantas plantas las afectadas.

Para el control del fusarium, procedí a eliminarlas todas las plantas que estaban atacadas por el hongo y luego las quemé.

Porque el hongo del fusarium es muy complicado para controlarlo, es preferible tratarla bien la semilla con productos que puedan prevenir el ataque del fusarium.

En cuanto al cultivo de la arveja sólo le atacaron los pájaros a una de las parcelas que estaba más a la orilla, después de haber aporcado.

Para dicho control puse ropas de color rojo en forma de persona colgada en las plantas de árboles que estaban por ahí cerca

Control de malezas:

La mayor parte de la superficie cultivada es fuertemente infestada por malezas que en la actualidad constituye un problema que limita la producción de los cultivos de arveja y haba. Las malezas reducen el rendimiento en aproximadamente el 35%, constituyéndose en hospederos de plaga y organismos patógenos.

Los deshierbes son prácticas de mucha importancia, que determinan la producción. Se debe hacer un control de las malezas, porque estas compiten con el cultivo, restando el poder de asimilar mayor cantidad de nutrientes, humedad, luz, le perjudican en la productividad.

El control se realizó de forma manual, porque no es tan grande la parcela sembrada y se puede eliminar las hierbas de forma manual con la ayuda de una azada.

Cuadro 3.5. Número de riegos:

NUMERO	FECHA DE RIEGO	TIEMPO DE RIEGO (Hrs)
1	10/Agosto/2013	2
2	10/septiembre/2013	2
3	20/septiembre/2013	2
4	5/octubre/2013	2
5	20/octubre/2013	3
6	5/noviembre/2013	3
7	20/noviembre/2013	3
8	30/noviembre/2013	3
9	10/diciembre/2013	4
10	20/diciembre/2013	4
11	10/enero/2014	2
12	15 /febrero/2014	2

Especies a sembrar

S 1= Arvejón Yesera

S 2= Haba (Agua Dulce)

Manejo de cultivo:

Como técnica se aplicara el análisis de suelos de los cuatro tratamientos antes de sembrar para saber con cuanto de macronutrientes cuenta el suelo y otro análisis después de haber incorporado la materia verde de la arveja y el haba para ver la diferencia después de la incorporación

Preparación del terreno:

Para lograr una buena implantación de los cultivos es necesario contar con una buena cama de siembra, realizando una arada y posteriormente el rastreo para obtener un suelo bien mullido, sin presencia de terrones ni rastros, esta labor se realizará de forma mecánica con el tractor que cuenta la comunidad para que puedan germinar bien las semillas

Incorporación de la materia verde al suelo:

Esta práctica consiste en hacer el segado de los cultivos al suelo, que es introducir a la biomasa de las dos leguminosas en el momento que hayan alcanzado la floración porque es la etapa que ha alcanzado su máximo desarrollo y concentración de nutrientes los cultivos.

Para dicha actividad en primer lugar procedí a cortar la arveja y el haba dejándola en sus respectivas parcelas.

En segundo lugar lo amontone la biomasa por cada parcela de la arveja y el haba y luego procedí a pesarlo.

En tercer lugar le abrí el mismo surco con la ayuda de la yunta y el arado y comencé a distribuir la biomasa en el centro del surco de forma horizontal y luego lo enterré para que se descomponga con la ayuda de las altas temperaturas y la humedad

Variables a estudiar:

Se evaluará a los contos días florecen las dos especies, el peso de materia verde por parcela de cada especie y la cantidad de nutrientes que aportan las dos especies al suelo.

Cuadro 3.6. Variables a estudiar

NÚMERO	VARIABLES	UNIDAD
1	Días de floración	Día
2	Peso de la biomasa	kg
3	Incremento de nutrientes	%

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 4.1. Días de floración:

TRATAM./REP	I	II	III	Σ	X
T 1	62	62	62	186	62
T 2	62	61	60	183	61
T 3	65	64	63	192	64
T 4	64	64	63	191	63.67
Σ Blog.	253	251	248	752	62,67

En el cuadro 3.1. Referente a los días de floración de las dos especies de leguminosas se tiene que el T2 correspondiente a la (S1D2) es el más precoz alcanzando la floración a los 61 días después de la siembra, seguido por el T1 (S1D1) con 62 días, posteriormente está el T4 (S2D2) con 63.6 días y por último está el T3 (S2D1) con 64 días.

Cuadro. 4.2. Días de floración:

Especie/densidad	D1	D2	Σ	X
S 1	186	183	369	61.5
S 2	192	191	383	63.8
Σ	378	374	752	
X	62.6	62.3		

Los días de floración de las dos especies se tiene que la S1 floreció a los 61.5 días y la S2 floreció a los 63.8 días, en cuanto a las densidades de siembra la floración se pudo ver que no hubo diferencia entre las densidades de las dos especies por que florecieron a los 62 días.

Cuadro. 4.3. Análisis de varianza de los días de floración.

Fv	gl	SC	CM	F _C	F _t 5%	F _t 1%
TOTAL	11	22,67				
BLOQUES	2	3,17	1,583	6,33 *	5.14	10.9
TRATA	3	18	6	24 **	4.76	9.78
ERROR	6	1,50	0,25			

Ns No es significativo

* Significativamente diferente

**Altamente significativo

Existe variación altamente significativa entre tratamientos al 5% y 1%.

Los bloques solamente existe diferencia significativa al 5%.

Nula al 1%.

PRUEVA M.D.S.

$$MDS = \sqrt{\frac{2cme}{N^{\circ} r}} * t$$

$$\sqrt{\frac{0,5}{3}} * 2,45 = 1$$

$$X_a - X_b = M.D.S$$

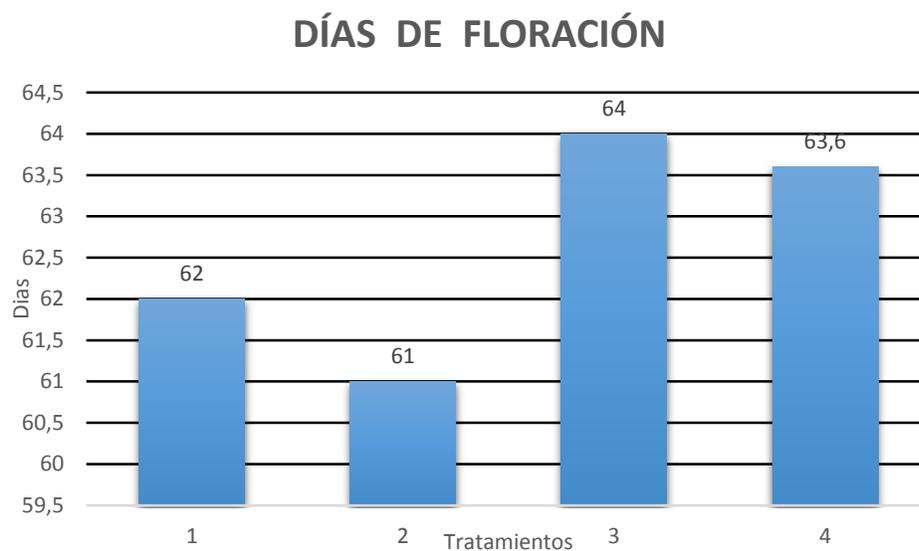
Cuadro. 4.4. PRUEVA M.D.S DE LOS DÍAS DE FLORACIÓN

		T3	T4	T1
		64	63,67	62
T2	61	3	2,67	1
T1	62	2	1,67	0
T4	63,67	1	0	

Tratamientos	Medias	
T3	64	a
T4	63,67	a
T1	62	b
T2	61	b

La prueba de comparación de M.D.S. nos indica que el T3 con D1 que corresponde al haba fue el tratamiento que más tardo en florecer con 64 días seguido por el T4 con D2 con 63,67 días después de la siembra que tardo en florecer, posteriormente está el T1 con D1 con 62 días y por ultimo tenemos al T2 con D2 con 61 días que corresponden a la arveja.

Gráfico 4.1. Días de floración



De acuerdo al gráfico la arveja resultó ser más precoz porque floreció en el T2 a los 61 días, que corresponde a la D2 de 10 cm entre planta y planta, en el T1 que corresponde a la D1 de 5 cm floreció a los 62 días, mientras que el haba demoró un poco más donde el T4 floreció a los 63,6 días que corresponde a la D2 de 20 cm y el T3 floreció a los 64 días que corresponde a la D1 de 15 cm después de haber sido sembrado.

Cuadro .4.5. Peso de la biomasa por tratamiento:

TRATAM./REP	I	II	III	Σ	X
T1	25	25	25	75	25
T2	14	15	14	43	14.3
T3	24	24	23	71	23.6
T4	19	19	18	56	18.6
Σ Blog.	82	83	80	245	

De acuerdo al cuadro 2.1. Con referencia al peso de la biomasa se tiene que el tratamiento T1 (S1D1) alcanzo el mayor peso de biomasa con 25 kg, seguido por el tratamiento T3 (S2D1) con 23.6 kg, siguiendo el tratamiento T4 (S2D2) con 18.6 kg y por ultimo está el tratamiento T2 (S1D2) con 14.3 kg de biomasa.

Cuadro .4.6. Peso de la biomasa:

Especie/densidad	D1	D2	Σ	X
S1	75	43	118	19.6
S2	71	56	127	21.1
Σ	146	99	245	
X	24.3	16.5		

La especie que obtuvo mayor peso en producción de biomasa fue la S2 que corresponde al haba con 21.1 kg, seguido por la S1 con 19.6 kg de biomasa, en cuanto a las densidades se tiene que la D1 obtuvo el mayor peso de biomasa con 24.3 kg, seguido por la D2 con 16.5 kg.

Cuadro .4.7. Análisis de varianza del peso de la biomasa:

Fv	gl	SC	CM	F _c	F _t 5%	F _t 1%
TOTAL	11	216,92				
BLOQUES	2	1,17	0,583	4,20 ns	5.14	10.9
TRATA	3	214,92	71,639	515,80**	4.76	9.78
ERROR	6	0,83	0,139			

Ns No es significativo

* Significativamente diferente

**Altamente significativo

Existe variación altamente significativa entre tratamientos al 5% y 1%, por lo que se entiende que entre tratamientos son diferentes pero no entre bloques.

Entre bloques no existe diferencia significativa.

PRUEVA M.D.S.

$$MDS = \sqrt{\frac{2cme}{N^{\circ} r}} * t$$

$$\sqrt{\frac{0,278}{3}} * 2,45 = 0,74$$

$$X_a - X_b = M.D.S$$

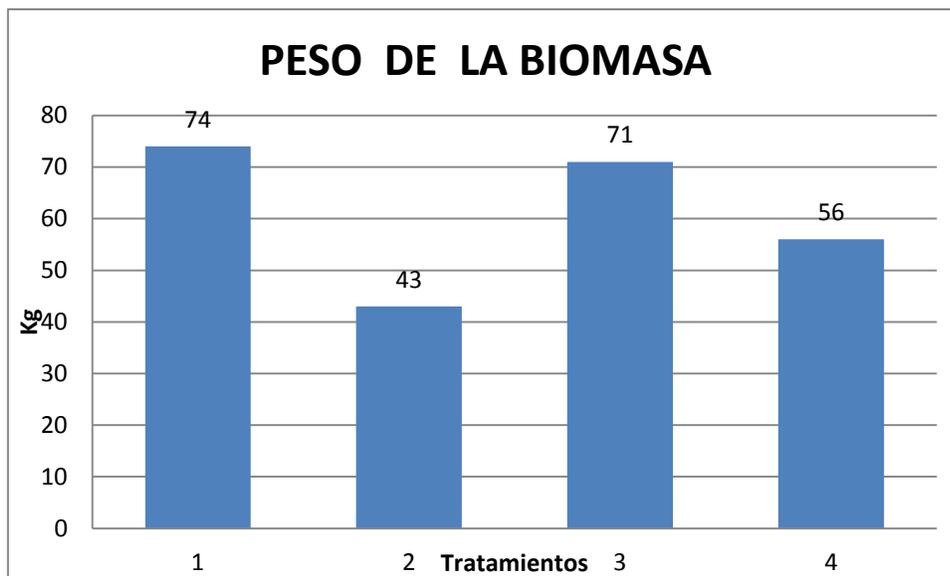
Cuadro 4.8. PRUEBA M.D.S DEL PESO DE LA BIOMASA

		T3	T4	T1
		25	23,6	18,6
T2	14,3	10,7	9,3	4,3
T1	18,6	6,4	5	0
T4	23,6	1,05	0	

Tratamientos	Medias	
T1	25	a
T3	23,6	b
T4	18,6	c
T2	14,3	c

La prueba de comparación de medias nos indica que el mejor tratamiento es el T1 de la S1 con D1 de 5 cm de planta a planta que corresponde a la arveja con 25 kg de biomasa, seguido por el T3 con D1 que corresponde al haba con 23,6 kg.

Gráfico 4.2. Peso de la biomasa



De acuerdo al gráfico la S1 en el T1 fue la que alcanzó más peso de biomasa con 74 kg con densidad de 5 cm entre planta y planta, le sigue la S2 en el T3 con 71 kg de biomasa con densidad de 15 cm, posteriormente está el T4 con 56 kg de biomasa con densidad de 20 cm de planta a planta y por último tenemos a la S1 en el T2 con 43 kg de biomasa con densidad de 10 cm, que fue el menor peso.

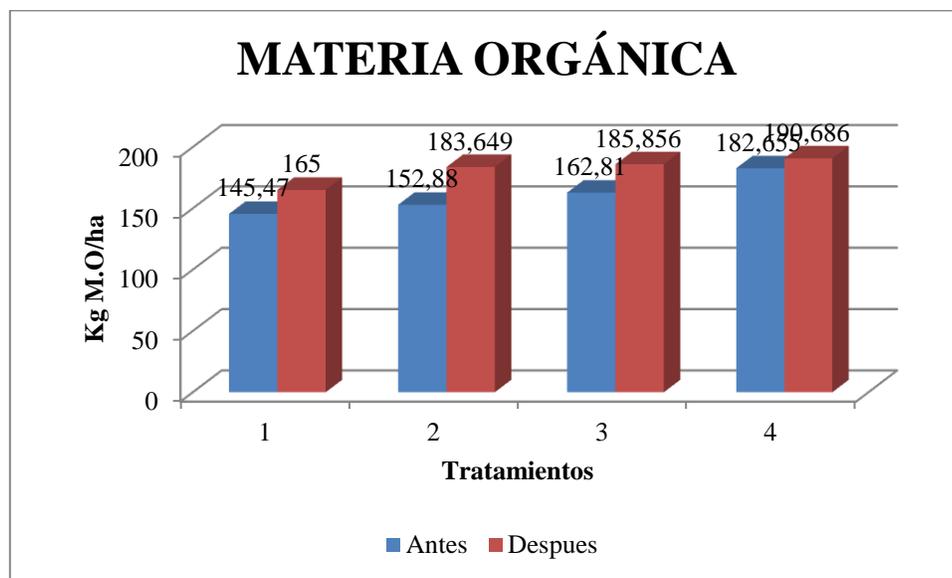
3 incrementó de los macronutrientes:

Cuadro 4.9. ANÁLISIS DE LA MATERIA ORGÁNICA

Tratamientos	Análisis antes de sembrar la arveja y la haba	Análisis después de incorporar la biomasa de arveja y haba
T 1	145.470 kg/ha	165.000 kg/ha
T 2	152.880 kg/ha	183.642 kg/ha
T 3	162.810 kg/ha	185.856 kg/ha
T 4	182.655 kg/ha	190.686 kg/ha

De acuerdo al cuadro comparativo se tiene un incremento notable en la materia orgánica con la incorporación de los abonos verdes el tratamiento que más incrementó fue el T 4 con 190.686 kg/ha, seguido por el T 3 con 185.856 kg/ha, posteriormente le sigue el T 2 con 183.642 kg/ha y por último tenemos al T 1 con 165.000 kg/ha, esta variabilidad se debe a que en el primer análisis de suelos los datos son diferentes entre tratamientos por eso es que también varían en el segundo análisis después de haber incorporado la biomasa.

Gráfico 4.3. Materia orgánica

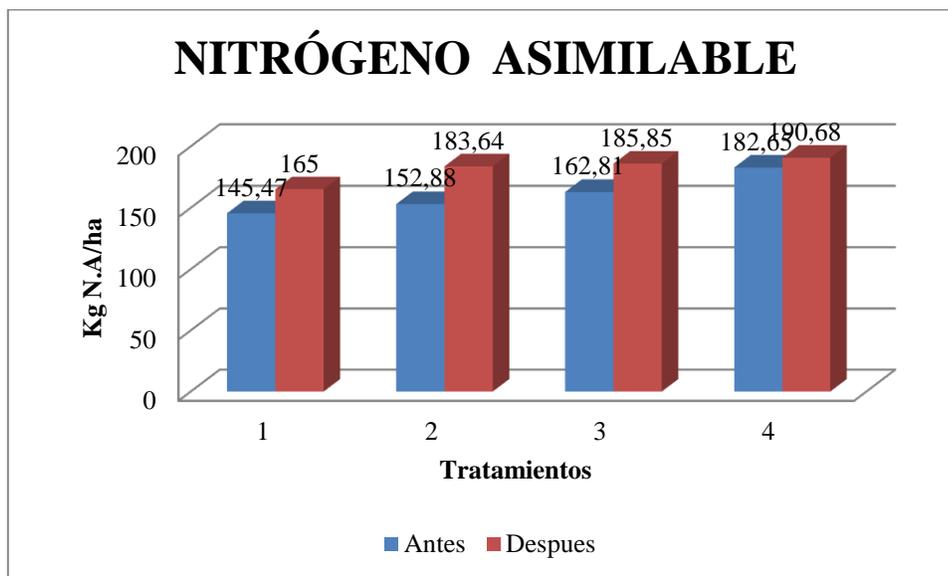


De acuerdo al gráfico el T4 fue el que más kg de materia orgánica alcanzó con la incorporación de las leguminosas con 190,686 kg M.O, le sigue T3 con 185,856 kg, posteriormente está el T2 con 183,649 kg, y por último está el T1 con 165,000 kg de M.O. que fue el tratamiento que menos incremento, esto se debe a variabilidad de los tratamientos al momento de incorporar la biomasa.

Cuadro 4.10. NITRÓGENO ASIMILABLE

Tratamientos	Análisis antes de sembrar	Análisis después de incorporar
T 1	145.47 kg N.A/ha.	165 kg N.A/ha.
T 2	152.88 kg N.A/ha.	183.64 kg N.A/ha.
T 3	162.81 kg N.A/ha.	185.85 kg N.A/ha
T 4	182.65 kg N.A/ha.	190.68 kg N.A/ha

De acuerdo al cuadro se tiene que si hubo un incremento en el nitrógeno asimilable en todos los tratamientos el T 4 fue el que más incrementó con 190.68 kg N. A. seguido del T 3 con 185.85 kg N .A. posteriormente le sigue el T 2 con 183.64 kg N.A. y por ultimo tenemos al T 1 con 165 kg N.A. que aportaron las leguminosas después de ser incorporadas al suelo.

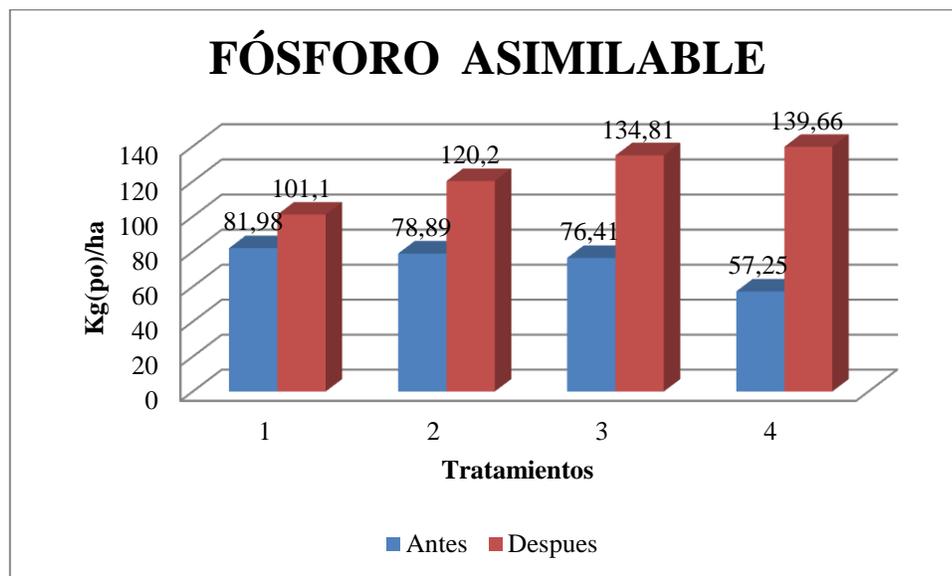
Gráfico 4.4. Nitrógeno asimilable

De acuerdo a la gráfico el T4 fue el que más kg de nitrógeno alcanzó con 190,68 kg N.A. le sigue el T3 con 185,85 kg, posteriormente está el T2 con 183,64 kg, y por último está el T1 con 165 kg de N.A. que aportaron las leguminosas desde ser incorporadas.

Cuadro 4.11. FÓSFORO ASIMILABLE

Tratamientos	Análisis antes de sembrar	Análisis después de incorporar
T 1	81.98 kg(P ₂ O ₅)/ha	101.10 kg(P ₂ O ₅)/ha
T 2	78.89 kg(P ₂ O ₅)/ha	120.20 kg(P ₂ O ₅)/ha
T 3	76.41 kg(P ₂ O ₅)/ha	134.81 kg(P ₂ O ₅)/ha
T 4	57.25 kg(P ₂ O ₅)/ha	139.66 kg(P ₂ O ₅)/ha

De acuerdo al cuadro se puede notar que si hubo un incremento del fósforo asimilable en los cuatro tratamientos el tratamiento que más incrementó fue el T 4 con 139.66 kg, seguido por el T 3 con 134.81 kg, posteriormente le sigue el T 2 con 120.20 kg y por último está el T 1 con 101.10 kg (P₂ O₅)/ha. Después de la incorporación de la biomasa al suelo.

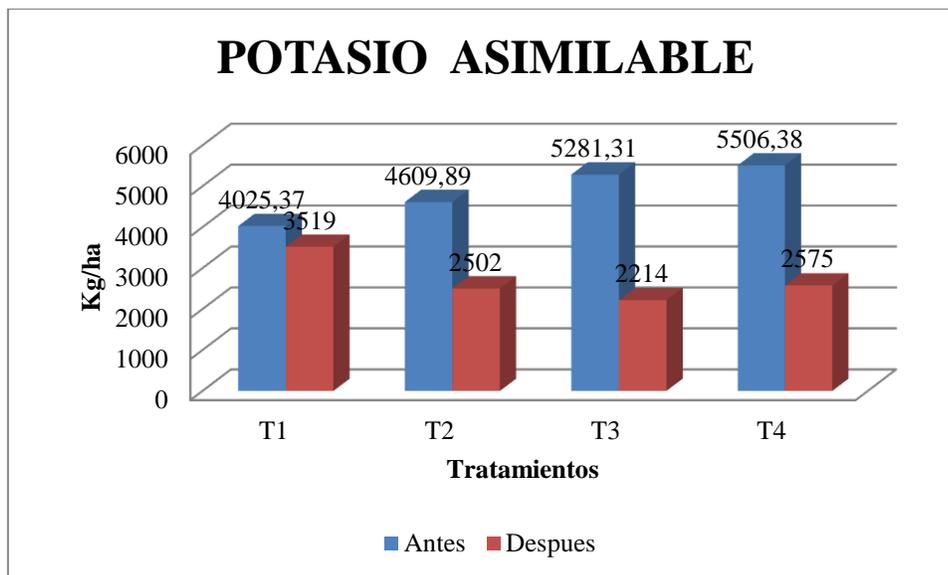
Gráfico 4.5. Fosforo asimilable

De acuerdo con el gráfico se pudo ver que hubo un incremento notable en kg. P₂ O₅/ha. El T4 fue el que más incrementó con 139,66 kg, le sigue el T3 con 134,81 kg, posteriormente está el T2 con 120,2 kg y por último está el T1 con 101,1 kg de P₂ O₅/ha. Después de haber sido incorporado.

Cuadro 4.12. POTASIO ASIMILABLE

Tratamientos	Análisis antes de sembrar	Análisis después de incorporar
T 1	4025,37 kg (k ₂ O)/ha	3519 kg (k ₂ O)/ha
T 2	4609,89 kg (k ₂ O)/ha	2502,71 kg (k ₂ O)/ha
T 3	5281,31 kg (k ₂ O)/ha	2214,15 kg (k ₂ O)/ha
T 4	5506,38 kg (k ₂ O)/ha	2575,90 kg (k ₂ O)/ha

De acuerdo al cuadro se puede ver que el (k₂O) tiende a bajar el T3 es el que más baja con 2214,15 kg (k₂O)/ha, le sigue el T2 con 2502,71 kg, posteriormente le sigue el T4 con 2575,90 kg y el último es el T1 con 3519 kg (k₂O)/ha. Después de ser incorporada la biomasa

Gráfico 4.6. Potasio asimilable

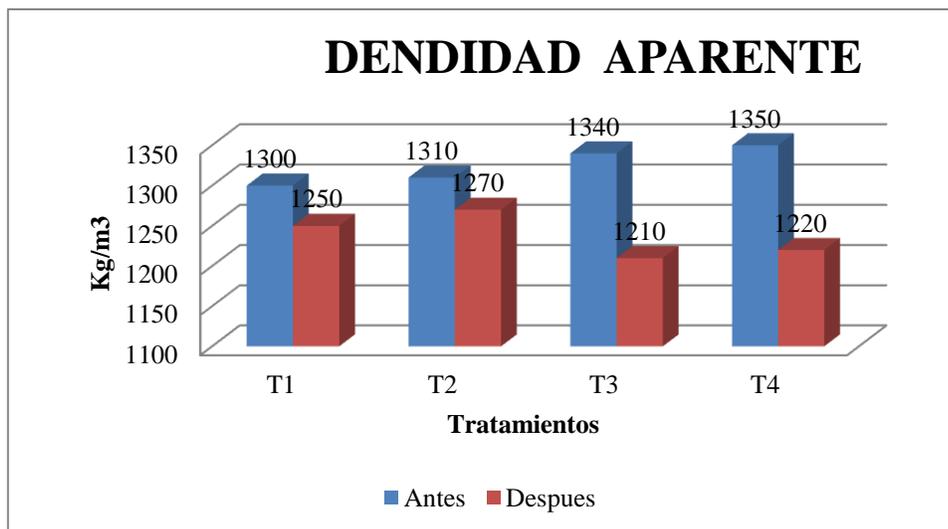
De acuerdo al gráfico el (K₂O)/ha. Tiende a bajar el T3 es el que más baja con 2214,15 kg (k₂O)/ha, le sigue el T2 con 2502,71 kg, posteriormente está el T4 con 2575,90 kg y por último está el T1 con 3519 kg (k₂O)/ha. Después de ser incorporada la biomasa.

Cuadro 4.13. ANÁLISIS DE LA DENSIDAD APARENTE

Tratamientos	Análisis de la Da Antes de sembrar	Análisis de la Da después de incorporar
T 1	1.300 Kg/m ³	1.250 Kg/m ³
T 2	1.310 kg/m ³	1.270 kg/m ³
T 3	1.340 kg/m ³	1.210 kg/m ³
T 4	1.350 kg/m ³	1.220 kg/m ³

De acuerdo al cuadro de comparaciones de las densidades aparentes de los análisis de suelos se tiene que si se modificó la densidad aparente porque bajó de peso en kg/m³ los tratamientos, el T3 fue el que bajó más de peso 1.210 kg/ m³, le sigue el T4 con 1.220 kg/m³, posteriormente está el T1 con 1.250 kg/m³ y por último tenemos al T2 con 1.270 kg/m³. Lo que nos da a entender que al bajar el peso del suelo en la misma unidad de superficie de un m³ aumento la porosidad del suelo, lo que es favorable para un buen desarrollo de raíces y una buena conducción de los elementos que requiere la planta para nutrirse.

Gráfico 4.7. Densidad aparente

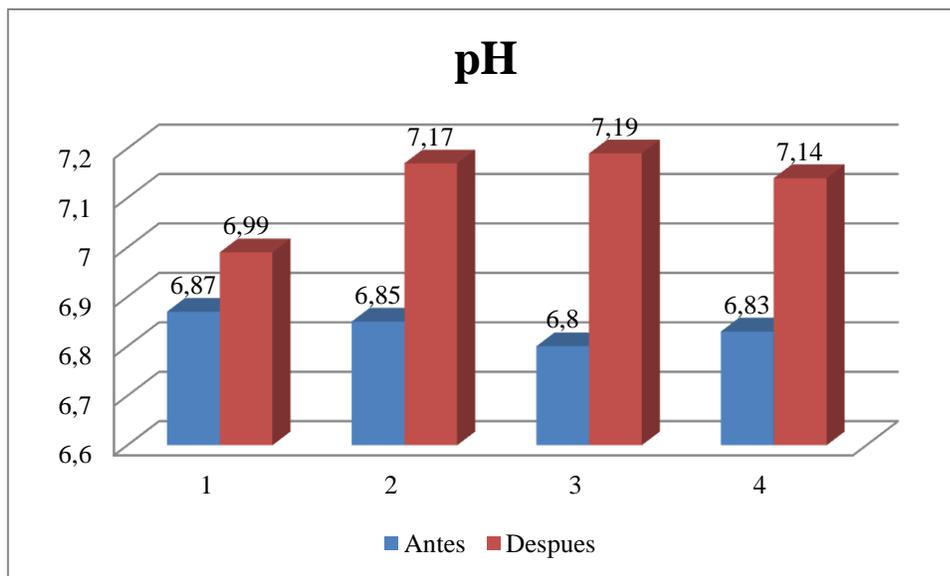


De acuerdo al gráfico la densidad aparente también baja el T3 es el que más baja con 1210 kg/m^3 , le sigue el T4 con 1220 kg/m^3 , posteriormente está el T1 con 1250 kg/m^3 y por último está el T2 con 1270 kg/m^3 . Lo que se entiende que al bajar de peso el suelo en un m^3 aumento la porosidad.

Cuadro 4.14. ANÁLISIS DEL PH

Tratamientos	Análisis del pH Antes de sembrar	Análisis del pH después de incorporar
T 1	6.87	6.99
T 2	6.85	7.17
T 3	6.80	7.19
T 4	6.83	7.14

De acuerdo al cuadro comparativo del pH de los análisis de suelos se pudo ver una modificación en el pH de contar con un pH neutro en los primeros análisis, se pasó a los segundos análisis a convertirse en débilmente alcalino, el tratamiento que más incrementó su pH fue el T 3 con 7,19 seguido por el T 2 con 7,17 posteriormente le sigue el T 4 con 7,14 y por último está el T 1 con 6,99. Esto se debe a que la materia orgánica es un regulador del pH.

Grafico 4.8. Análisis del pH

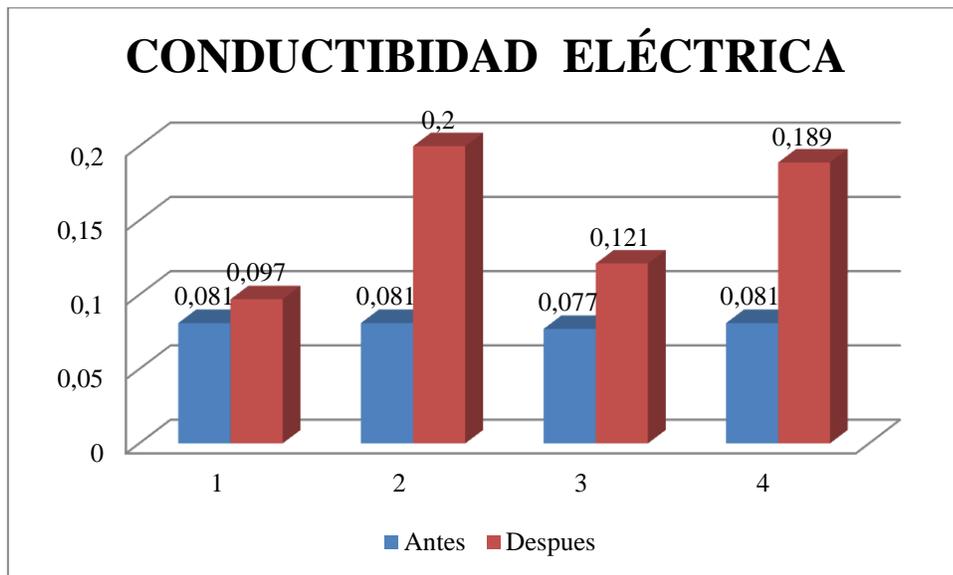
De acuerdo al gráfico del pH de los análisis de suelos se pudo ver una modificación en el pH de contar con un pH neutro en los primeros análisis, se pasó a los segundos análisis a convertirse en débilmente alcalino, el tratamiento que más incrementó su pH fue el T 3 con 7,19 seguido por el T2 con 7,17 posteriormente le sigue el T 4 con 7,14 y por ultimo está el T 1 con 6,99.

Cuadro 4.15. ANÁLISIS DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Tratamientos	Análisis de la CE Antes de sembrar	Análisis de la CE después de incorporar
T 1	0.081 mmhos/cm	0.097 mmhos/cm
T 2	0.081 mmhos/cm	0.200 mmhos/cm
T 3	0.077 mmhos/cm	0.121 mmhos/cm
T 4	0.081 mmhos/cm	0.189 mmhos/cm

De acuerdo al cuadro comparativo se puede ver que si se modificó la conductividad eléctrica de contar con un suelo no salino con un promedio de 81mmhos/cm en el primer análisis de suelos, se tuvo un incremento en el segundo análisis de suelos el T2 fue el que más incremento con 200 mmhos/cm, le sigue el T4 con 189 mmhos/cm, posteriormente está el T3 con 121 mmhos/cm y por último tenemos al T1 con 97 mmhos/cm por lo que corresponde a un suelo no salino.

Gráfico 4.9. Conductividad eléctrica



De acuerdo al gráfico se puede ver que si se modificó la conductividad eléctrica de contar con un suelo no salino con un promedio de 81 mmhos/cm en el primer análisis de suelos, se tuvo un incremento en el segundo análisis de suelos el T2 fue el que más incrementó con 200 mmhos/cm, le sigue el T4 con 189 mmhos/cm, posteriormente está el T3 con 121 mmhos/cm y por último tenemos al T1 con 97 mmhos/cm, por lo que corresponde a un suelo no salino.

Cuadro 4.16. Cálculos de los dos análisis de suelos

Tratamientos	Análisis de materia orgánica antes de sembrar	Análisis de materia orgánica después de incorporar
T1	145.470 Kg/ha	165.000 kg/ha
T2	152.880 Kg/ha	183.642 kg/ha
T3	162.810 Kg/ha	185.856 kg/ha
T4	182.655 Kg/ha	190.686 kg/ha
	Análisis del nitrógeno antes de sembrar	Análisis del nitrógeno después de incorporar
T1	145,47 kg N.A./ha	165 kg N.A./ha
T2	152,88 kg N.A./ha	183,64 kg N.A./ha
T3	162,81 kg N.A./ha	185,85 kg N.A./ha
T4	182,65 kg N.A./ha	190,68 kg N.A./ha
	Análisis del fósforo antes de sembrar	Análisis del fósforo después de incorporar
T1	81,98 kg(P ₂ O ₅)/ha	101,10 kg(P ₂ O ₅)/ha
T2	78,89 kg(P ₂ O ₅)/ha	120,20 kg(P ₂ O ₅)/ha
T3	76,41 kg(P ₂ O ₅)/ha	134,81 kg(P ₂ O ₅)/ha
T4	57,25 kg(P ₂ O ₅)/ha	139,66 kg(P ₂ O ₅)/ha
	Análisis del potasio antes de sembrar	Análisis del potasio después de incorporar
T1	4025,37 kg(k ₂ o)/ha	3519 kg(k ₂ o)/ha
T2	4609,89 kg(k ₂ o)/ha	2502,71 kg(k ₂ o)/ha
T3	5281,31 kg(k ₂ o)/ha	2214,15 kg(k ₂ o)/ha
T4	5506,38 kg(k ₂ o)/ha	2575,90 kg(k ₂ o)/ha
	Análisis de la densidad aparente antes de sembrar	Análisis de la densidad aparente después de incorporar
T1	1.300 kg/m ³	1.250 kg/m ³
T2	1.310 kg/m ³	1.270 kg/m ³
T3	1.340 kg/m ³	1.210 kg/m ³
T4	1.350 kg/m ³	1.220 kg/m ³
	Análisis del pH antes de sembrar	Análisis del pH después de incorporar
T1	6.87	6.99
T2	6.85	7.17
T3	6.80	7.19
T4	6.83	7.14
	Análisis de la C.E. antes de sembrar	Análisis de la C.E. después de incorporar
T1	0.081 mmhos/cm	0.097 mmhos/cm
T2	0.081 mmhos/cm	0.200 mmhos/cm
T3	0.077 mmhos/cm	0.121 mmhos/cm
T4	0.081 mmhos/cm	0.189 mmhos/cm

Descripción de los incrementos de los elementos:

De acuerdo a los datos de los dos análisis de suelos arrojados por el laboratorio de antes de sembrar las leguminosas y después de incorporarlas al suelo.

Se puede ver que si hubo un incremento en los macronutrientes.

- La materia orgánica presentó un incremento notable en el segundo análisis de suelos el T2 fue el que más incrementó con 30,769 kg/ha, el T3 con 23,046 kg/ha, el T1 con 19,530 kg/ha y el T4 con 8,031 kg/ha M. O.
- El nitrógeno total también tuvo un incremento el T2 fue el que más incrementó con 30,76 kg N.A/ha, el T3 con 23,04 kg N.A/ha, el T1 con 19,53 kg N.A/ha y el T4 con 8,03 kg N.A/ha.
- El fósforo también incremento el T4 fue el que más incrementó con 82,41 kg (P₂O₅)/ha, el T3 con 58,4 kg (P₂O₅)/ha, el T2 con 41,31 kg (P₂O₅)/ha y el T1 con 19,12 kg (P₂O₅)/ha.
- El potasio es el único elemento que disminuye en relación con el primer análisis de suelos, esto se debe a que las leguminosas han extraído el potasio del suelo más de que pueden reponer el T3 con 3067,16 kg(k₂O)/ha y el T1 con 506,37 kg(k₂O)/ha.
- La densidad aparente también bajó de peso en relación al mismo volumen de suelo, el T3 y T4 con 130 kg/m³, el T1 con 50 kg/m³ y el T2 con 40 kg/m³.
- El pH también tiende a subir de contar con un pH neutro paso a convertirse el débilmente alcalino el T3 subió 0.39, el T2 con 0,32, el T4 con 0,31 y el T1 con 0,12.
- La conductividad eléctrica también sube el T2 incremento 0,119 mmhos/cm, el T4 con 0,108 mmhos/cm, el T3 con 0,044 mmhos/cm y el T1 con 0,016 mmhos/cm, lo se entiende que hay más conductividad con la incorporación de las leguminosas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➤ **Días de floración.**

La arveja resultó ser más precoz porque floreció en el T2 a los 61 días de haber sido sembrada, que corresponde a la D2 de 10 cm entre planta y planta, en el T1 que corresponde a la D1 de 5 cm floreció a los 62 días, mientras que el haba demoró un poco más donde el T4 floreció a los 63,6 días que corresponde a la D2 de 20 cm y el T3 floreció a los 64 días que corresponde a la D1 de 15 cm de planta y planta.

➤ **Peso de la biomasa.**

La arveja fue la que alcanzó el mayor peso de biomasa con 74 kg en el T1 con D1 de 5 cm entre planta y planta, le sigue el T3 que corresponde a la haba con 71 kg de biomasa con D1 de 15 cm, posteriormente está el T4 con 56 kg de biomasa con D2 de 20 cm y por último está T2 con D2 de 10 cm con 43 kg de biomasa que fue el que obtuvo el menor peso en biomasa.

Análisis de la materia orgánica

El mayor incremento de materia orgánica presentó el T4 que corresponde a la haba con D2 de 20 cm de planta a planta con 190.686 kg M.O/ha, le sigue el T3 con D1 de 15 cm con 185.856 kg/ha, posteriormente está el T2 con D2 de 10 cm de planta a planta que corresponde a la arveja con 183.649 y por último está el T1 con D1 con 165.000 kg M.O/ha. Estos datos varían porque el suelo es variable a pesar de ser el área de siembra de 288 m², se nota la diferencia en los tratamientos del primer análisis de suelos.

Nitrógeno asimilable

El T4 con D2 de 20 cm fue el que más kg de nitrógeno alcanzó con 190,68 kg N.A. le sigue el T3 con 185,85 kg, posteriormente está el T2 con D2 de 10 cm de planta a planta que corresponde a la arveja con 183,64 kg N.A/ha, y por ultimo está el T1 con D1 de 5 cm de planta a planta con 165 kg de N.A/ha. que aportaron las leguminosas después de ser incorporadas.

Fósforo asimilable

El T4 con D2 de 20 cm de planta a planta que corresponde al haba fue el que más incremento con 139,66 kg. $P_2 O_5$ /ha, le sigue el T3 con D1 con 134,81 kg $P_2 O_5$ /ha, posteriormente está el T2 con D2 con 120,2 kg $P_2 O_5$ /ha y por ultimo está el T1 con D1 de 5 cm de planta a planta con 101,1 kg de $P_2 O_5$ /ha. después de la incorporación de las leguminosas.

Potasio asimilable

El potasio es el único macro elemento que tiende a bajar el T3 con D1 de 15 cm de planta a planta que corresponde al haba es el que más baja con 2214,15 kg (k_2O)/ha, le sigue el T2 con D2 de 10 cm de planta a planta que corresponde a la arveja con 2502,17 kg (k_2O)/ha, posteriormente le sigue el T4 con D2 de 20 cm con 2575,90 kg (k_2O)/ha y por último está el T1 con D1 de 5 cm con 3519 kg (k_2O)/ha. Esto se debe a que las dos especies han extraído del suelo el K más de que pueden reponer.

Análisis de la densidad aparente

La densidad aparente también baja el T3 es el que más baja con 1210 kg/m³, le sigue el T4 con 1220 kg/m³, posteriormente está el T1 con 1250 kg/m³ y por último está el T2 con 1270 kg/m³. Lo que nos da a entender que al bajar el peso del suelo en la misma unidad de superficie de un m³ aumentó la porosidad del suelo, lo que lo convierte en suelo agrícola bueno porque aumento la aireación, facilita el enraizamiento, mejora la circulación del agua y los macro y micro elementos del suelo.

Análisis del pH

De acuerdo al cuadro comparativo del pH de los análisis de suelos se pudo ver una modificación en el pH de contar con un pH neutro en los primeros análisis, se pasó a los segundos análisis a convertirse en débilmente alcalino, el tratamiento que más incremento su pH fue el T 3 con 7.19, seguido por el T 2 con 7.17, posteriormente le sigue el T 4 con 7.14 y por ultimo está el T 1 con 6.99. Esto se debe a que la materia orgánica es un regulador de la acides y salinidad del suelo convirtiéndolo en un pH neutro.

Análisis de la conductividad eléctrica

De acuerdo al gráfica se puede ver que si se modificó la conductividad eléctrica de contar con un suelo no salino con un promedio de 81mmhos/cm en el primer análisis de suelos, se tuvo un incremento en el segundo análisis de suelos el T2 fue el que más incremento con 200 mmhos/cm, le sigue el T4 con 189 mmhos/cm, posteriormente está el T3 con 121 mmhos/cm y por ultimo tenemos al T1 con 97 mmhos/cm. Por lo que corresponde a un suelo no salino.

Por lo que es considerado un suelo acto para varios cultivos.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo al trabajo de investigación que realice yo recomendaría el tratamiento T1 que corresponde a la especie S1 que es la arveja con la densidad D1 de 5cm la que obtuvo más biomasa y por qué es más blando sus tallos que el haba para descomponerse.
- Es importante que una vez enterrada la biomasa de las leguminosas no se vuelva a abrir el surco para que no se evapore el nitrógeno ya que es un gas volátil. Se debe repetir esta operación de incorporar nitrógeno de la atmosfera con las leguminosas varias veces para mejorar los rendimientos en la producción, porque no es tan notable en el primer año.
- Esta práctica de incorporar abono verde de leguminosas con la finalidad de fijar nitrógeno de la atmosfera y reponer el desgaste del suelo después de cada cultivo, para no bajar el rendimiento del cultivo, se debe repetir varias veces porque en el tercer año recién se notó una diferencia significativa en el rendimiento.
- Se debe continuar investigando sobre los niveles y tipos de fertilización de los suelos ya que es el medio determinante para obtener una producción óptima. Y no siempre nos tiene que demandar muchos recursos económicos para hacer un mantenimiento de suelos si reponemos año a año el desgaste.
- Es importante hacer un plan de rotación de cultivos de leguminosas con gramíneas, para aprovechar el nitrógeno que fijan las leguminosas.
- Al practicar la técnica de incorporación de abonos verdes de leguminosas mejoramos los suelos y por ende los rendimientos de los cultivos.