

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROPECUARIA



“EVALUACIÓN DE CUATRO CULTIVARES SIMBIONTES EN EL INCREMENTO DEL NITRÓGENO EN EL SUELO BAJO TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN EL DISTRITO DE TALAVERA”.

Tesis presentado por el Bachiller en Ciencias Agrarias **OLGUER REMIGIO ALARCON ALARCÓN**, para optar al Título Profesional de **INGENIERO AGROPECUARIO**

Asesores:

MSC. ING. SALVADOR QUISPE CHIPANA

QCO. FILOMENO AYALA ROJAS

Patrocinador: Fundo Alarcón

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC

2019

DEDICATORIA

A MIS PADRES.

A mis padres Celestino Alarcón
Gutiérrez y Julia Susana Alarcón
Fernández con mucho respeto y gratitud
por su apoyo permanente en todo momento
para lograr la culminación de mi formación

A MIS SERES QUERIDOS.

A mi hija Ximena y mi hijo Joseph mis
hermanos Edison, Henry, Sandro y mis
abuelitos, Remigio y Julia, por sus
constantes apoyos en el objetivo logrado.

A MIS AMIGOS Y DOCENTES

A mis amigos de, estudios universitarios
y a mis queridos docentes que siempre me
brindaron su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS**, por darme la sabiduría y guiarme por el camino del bien para culminar con éxito esta carrera profesional.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**, mis profundos agradecimientos por haberme acogido en sus aulas y permitirme estudiar una carrera profesional.

A la **FACULTAD CIENCIAS DEL DESARROLLO**, al equipo de docente y administrativos por contribuir inmensamente en mi formación profesional.

A la **CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**, por permitirme realizar la ejecución de mi proyecto de tesis.

Al **MSc. Ing. SALVADOR QUISPE CHIPANA** y **Qco. FILOMENO AYALA ROJAS**, por el asesoramiento técnico, científico, que me brindo para la elaboración del presente trabajo de investigación. A mis amigos, Marco Antonio Cárdenas Aguilar, Jhosimar Lizarme, y Edilberto Palomino Ccoicca por haber brindado los apoyos incondicionales en la realización del presente trabajo de investigación.

A todos mis compañeros de la **Promoción 2002-2**, quienes han sido parte de mi familia, con quienes hemos compartido los momentos de estudios y solidaridad vividos en el transcurso de nuestra formación profesional.

INDICE

DEDICATORI	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
INTRODUCCIÓN	1
I: PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del Problema	3
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Definición del Problema.....	4
1.4. Limitaciones del Problema	4
II : OBJETIVO Y JUSTIFICAICON	5
2.1. Objetivo general	5
2.2. Objetivos específicos.....	5
2.3. Justificación e Importancia.	5
III: HIPÓTESIS.....	7
3.1. Hipótesis General.....	7
3.2. Hipótesis Específico.	7
IV: MARCO TEÓRICO	8
4.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
4.2. Generalidades de los Cultivos.....	10
4.2.1. Generalidades y taxonomía del haba (Vicia Faba).....	10
4.2.1.1. Origen.....	10
4.2.1.2. Morfología del haba	11
4.2.2. Generalidades y Taxonomía de la Arveja.....	12
4.2.2.1. Origen.....	12
4.2.2.2. Características morfológicas de la arveja.	13
4.2.3. Generalidades y taxonomía de la lenteja.....	14
4.2.3.1. Origen.....	14
4.2.3.2. Características Morfológicas de la Lenteja	15
4.2.4. Generalidades y Taxonomía del frejol	16

4.2.4.1. Origen	16
4.2.4.2. Morfología del Frejol	17
4.3. BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO	19
4.3.1. Las bacterias del género Rhizobium	19
4.3.2. Las bacterias del Genero Azotobacter	19
4.3.3. Especificidad de Fijadores por cultivo	20
4.3.4. Morfología del género Rhizobium	20
4.3.5. Taxonomía del género Rhizobium	21
4.4. ETAPAS DE LA INFECCIÓN Y FIJACIÓN DE NITRÓGENO	21
4.5. ZONAS DE INFECCIÓN	22
4.5.1. Zona I o meristemática	22
4.5.2. Zona II o de invasión	22
4.5.3. Zona de prefijación	23
4.5.4. Interzona II y III	23
4.5.5. Zona III o de fijación	23
4.5.6. La zona ineficiente	23
4.5.7. Zona IV o de senescencia	24
4.6. FACTORES QUE AFECTAN LA NODULACIÓN	24
4.6.1. Temperatura	24
4.6.2. Humedad	24
4.6.3. Nitrógeno	25
4.6.4. Fósforo y potasio	25
4.6.5. Potencial de hidrogeniones (pH)	26
4.6.6. Luz y carbohidratos	26
4.7. FIJACIÓN DEL NITRÓGENO EN LAS PLANTAS	26
4.8. MATERIALES Y METODOS	27
4.8.1. Ubicación del experimento	27
4.8.2. Ubicación política y Localización	27
4.8.3. Vías de acceso	28
4.9. MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	28
4.9.1. Materiales, equipos y herramientas de campo	28
4.9.2. Materiales para la preparación del terreno	29
4.9.3. Materiales de gabinete	29
4.9.4. Historial de Siembra del Campo Experimental	29

V: DISEÑO EXPERIMENTAL	30
5.1. VARIABLES DE ESTUDIO	31
5.1.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	31
5.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL.....	32
5.2. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN.....	33
5.2.1. Análisis de la información	37
5.2.2. Metodología para la evaluación de datos	38
VI: RESULTADOS	40
6.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
6.1.1. Incremento del porcentaje de nitrógeno	40
6.1.2. Número de nódulos	43
6.1.3. Altura de planta	47
6.1.4. Rendimiento por planta.....	52
6.1.5. Análisis económico.....	56
VII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
7.1. INCREMENTO DE NITRÓGENO	57
7.2. NÚMERO DE NÓDULOS	58
7.3. ALTURA DE PLANTA.....	58
7.4. RENDIMIENTO POR PLANTA	59
VIII: CONCLUSIONES.....	60
VIII RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBIOGRAFICAS	62
ANEXOS	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Clasificación taxonómica del haba (Vicia Faba)	11
Cuadro 2 Clasificación taxonómica de la arveja (Pisum sativum)	13
Cuadro 3 Clasificación taxonómica de la lenteja (Lens Culinaris).....	15
Cuadro 4 Clasificación taxonómica de frejol (Phaseolus Vulgaris).....	17
Cuadro 5 Cultivos fijadores de nitrógeno	20
Cuadro 6 Tratamientos de estudio	30
Cuadro 7 Variables dependientes	31
Cuadro 8 Características de la unidad experimental.....	32
Cuadro 9 Control de plagas y enfermedades	36
Cuadro 10 Fuentes de variación	38
Cuadro 11 Registros incremento de porcentaje de nitrógeno	40
Cuadro 12 Análisis de varianza para incremento de nitrógeno	41
Cuadro 13 Prueba de Tukey (5%) Cultivar y medias	42
Cuadro 14 Prueba de Tukey (5%) de la interacción (cultivo * distancia), para incremento de Densidad media.....	42
Cuadro 15. Prueba de Tukey (5%) de la interacción (cultivo * distancia), para incremento de nitrógeno.....	42
Cuadro 16. Registro de número de nódulos.....	44
Cuadro 17. Análisis de varianza para el número de nódulos	45
Cuadro 18 Prueba de Tukey (5%) de la interacción cultivares de medias	46
Cuadro 19 Prueba de Tukey (5%) de la interacción densidad* cultivar.....	46
Cuadro 20. Altura de planta.....	48
Cuadro 21. Análisis de varianza para altura de plantas	49
Cuadro 22 Prueba de Tukey (5%) de la interacción cultivar y medias de altura de planta.....	50
Cuadro 23 Prueba de Tukey (5%) de la interacción densidad y media	50
Cuadro 24 Prueba de Duncan al 5 %, de interacción (cultivos*distancia) para altura de planta	51
Cuadro 25 Registros de rendimiento por tratamiento (8m ²)	53
Cuadro 26. Análisis de varianza para rendimiento por tratamiento	54
Cuadro 27 Prueba de Tukey al 5 %, de interacción (cultivos*distancia) para rendimiento por tratamiento	55
Cuadro 28. Comparación de análisis económico de cuatro leguminosas	55

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema del diseño experimental. FUENTE PROPIA.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2. Incremento de nitrógeno por tratamientos Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3. Gráfico de número de nódulos por tratamientos</i>	<i>46</i>
<i>Figura 4 Gráfico de altura de plantas por tratamiento</i>	<i>52</i>
<i>Figura 5 Gráfica de rendimiento por tratamiento.....</i>	<i>56</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la parcela del fundo Alarcón que se encuentra ubicado en el distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas. La presente tesis propone la evaluación de cuatro cultivares simbiotes en el incremento del nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera.

Los cuatro cultivares simbiotes que se evaluaron fueron; el cultivo de haba, frejol, arveja y lenteja, cada cultivo conto con tres distanciamientos de siembra haciendo un total de 12 tratamientos en estudio; cada tratamiento se instaló en 4 bloques para su evaluación respectiva.

En la tesis realizada se observó que los cultivares haba (T1) y lenteja (T12) con distanciamientos 25 x 50 cm y 45 x 60 cm respectivamente son los que obtuvieron los mejores resultados para el incremento de nitrógeno en el suelo. Alcanzando el mejor incremento de nitrógeno en un promedio de 13.00 % para ambos tratamientos y que el cultivo de arveja (T9) con un distanciamiento 30 x 45 cm obtuvo el más bajo, con promedio de 9.00 % de nitrógeno. Para el número de nódulos el cultivo de frejol (T4) fue el que tuvo mayor número de nódulos con un promedio de 284.75 unidades, mientras que el cultivo de arveja (T7) obtuvo el menor número de nódulos con 21.25 unidades. Para el rendimiento por tratamiento de 8m² el cultivo del Frejol del T4 obtuvo una media de 1,476.80 gr/8m²; en cuanto al análisis económico de los cuatro cultivos el cultivo de frejol tuvo una mejor utilidad neta de S/. 2,627.91 y un índice de rentabilidad 52.25 % mientras que el cultivo de arveja tiene la menor utilidad neta de S/. 1,929.15 y un índice de rentabilidad de 39.67 %.

Palabras claves. Cultivos simbiotes, incremento de nitrógeno, nódulos, cultivos fijadores de Nitrógeno, Nitrógeno y Rendimiento.

SUMMARY

this research work was conducted in the plots of the fund Alarcon is located in the District of the province of Andahuaylas, Talavera, the present investigation proposes the evaluation of four cultivars symbionts in the increase of nitrogen in the soil under three clear of sowing in the District of Talavera.

The four cultivars symbionts that they were evaluated were bean, bean, pea and lentil cultivation each crop with three clear of planting, making a total of 12 treatments in study; 12 treatments were installed in 4 completely random blocks to their respective evaluation. The investigation showed that you cultivars bean (T1) and lentil (T12) with clear 25 x 50 cm and 45 x 60 cm respectively are those who obtained the best results for the increase of nitrogen in the soil. Reaching the best increase in nitrogen at an average of 13% for both treatments and that the cultivation of peas (T9) with detachment 30 x 45 cm obtained the lowest averages of 9% of nitrogen. For the number of nodules the cultivation of beans (T4) was which had greater number of nodules with an average of 284.75 und, while the cultivation of peas (T7) obtained the lower number of nodules with 21.25 und; with regard to the analysis economic of the four crops the cultivation of beans had a best utility net of s /. 2,627.91 and an index of profitability 52.25% while the cultivation of peas has the lower utility net of s /. 1,929.15 and an index of profitability of 39.67%.

To get a greater increase of nitrogen, greater number of nodules and the best analysis of profitability is recommend the production of the crop beans with their different distancing employees in the present research.

Key words. Symbiont crops, nitrogen increase, nodules.

INTRODUCCIÓN

El nitrógeno es uno de los macronutrientes esenciales para el buen incremento de las plantas. Este componente es muy óptimo en la atmósfera, sin embargo, las plantas no pueden utilizarlo en su modo natural y tienen que obtenerlo del terreno principalmente en su condición de nitratos o amonio. La adherencia biológica de nitrógeno en su transformación, por el cual microorganismos portadores de la enzima nitrogenada convierten el nitrógeno atmosférico en nitrógeno mezclado. Las bacterias de la especie *Rhizobium* poseen el potencial de adherir el nitrógeno, mediante una conexión de simbiosis con leguminosas.

La unión biológica de nitrógeno supone crecidamente del 60% de la adherencia total del nitrógeno en el cultivo y los microorganismos que llevan a cabo este desarrollo se denominan diazotofos. La enzima comprometida de la fijación de nitrógeno se denomina nitrogenasa y está compuesta por dos metaloproteínas, una con Fe (ferroproteína o nitrogenasa reductasa) y otra con Fe y Mo (ferromolibdoproteína o nitrogenasa debidamente dicha) como grupos activos.

Algunos de estas bacterias fijadoras tienen existencia libre son endofíticas de las legumbres y colonizan los espacios intercelulares radiculares de la planta hospedera. En algunas de estas asociaciones se ha demostrado el ingreso del nitrógeno fijado a la planta, como ocurre con *Gluconacetobacter* y *Herbaspirillum* que son endófitos de caña de azúcar y contribuyen a su fertilización nitrogenada. Existen asimismo estudios que muestran que algunas especies de bacterias pertenecientes a los géneros *Azoarcus*, *Azospirillum* y *Burkholderia*, penetran en las cepas del arroz y aumentan la disposición de compuestos nitrogenados.

La eficacia de la unión de nitrógeno es limitadamente baja en cuestión de los fijadores libres ya que el nitrógeno fijado es luego metabolizado y eliminado por

desnitrificación y lavado. La fijación en vida libre sólo aporta al terreno unos cientos de gramos de nitrógeno por hectárea y año, si bien son suficientes en medio natural, están muy lejos de compensar las necesidades de los cultivos. Sin embargo, la fijación en simbiosis es mucho más eficaz, calculándose que sólo la mutualidad *rhizobio* - leguminosa alcanza a producir más de 300 kilogramos por hectárea y año. Por ello determinados cultivos de leguminosas no requieren fertilización nitrogenada para que se incremente su contenido en proteínas, contribuyendo también a la ganancia de tierra en nitrógeno, que puede ser aprovechado por cultivos asociados o por las plantaciones posteriores a rotar los cultivos.

I: PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Mucho de los suelos en el Perú, son suelos muy bajos en nitrógeno, además de ello fueron empobrecidas con las constantes siembras de monocultivos que han hecho que se extraiga todos los nutrientes disponibles para las plantas. Es por ello que en la actualidad se utilizan muchos fertilizantes nitrogenados para mejorar el incremento y progreso del área foliar de los vegetales, la cual trae consigo que el suelo se vuelva dependiente de ello.

Una de las consecuencias también del monocultivo es que otros elementos están en mayor cantidad que el nitrógeno, la cual hace que los agricultores sean dependientes de los fertilizantes sintéticos, el cual trae como consecuencia, el empobrecimiento de la flora y fauna del suelo, erosión acelerada y otros. La rotación de cultivos y realizar un policultivo garantizan la fertilidad equilibrada del suelo, además de ello que conservan la flora y fauna, así como el ecosistema circundante. Para ello se plantea que en los policultivos se debe de realizar cultivos de gramíneas, luego rotar con cultivos de leguminosas, estas últimas que tienen la capacidad de simbiosis con algunos microorganismos simbióticos, las cuales fijan el nitrógeno en el suelo, lo cual ayuda a restablecer los nutrientes disponibles para las plantas.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál de los cuatro cultivares simbiotes haba, frijol, arveja y lenteja fija en mayor cantidad el nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Que cultivar fija mayor porcentaje de nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera?
- ¿Cuánto es el número de nódulos de *Rhizobium* que se pueda obtener cada cultivo simbiote en la presente investigación?
- ¿Cuál es el rendimiento y la altura de la planta de los cultivares simbiotes haba, frejol, arveja y lenteja

1.3. Definición del Problema

Los ccultivos Simbiotes haba, frejol, arveja y lenteja tienen baja fijación del Nitrógeno en el Suelo, por ende, algunos cultivares se convierten solo en extractivos y no así fijadores, por ende, se quiere conocer el nivel de fijación de Nitrógeno de cuatro Cultivares, principalmente leguminosas en condiciones climáticas del distrito de Talavera.

1.4. Limitaciones del Problema

Dentro de las limitaciones importantes es que existen muy pocos antecedentes de investigación respecto al tema y materiales caros. Esto trae consigo la escasa disponibilidad de material bibliográfico de consulta.

II : OBJETIVO Y JUSTIFICACION

2.1. Objetivo general

Evaluar cuatro cultivares simbiotes haba, frejol, arveja y lenteja, en el incremento del nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del distanciamiento en cada cultivar en la fijación del Nitrógeno en el suelo en el distrito de Talavera en la campaña agrícola 2012-2013.
- Determinar si el número de nódulos de *Rhizobium* en los cuatro cultivares simbiotes, influye en la fijación de Nitrógeno en la campaña agrícola 2012-2013.
- Evaluar el rendimiento y la altura de la planta de los cultivares simbiotes haba, frejol, arveja y lenteja en la campaña agrícola 2012-2013.

2.3. Justificación e Importancia.

El monocultivo es una de las problemáticas de gran importancia para el agricultor del ande, la cual conlleva a muchos problemas, una de las cuales es que muchos cultivos extraen en mayor cantidad un solo elemento nutritivo en varias campañas, la cual hace que el agricultor tenga que adicionar fertilizantes sintéticos para aumentar el rendimiento de los cultivos. Además de que muchos suelos del ande peruano y en especial del departamento de Apurímac y en específico de la provincia de Andahuaylas, son bajos en porcentaje de nitrógeno disponible en suelo.

Para ello en esta investigación se realizará una evaluación a cultivares simbiotes y ver la cantidad de nitrógeno que esta aumenta al suelo en una fase fenológica, con un cierto distanciamiento.

III: HIPÓTESIS.

3.1. Hipótesis General.

Existen diferencias apreciables al evaluar los cuatro cultivares simbioses, en el Incremento de Nitrógeno y la Rentabilidad, bajo tres distanciamientos de siembra en el Distrito de Talavera.

3.2. Hipótesis Específico.

- Al menos uno de los distanciamientos afecta en el incremento de Nitrógeno y rentabilidad en la producción, de los cuatro cultivares bajo tres distanciamientos de siembra en el Distrito de Talavera.
- Al menos un cultivar Simbionte evaluado obtiene mayor cantidad de nódulos.

Existen diferencias significativas en altura de planta que afecta la Rentabilidad de producción de los cultivares Simbioses haba, frejol, arveja y lenteja.

IV: MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la Investigación.

(Ocaña & Lluch, 2003). “Realizo la Investigación: crecimiento, fijación de nitrógeno, acumulación y asimilación de nitratos con dosis de nitrógeno en frijol - 2003, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. México”. La investigación llego a las siguientes conclusiones: Los resultados registrados en la actual tesis indican que, en el suceso específico de *Phaseolus vulgaris*, la concentración de KNO₃ favoreció el incremento de mejorar el cultivo y con todos los valores utilizados. Este resultado benéfico ocurrió en la nodulación y la unión biológica de N₂. No obstante, ambas variables aumentaron notablemente con la adherencia de 1 mm de KNO₃, en estado vegetativo cuando todavía no existe un incremento nodular. La abundancia de nitrato resultó favorecida con la fertilización nitrogenada, de manera notoria en el nódulo, seguido en el foliolo y en menor cantidad en las raíces. En la raíz, la enzima NRr fue constitutiva, simultáneamente, respondió positivamente a la fertilización nitrogenada, en especial la cantidad elevadas de KNO₃. Por otra parte, este cultivo no presentó actividad NRn constitutiva, en cuanto que la inducida alcanzó su valor máximo con la cantidad 1 mm y en el inicio de la fase reproductiva, lo que coincidió con la contribución más alta de ARA. La aportación del nódulo a la disminución del nitrato fue elevada, dificulta la asociación de las raíces (NRr) fue superior. Los procesos de baja de nitratos y adherencia biológica de N₂ ocurren de forma simultánea en el nódulo, e inclusive los resultados más altos de las actividades de las enzimas involucradas en los mismos (ARA y NRn) pueden concordar. A excepción no puede descartarse una viable competitividad entre uno y otro proceso, en exclusivo en el inicio y plena producción. De otra parte, la dosis baja de nitrato favorece el proceso de los nódulos, la fijación

de nitrógeno y la acción de nitrato reductasa en los nódulos de frijol, permitiendo a la leguminosa beneficiarse, tanto de adherencia biológica de N₂ como de la reducción de nitratos.

(Sepulveda, 2016). Realizo la tesis de Investigación: “Rizobacterias asociadas a lenteja (*Lens culinaris* L.) y su efecto en la nodulación en inoculación con rhizobio”, Investigación realizada en la Escuela de Post Grado de la Universidad de Concepción-Chillan-Chille, la cual se concluyó en lo siguiente: Cepas benéficas aisladas desde la endo y exorizosfera de lenteja obtenidas a partir de suelos pobres, con deficiencias nutricionales e hídricas del secano de la región del Biobío, Chile, sintetizan diversos compuestos promotores de desarrollo de las plantas. En esta tesis se obtuvieron diversos aislados con potenciales habilidades promotoras y se seleccionó una cepa, LY50, para utilizar promisoriamente como inoculante para optimizar la mejora y la inserción temprana del rhizobio en las raíces, a través de la síntesis de AIA de las PGPR y de la actividad de la enzima ACC Desaminasa. La coinoculación permitirá incrementar y adelantar la nodulación, aprovechando los beneficios de la fijación biológica de nitrógeno y promoviendo la resistencia a estrés en el sembrado de la lenteja, resultando en una infección más eficaz y competitiva.

Según (Covelli, (2013). La tesis Doctoral de Investigación: “Biofertilización con *Bradyrhizobium Japonicum* para la agricultura sustentable: Aspectos Eco fisiológicos del problema de la competición para la Nodulación”, hemos abordado la problemática de cómo variar lo perjudicial de los bradirrizobios del biofertilizante al abrir la contaminación de cepas. Por ello, hemos planteado la necesidad de concluir lo corregido cómo la duración mediante el cual los (bradi) rizobios se encuentran con las raíces infectables. En tal sentido, hipotetizamos tres opciones, la primera de ellas hace referencia al desplazamiento de las raíces a medida que van creciendo, con lo cual podrían ir encontrando a su paso colonias de (bradi)

rizobios sésiles, la segunda se relaciona con la movilidad de los (bradi) rizobios en el terreno y la tercera como una combinación de ambas. Por lo tanto, hemos abordado el estudio de los distintos tipos de movilidad que podría poseer *B. Japonicum* y cómo estos condicionarían su distribución en el suelo. En este punto, cabe destacar que en conjunto los estudios que hacen dependencia a que los rizobios nadan en la tierra hacia las raíces fueron realizados en medios líquidos, medios agarizados o medios porosos saturados de agua.

4.2. Generalidades de los Cultivos.

4.2.1. Generalidades y taxonomía del haba (*Vicia Faba*)

4.2.1.1. Origen.

El nacimiento de esta leguminosa es en Asia Oriental, sin embargo, algunos autores consideran como los principales centros de orígenes Afganistán y Etiopia.

Este cultivo fue trasladado a América por los colonialistas españoles a Regiones con temperaturas templadas y frías del continente, y se amplió en Países de América con zonas frías como México, República Dominicana, Perú, Brasil, Paraguay, Colombia, Bolivia y Ecuador. (Leon, 2010) pág. 2.

CUADRO 1*Clasificación taxonómica del haba (Vicia Faba)*

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Tracheopyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Sub familia	<i>Faboideae</i>
Genero	<i>Vicia</i>
Especie	<i>Vicia faba</i>

Fuente: Integrated Taxonomía Information System ITIS (2012, p.23)

4.2.1.2. Morfología del haba

Las habas son legumbres anuales o bienales, auto alógamas, de aspecto empinado y mide hasta 2 m de altura. Los Tallos forman 4-angulares y alados. Hojas subsésiles, paripinnadas por atrofia del foliolo o del zarcillo terminal que está suplantado por un apículo de 2-4 cm. Los foliolos 1-3 ambos por hoja, ovoideo o elíptico, de 2-10 x 1-5 cm, con el canto habitualmente completo, los ápices cerrados o mucronatos y glabrescentes. Las Estípulas semisagitadas y de unos 3,5 x 2,5 cm.

Las Flores sésiles en pequeño racimo axilares y pauciflorus con pedúnculos cortos. El cáliz **de** 1,5-1,8 cm, levemente giboso en la base, con dientes desiguales, los 2 superiores más cortos. Los Pétalos blancos con manchas negro-azuladas, pardas o purpúreas; el estandarte de 2-3,5 x 1,5-2 cm, las alas de unos 3 x 0,9 cm y la quilla de 2 x 0,8 cm. El Ovario pubescente. Vaina esponjosa, cilíndrica y menos comprimida, de 5-20 x 1-3 cm, con estípite de 4-5

mm y lampiña o sutilmente pubescente. Las Semillas 1-6 por vaina ovaladas, subcilíndricas o comprimidas, de 0,7-3 x 0,5-1,7 cm y de tono castaño-amarillento, verdoso o pardo rojizo. $2n = 12, 14$. “Se cultiva por sus legumbres verdes que se comen como verdura y por sus semillas comestibles que del mismo modo se utilizan”. (Peralta, 2010), pág. 73.

4.2.2. Generalidades y Taxonomía de la Arveja.

4.2.2.1. Origen.

La arveja (*Pisum sativum* L.) Es una leguminosa herbácea anual que se adapta regularmente a los climas fríos. Se han señalado como centros de las especies sembradas aparecieron en regiones montañosas del suroeste de Asia, en especial Afganistán, India y Etiopía. Existe un centro secundario de variedad está situado en el Mediterráneo. (Lobo, 1989).

Por lo que se supone que ya se cultivaban hacia el año 7.800 a.c; fue introducida en Europa comenzando en Asia. Los Romanos y griegos, ya como cultivo, hacia el año 500 a.c y se expandió por todo Asia y el resto de Europa, popularizándose las recetas que incluían arveja (Olvera L, A.R, Gama L, S., Delgado S., 2012)pág, 54.

Clasificación taxonómica de Arveja *Pisum sativum* L. Según Nolasco (2004) pág. 63.

Cuadro 2

Clasificación taxonómica de la arveja (*Pisum sativum*)

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Fanerogámas</i>
Sub división	<i>Angiospermas</i>
Clase	<i>Dicotiledóneas</i>
Orden	<i>Rosales</i>
Familia	<i>Leguminosas</i>
Género	<i>Pisum</i>
Especie	<i>Pisum sativum L.</i>
Nombres vulgares	<i>Arveja, guisante, chícharo</i>

Fuente: *Nolasco, (2004)*

4.2.2.2. Características morfológicas de la arveja.

Según (Buxade, Fernandez, Duran, Fernandez, Linares, Marquez, Martinez, Muñoz, Del Monte, 2002) pág, 366. La arveja posee una raíz principal pivotante y raíces laterales que se ramifican. La capacidad profundización de su sistema radicular no resulta tan acentuada como la de otro leguminoso grano, por lo que requiere bastante agua. Que tiende a profundizar bastante. Las hojas están formadas por pares de folíolos terminadas en zarcillos. Las inflorescencias salen arracimadas en grandes brácteas foliáceas –de hasta 9 por 4 cm– que se incrustan en las axilas de los folíolos. Las semillas (guisantes) se hallan en vainas entre 5 a 10 cm de tamaño que contienen entre 4 y 10 unidades. Existen variedades de conducta determinada, es referir, que crecen como hierbas hasta un tamaño definido, y otras de conducta indefinido, que se comportan como enredaderas que no dejan de trepar y requieren medios de apoyo o "guías". Son plantas herbáceas anuales, trepadoras, muy variables

modo y conducta, glabras. Hojas imparipinnadas; los 3–5 (7) folíolos distales siempre reducidos a zarcillos trepadores, folíolos normales 2–6, opuestos, ovados, elípticos, habitualmente 1.5–5.5 cm de largo y 1–2 cm de ancho, estipelas ausentes; estípulas foliáceas, ovadas, en general más largas que los folíolos, basalmente semicordadas, amplexicaulas y dentadas.

Inflorescencia flores solitarias o racimos con 2 o 3 flores en el ápice del pedúnculo; cáliz campanulado, 5-lobado, los 2 lobos superiores anchos; corola 1.5–2 cm de longitud, blanca o rosa, obovado o suborbicular, las alas falcado-oblongas, la quilla encorvada, apicalmente obtusa; estambres 10, diadelfos, el vexilar separado; forma barbado en el área interna. Legumbres oblongas o cilíndricas, más o menos comprimidas o teretes, 2.5–12.5 cm de largo y 1.5–2.5 cm de ancho, rectas o curvadas, carnosas y ceráceas al madurar, dehiscentes; semillas 3–12, tamaño y forma variable. González (2008) pág, 45.

4.2.3. Generalidades y taxonomía de la lenteja

4.2.3.1. Origen.

Según (Aguilar, Vasquez, Garcia, 2008). La lenteja procede primariamente de dos regiones las de semillas de pequeño volumen, de Asia sudoccidental y las semillas grandes, de los países mediterráneos.

Las lentejas parecen estar agrupadas al inicio de la siembra del trigo y la cebada en oriente próximo y es muy posible que se domesticara en territorio junto con los dos cereales. Se han encontrado en el norte de Siria pequeñas semillas carbonizadas que tienen entre nueve y once mil años de antigüedad. También, se han encontrado otras, datadas hacia el 7000 a.C, en la cueva Franchthi (Grecia) y en la gruta del oso (Sicilia, Italia). Los colonizadores

españoles las implantaron en América, especialmente en México y Perú. pág, 370.

Es oriunda de los países de meridional occidente de Asia, (Turquía, Siria, Irak), desde el inicio que se extendió precipitosamente por los países de la quebrada mediterránea. Los restos más antiguos de su cultivo datan del año 6600 a. C, lo que las convierte en uno de los alimentos más antiguos cultivados por el humano con aproximadamente 9000 años de tiempo pasado. “Fueron extensamente manipuladas por los egipcios que lo suponían un sustento primordial y seguidamente por los griegos y romanos. Aprovecharon de alimento a la población durante toda la época Media” (Belay, 2006).

Cuadro 3

Clasificación taxonómica de la lenteja (*Lens Culinaris*)

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Tribu	<i>Fabeae</i>
Genero	<i>Lens</i>
Especie	<i>Culinaris</i>

Fuente: *Salud Y Buenos Alimentos (2017)*

4.2.3.2. Características Morfológicas de la Lenteja

Según (Franco & Ramos, 1996) pág 36. “La lenteja *Lens culinaris Medicus*) es una planta herbácea anual, con aspecto semejante a un pequeño arbusto al presentar ramificaciones basales tan vigorosas como el tallo del que parten”. Su conducta de desarrollo varía a desde erguido hasta

postrado, en función del genotipo y del medio ambiente, y su altura varía habitualmente entre 15 y 50 cm, sobrepasando los 75 cm. Es una legumbre pubescente, unido, con tallos y ramas cuadrangulares con nervadura en los ángulos. Las hojas son alternas y paripinnadas, con 10 a 16 folíolos sésiles de 1 a 3 cm de longitud, cuya condición varía de ovada a lanceolada. Las hojas pueden acabar en zarcillo y presentan ambas estípulas vestigiales. También, poseen pulvínulos en el soporte que les permite plegarse en momentos de estrés hídrico. “Sus flores son típicamente papilionáceas, de 4 a 8 mm de longitud y de coloración azul pálido, púrpura, blanco o rosa (Duke 1981). Su fórmula floral es: K (5), C 5, A (1+9), G 1. Se reparten por la planta en racimos formados por 1 a 4 flores, que parten de las axilas foliares” (Castroviejo, 1999, pág. 15). Muehlbauer y Tullu (1997). El sistema radicular formado por una raíz primordial de la que parten finas raicillas secundarias. Habitualmente en ellas se puede ver los nódulos, principalmente en la parte próxima del suelo, a consecuencia de la simbiosis que establece con la bacteria.

Rhizobium leguminosarum biovar *viciae*. (Aparicio, 1993), pág 78. “Esta asociación, al igual que en otras leguminosas, aporta un beneficio a la planta por la fijación del nitrógeno atmosférico”.

4.2.4. Generalidades y Taxonomía del frejol

4.2.4.1. Origen

Según (Buxade, Fernandez, Duran, Fernandez, Linares, Marquez, Martinez, Muñoz, Del Monte, 2002). “El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario del continente americano y su domesticación se relaciona con el maíz. Procede de México y Perú, donde se empieza a cultivar 7000 años a.C junto con este cereal, llega el desarrollo en la civilización azteca, inca y maya. En los países citados se han encontrado restos fósiles de semillas y legumbre, aunque no hay pruebas

arqueológicas de que las poblaciones indígenas recolectaran la especie espontánea *Phaseolus vulgaris*, que todavía sigue existiendo hoy. Una hipótesis para explicar tal ausencia de prueba sería que estas poblaciones recolectasen los frijoles, pero los usasen de una forma que no ha dejado restos visibles”.

“A Europa lo llevaron los colonizadores, principalmente los españoles. Gracias a ello. Las judías o frijol les han llegado a convertirse en unos alimentos de primer orden en Europa, fundamentalmente en los países mediterráneos”, pág. 355.

“Sus frutos o vainas son de tamaño modificado, pueden llegar a medir hasta 25 centímetros de largo y sus semillas son oblongas, ovales y su color es muy variado, como asimismo su peso de dependiendo de la especie” (Molina Letona, CA., 1972) pág, 18.

Cuadro 4

Clasificación taxonómica de frejol (*Phaseolus Vulgaris*)

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabáceas</i>
Genero	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Vulgaris</i>

Fuente: *Balladares (2010)*.

4.2.4.2. Morfología del Frejol

De acuerdo con Balladares (2010) pág. 23. Es una legumbre anual, herbácea, arbustiva y abundante en hojas; en época cálida, casi erguida, con ramas que proceden del tallo matriz, las que dependen de condiciones

ambientales, siendo de gran valor la densidad poblacional, siempre incide en la altura y rigidez del tallo; tiene hojas, tallos y vainas pubescentes. Consta de una raíz pivotante puede obtener gran profundidad. La germinación empieza con la propagación de la radícula, que se ramifica abundantemente y es la encargada, unido con las sustancias de reserva almacenadas en los cotiledones, de alimentar a la legumbre durante sus primeros días de existencia. El crecimiento de la raíz primordial se detiene y se desarrollan muchas raicillas laterales. Las plantas poseen un tallo primordial, el cual, dependiendo de la variedad, puede tener un hábito de desarrollo erguido, semierecto, semipostrado o postrado, pudiendo obtener de 30-90 cm, en variedades determinadas. En variedades indeterminadas, puede obtener de 2 o más m. El tallo está formado por nudos y entrenudos; al primer nudo se le denomina cotiledonar luego aparece el segundo nudo que es el de las hojas primarias unifoliadas, después de estas, el tallo continúa con una sucesión de nudos (punto de intersección de hojas trifoliadas en el tallo y un grupo de yemas axilares) y entrenudos (espacio entre dos nudos) Los tallos pueden presentar pelos cortos, pelos largos, una combinación de pelos cortos y largos, o ser glabros. Además de lo señalado, siempre existen pequeños pelos en forma de gancho llamados uncinulados, incluso en los tallos glabros. El número total de nudos en el tallo principal puede fluctuar entre 6 y más de 30. Están organizadas en racimos, situados en las axilas de las hojas, y su color varía del blanco al morado. Aunque el frijol produce menos flores que otras leguminosas, como la soya, cuajan en él en mayor proporción. Las flores, hermafroditas y completas, comienzan a desarrollarse por la parte inferior de la planta. Puesto que suelen autofecundarse, los cultivares se pueden

multiplicar por semilla sin perder las características genéticas de la planta madre a medio plazo.

4.3. BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO ATMOSFÉRICO

4.3.1. Las bacterias del género *Rhizobium*

De acuerdo con Vargas (1998) p, 67. Señala que el género *Rhizobium*, junto con los géneros *Agrobacterium* y *Chromobacterium* forman la familia Rhizobiacea; este deriva su nombre del griego “Rhiza” = raíz y “bios” = vida. La característica más importante es su habilidad para generar nódulos en las raicillas de las leguminosas, y existir en asociación simbiótica con estas plantas mientras fija nitrógeno libre, lo cual no ocurre cuando los organismos están separados de la planta.

4.3.2. Las bacterias del Genero *Azotobacter*

Los microorganismos de esta especie son de forma bacilar, Gram negativos y en cultivos viejos como Gram positivo y negativos, las células son ovoides y miden entre 2 a 4µm de radio, siendo de mayor tamaño las de *A. chroococcum* y llegan a medir 6µm. Poseen estructuras de resistencia conocidas como quistes, son aerobios, algunos pueden existir en tensiones bajas de oxígeno y móviles por flagelos peritricos. Saribay (2003, p 34). *Azotobacter* sp. es quimio heterótrofa, es usada como fuente de carbono y diversidad de ácidos orgánicos, azúcares o sus derivados alcohólicos como el manitol, siendo el sustrato ideal para aislarlos y cultivarlos. Referente a la fuente de nitrógeno utilizan el abono, sales de amonio y aminoácidos; adicionalmente, se puede adherir el nitrógeno del ambiente. (Garzón, 2001) pág, 45.

4.3.3. Especificidad de Fijadores por cultivo

Cuadro 5

Cultivos fijadores de nitrógeno

LEGUMINOSA	NITROGENO FIJADO Kg N/Ha*Año	Especie de <i>Rhizobio</i>
Alfalfa	200 - 250	<i>R. meliloti</i>
Haba	150	<i>R. leguminosarium var. viciae</i>
Trébol rojo	100 – 150	<i>R. trípoli</i>
Meliloto	100 – 125	<i>R. meliloti</i>
Veza	100 – 120	<i>R. leguminosarum</i>
Arveja	100	<i>R. leguminosarum</i>
Lenteja	100	<i>R. leguminosarum</i>
Soja	80 – 90	<i>R. Japonicum</i>
Garbanzo	60 – 80	<i>R. leguminosarum</i>
Frejol	50	<i>R. phaseoli</i>

Fuente: Allen (1981).

4.3.4. Morfología del género *Rhizobium*

Según Garcia (2008). “Determina que estos rhizobio los bacilos Gram (-) que miden entre 0.5-1.0 μm de ancho por 1.3-3.0 μm de largo; contiene granos de poli-B –hidroxiburato, y se movilizan por medio de 1-6 flagelos que son peritricos o subpolares. Los organismos peritricos tienen de 2-5 flagelos dispersos en la célula uno de ellos comúnmente subpolar”. Págs 29-37.

De acuerdo con (Martínez, E.R, 2000)) pág, 12. “Señalan que se ha reportado que los rhizobios tienen tres diferentes estados de existencia: uno, dentro de los nódulos de las leguminosas el segundo, en el suelo y tercero dentro de plantas no leguminosas como endófitos, de acuerdo con los resultados de sus estudios reconoce como el ciclo de vida más simple de este organismo en que tiene una secuencia de cocoides (formas muy pequeñas y móviles de las bacterias), bacilos y bacteroides, pero estos últimos no son capaces de crecimiento y reproducción posteriores.

Morfológicamente hablando, los bacteroides pueden ser esferoidales, ramificados o en forma de bacilo con numerosos tipos intermedios; el término “bacteroide” debe ser usado para todas las formas de *Rhizobium* que se encuentran dentro de la célula hospedante infectada, independientemente.

4.3.5. Taxonomía del género *Rhizobium*

De acuerdo con (Riva, 2004) pág, 57. Afirma que hay 13 especies definidas, *R. leguminosarum* (Especie tipo), *R. etli*, *R. galegae*, *R. gallicum*, *R. giardinii*, *R. hainanense*, *R. huautlense*, *R. indigoferae*, *R. loessense*, *R. mongolense*, *R. sullae*, *R. tropici* y *R. yanglingense*. Estas especies nodulan diferentes especies de leguminosas en zonas templadas o tropicales. Forman un grupo polifilético en el árbol filogenético; *R. giardinii* es una rama distantemente relacionada con las otras especies; *R. galegae*, *R. huautlense* y *R. loessense* forman una subrama que tiene una relación más cercana con las especies de *Agrobacterium* que con otras especies de *Rhizobium*; el resto de las especies y *Agrobacterium rhizogenes* forman un grupo. Las especies de *Rhizobium* tienen tres copias de los genes ribosomales y los plásmidos simbióticos son comunes en ellas; sin embargo, el plásmido simbiótico (o parte de él, incluyendo genes simbióticos) puede integrarse en el cromosoma.

4.4. ETAPAS DE LA INFECCIÓN Y FIJACIÓN DE NITRÓGENO

Según (Coiné, 2000) pág, 68. Dice que la etapa de infección involucra los siguientes pasos:

- Reconocimiento de la mezcla adecuada de organismos, por parte de la legumbre como de la bacteria, y la unión de la bacteria a los pelos radiculares.
- Invasión de las raicillas y la creación de un hilo de infección.

- Desplazamiento de las bacterias hacia la raíz principal mediante de un conducto de infección.
- Diferencias en las bacterias en un nuevo tipo conocidos como bacteroides adheridos en las células de la planta y crecimiento del estado de fijación de nitrógeno.
- Proceso continuo de segmentación de las células bacterianas y legumbre y formación del nódulo radical maduro.

El proceso en detalle incluye: las plantas secretan compuestos específicos que atraen a los rhizobio, dentro de estos están los flavonoides, y en contestación a ellos dichas bacterias activan una sucesión de genes implicados en la nodulación (Nod); luego, ocurre la unión de la bacteria a la leguminosa hospedadora.

4.5. ZONAS DE INFECCIÓN

Según (Díaz, 2010) pág, 89. Indica que las zonas de infección de los *Rhizobium* son las siguientes:

4.5.1. Zona I o meristemática

En el ápice del nódulo, pertenece a la zona de células en proliferación.

4.5.2. Zona II o de invasión

Encontrada por debajo del sector meristemática, es la parte en la que se produce la infiltración bacteriana a través de los canales de la inoculación; las células de esta zona son grandes y vacuoladas que las meristemática; los rhizobio en esta área, aunque poseen una forma cilíndrica y pueden dividirse (para la diferenciación se les denomina bacteroides tipo1).

4.5.3. Zona de prefijación

En esta zona, las células vegetales aún no han finalizado su diferenciación están llenas de bacteroides tipo 2 más alargadas que los de tipo 1.

4.5.4. Interzona II y III

En esta zona, las células vegetales finalizan su fase; las células de esta zona presentan numerosos amiloplastos, también como transcritos de leghemoglobina; asimismo, se pueden hallar bacteroides de tipo 3, los cuales presentan su tamaño final determinado, como una diversidad citoplasmática característica.

4.5.5. Zona III o de fijación

Región completamente diferenciada en la que se realiza de la adherencia de nitrógeno adecuadamente dicha; se subdivide en ambas regiones: el área de unión y la zona de ineficiente. En la primera, las gotas de inoculación han culminado su desarrollo de diferenciación, resultando en la producción del simbiosoma, mezclado por la cutícula vegetal original, modificada su estructura y un bacteroide de clase 4 con un esqueleto en forma de "Y" o de "T", y con una unidad citoplasmática notable, en su proceso de maduración en forma fijadora de nitrógeno. Por otro lado, las células vegetales no presentan tantos amiloplastos, por que posiblemente hayan sido consumidos durante la actividad fijadora de N₂.

4.5.6. La zona ineficiente

Está compuesta de células con bacteroides de clase 5, que presentan un citoplasma igual que señala el inicio de la senescencia.

4.5.7. Zona IV o de senescencia

En la zona de la base del nódulo, comprendida por células vegetales y bacterianas en separación, y que se incrementa con la longevidad del mismo.

4.6. FACTORES QUE AFECTAN LA NODULACIÓN

4.6.1. Temperatura

De acuerdo con (Frioni, 1999) pág, 34. Señala que los rhizobio son organismos mesófilos, pero están sin embargo distribuidos en todas regiones del mundo; en general, *R. meliloti* es la especie más tolerante a temperaturas elevadas, *R. leguminosarus* lo es menos y los rhizobio de leguminosas tropicales soportan amplios rangos de temperatura. Con menos de 7°C la nodulación es poco probable; en altas temperaturas, se reduce la cantidad de raicillas laterales y pelos radicales, haciendo que la posibilidad de nodulación sea inferior; a temperaturas extremas tiene lugar una degradación de los nódulos.

De acuerdo con (Fernández, 2003) pág, 80. “Menciona que las temperaturas bajas retardan el desarrollo de la planta, la formación de nódulos y consecuentemente, disminuyen las tasas de fijación de Nitrógeno”. Para las leguminosas tropicales, temperaturas diurnas de 25 a 32°C son óptimas para la nodulación. El funcionamiento de la simbiosis y el crecimiento de las plantas, con variaciones entre especies.

4.6.2. Humedad

Según Sherman (1991) Pág., 78. Indica que el nivel de agua debe ser tal que no origine problemas de presión osmótica en las células; en regiones tropicales con estaciones secas, el número de rhizobio en las capas superficiales del suelo disminuye rápidamente. La disminución del potencial

hídrico del suelo limita también el transporte de los productos de la fijación a la planta, y altas humedades limitan la FBN. El crecimiento máximo y la máxima nodulación de las leguminosas se producen por lo general en suelos con contenido de agua de 75 al 85% de su capacidad de retención de agua.

4.6.3. Nitrógeno

De acuerdo con (Fernández, 2003) pág, 43. Señala que las plantas absorben el nitrógeno en forma de nitratos o amonio; esta transformación de nitrógeno es energéticamente menos costosa para la legumbre en la transformación simbiótica, la cantidad de nitrógeno principalmente en forma de nitratos, tiene efecto inhibitorio encima de la simbiosis en todos los pasos, a partir de la inoculación, producción de nódulos y la adherencia de N_2 . Los niveles bajos de nitrógeno en los primeros estadios vegetativos aun los nódulos no son funcionales pueden ser benéficos. El nitrógeno proveniente de la tierra y el fertilizante aumenta, el nitrógeno derivado de la adherencia biológica y la nodulación disminuyen.

4.6.4. Fósforo y potasio

Según (Fernández, 2003) pag, 56. Señala que la simbiosis rhizobio - leguminosa es altamente sensible a la carencia de fósforo; el fósforo forma parte de las moléculas de ATP, que son las responsables de la liberación e intercambio de la energía, también es indispensable para la fijación biológica de nitrógeno por la alta energía que este proceso consume (16 moléculas de ATP/ N_2 fijado). Para que sea posible la nodulación y fijación de N_2 , es necesario un aporte adecuado de fósforo, cuando la concentración de P en la planta es inferior al 0.2% la nodulación y la fijación de nitrógeno son casi despreciables.

4.6.5. Potencial de hidrogeniones (pH)

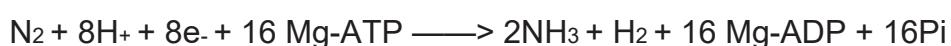
De acuerdo con (Frioni, 1999) pág, 12. “Dice que la acidez del suelo afecta todos los aspectos de la simbiosis, desde la supervivencia y multiplicación de los rhizobio en el suelo, la infección y nodulación hasta la fijación del N₂”. Fernández (2003) pág. 65, “Indica que el crecimiento y la nodulación son satisfactorios en pH 5.4 a pH 8.0, pues la acidez afecta a la simbiosis ya sea directamente por el pH que tienen que soportar ambos simbioses, como indirectamente al generar toxicidades o deficiencias de nutrientes”.

4.6.6. Luz y carbohidratos

De acuerdo con (torralba, 1997) pag 34. Señala que la luz afecta la nodulación a través de la fotosíntesis, controlando el número de carbohidratos para el incremento y funcionamiento del nódulo la mala nodulación está asociada con la baja intensidad de luz y los días cortos del invierno.

4.7. FIJACIÓN DEL NITRÓGENO EN LAS PLANTAS

Según (Wang, 2007) pág, 90. “Menciona que la fijación biológica de nitrógeno es un proceso clave en la biósfera, por el cual microorganismos portadores de la enzima nitrogenasa convierten el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado”. El conjunto de bacterias que se conoce colectivamente como rhizobio, inducen en las raicillas (o en el tallo) de las leguminosas la formación de estructuras especializadas, los nódulos, entre los cuales el nitrógeno lleva a cabo en los bacteroides que están en el citoplasma de las células del nódulo. La enzima nitrogenasa cataliza la reacción:



La nitrogenasa es una proteína de gran tamaño que consta de ambos componentes: la proteína homodimérica que posee (Fe) y (Mo), codificada por

los genes *nifD* y *nifK*; la nitrogenasa de los nódulos radiculares tiene características similares a la enzima de las bacterias fijadoras de nitrógeno en vida libre, incluye la capacidad de reducir acetileno, nitrógeno (N_2), y la sensibilidad al oxígeno (O_2).

Navelka et al., (1998), pág. 45. Indica la capacidad por en el cual los organismos fijadores de nitrógeno son aeróbicos o han desarrollado adaptaciones específicas para proveerse de oxígeno, también que protegen a la enzima del oxígeno libre.

Según CIAT, (1987) p, 35. Manifiesta la liberación de hidrógeno (H_2) reduce la eficiencia de la nitrogenasa y a la vez, explica la gran demanda de energía para mantener su actividad. En ciertas especies de rhizobio vive la hidrogenasa codificada por los genes *hup*, que sea capaz de disminuir el hidrógeno formado por compuesto y nitrogenasa, que, de resultado más eficaz de energía, se han impulsado la transferencia de los genes *hup* a todas las cepas de rhizobio para la infección en el campo.

4.8. MATERIALES Y METODOS

4.8.1. Ubicación del experimento

La presente tesis se llevó a cabo en el predio denominado fundo Alarcón que está ubicado en el distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas región Apurímac.

4.8.2. Ubicación política y Localización

Ubicación Política

- Región : Apurímac
- Provincia : Andahuaylas
- Distrito : Talavera

- Sector : Fundo Alarcón
- Altitud : 2843 m.s.n.m
- Latitud (S) : 13°39'03.47"
- Longitud (W) : 73°25'44.14"

4.8.3. Vías de acceso

El acceso al fundo Alarcón se encuentra a 300 m de la plaza principal del distrito de Talavera, este lugar es más conocidos por todos los pobladores con el nombre de cinco esquinas.

El distrito de Talavera se encuentra conectado con vía asfaltada a través de dos ejes viales: el primero parte de la ciudad de Andahuaylas, pasando por Talavera, hasta la provincia de Chincheros y seguidamente a la ciudad de Ayacucho, y finalmente con la capital de Lima.

Carretera: Andahuaylas - Talavera (vía asfaltada), a 5.00 km. de la ciudad de Andahuaylas.

Caminos internos: Caminos interiores hacia el fundo Alarcón, a espaldas de la institución educativa primaria 54177 Escuela de varones.

4.9. MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

4.9.1. Materiales, equipos y herramientas de campo

- Regla de 80 centímetros.
- Baldes.
- Libreta de campo.
- Picos, lampas.
- Rafia, cordel y estacas.
- Cámara fotográfica digital.

- Tablero y carteles de triplay.
- GPS.
- Fichas de evaluación de campo.
- Balanza electrónica.
- Material biológico (semilla).
- Insumos (fertilizantes, desinfectantes, etc.)

4.9.2. Materiales para la preparación del terreno

- Estacas y rafias
- Herramienta de trabajo (pico, pala).

4.9.3. Materiales de gabinete

- Computadora.
- Hojas de papel bond.
- Planos.
- Calculadora.
- Impresora.
- Útiles de escritorio.
- Papel bond A-4.

4.9.4. Historial de Siembra del Campo Experimental

De acuerdo al historial de siembra en los últimos 4 años en el previo se instalaron los cultivos de: maíz, papa, maíz y papa respectivamente; en este previo no se realizó investigaciones solo sembraron cultivos para autoconsumo.

V: DISEÑO EXPERIMENTAL

Para desarrollar el presente experimento, se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un arreglo factorial de 4x3, con 4 bloques o repeticiones. Cada combinación representa los respectivos tratamientos tal como se aprecia en el cuadro.

Cuadro 6

Tratamientos de estudio

Cultivos simbiotes (factor A)	Distanciamientos de siembra (factor B)	Tratamientos (factor AxB)	Bloques o Repeticiones			
			R1	R2	R3	R4
H	D1	T1 (HD1)	HD1	FD3	LD1	AD3
	D2	T2 (HD2)	AD2	HD3	FD2	HD1
	D3	T3 (HD3)	FD3	LD2	AD1	LD2
F	D1	T4 (FD1)	LD1	HD2	HD1	FD1
	D2	T5 (FD2)	HD2	AD3	LD3	HD2
	D3	T6 (FD3)	AD3	FD1	AD3	FD3
A	D1	T7 (AD1)	FD1	LD1	HD2	LD1
	D2	T8 (AD2)	LD3	AD2	FD1	AD2
	D3	T9 (AD3)	HD3	FD2	LD2	FD2
L	D1	T10 (LD1)	AD1	LD3	AD2	HD3
	D2	T11 (LD2)	FD2	HD1	FD3	LD3
	D3	T12 (LD3)	LD2	AD1	HD3	AD1

Leyenda	(H) Haba		(F) Frejol		(A) Arveja		(L) Lenteja	
	D1	25 x 50 cm	D1	40 x 50 cm	D1	20 x 30 cm	D1	35 x 50 cm
D2	35 x 60 cm	D2	45 x 60 cm	D2	25 x 35 cm	D2	40 x 55 cm	
D3	45 x 70 cm	D3	50 x 70 cm	D3	30 x 45 cm	D3	45 x 60 cm	

Fuente: Elaboración propia.

5.1. VARIABLES DE ESTUDIO

Variables dependientes de la investigación:

Cuadro 7

Variables dependientes

Cultivar	Variedad	Tipo de <i>Rhizobium</i>
Haba	Verde	<i>Rhizobium leguminosarum</i> var. <i>viciae</i>
Arveja	Americana	<i>Rhizobium leguminosarum</i>
Lenteja	Castellana	<i>Rhizobium leguminosarum</i>
Frejol	Canario	<i>Rhizobium phaseoli</i>

Fuente: Propia

Variables independientes:

- Distanciamiento de siembra
- Factores edafoclimáticos

5.1.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

El trabajo conto con una población de 1,848 unidades de plantas; de los cuales 336 unidades es del cultivo Frejol, 279 unidades es del cultivo de Arveja, 852 unidades es del cultivo de lenteja y 381 unidades es del cultivo de Haba, las cuales estuvieron contenidas en 12 tratamientos y 4 bloques o repeticiones y una población muestra de 38 plantas por variedad, las cuales se calculó con la siguiente formula.

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{N * e^2 + z^2 * p * q}$$

Dónde:

Z: nivel de confianza para el 95 % de probabilidades es 1.96

p=q: variabilidad positiva y negativa para optimizar los errores tipo I y II e igual al 50 %.

N: población en estudio 1848 plantas de plantas en total.

he: error igual al 5 %

Reemplazando los valores se determina 38 plantas a evaluar por cultivar.

5.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

El campo experimental estuvo conformado por 1848 plantas, correspondiente a Cuatro variedades de Leguminosas (haba, lenteja, frejol y arveja). Cada tratamiento fue ubicado de manera aleatoria dentro de cada repetición a distanciamientos diferentes tal como se observa en el Cuadro 8.

Cuadro 8

Características de la unidad experimental

	Haba: 381
	Frejol: 336
Número de legumbres por variedad	Arveja: 279
	Lenteja: 852
Número de plantas en total	1848
Área Neta del Experimento	384 m ²
Área neta de cada Tratamiento	8 m ²
Numero de surcos por Parcela	4, 3 y 2
Longitud de los surcos	2 m

Fuente: Propia

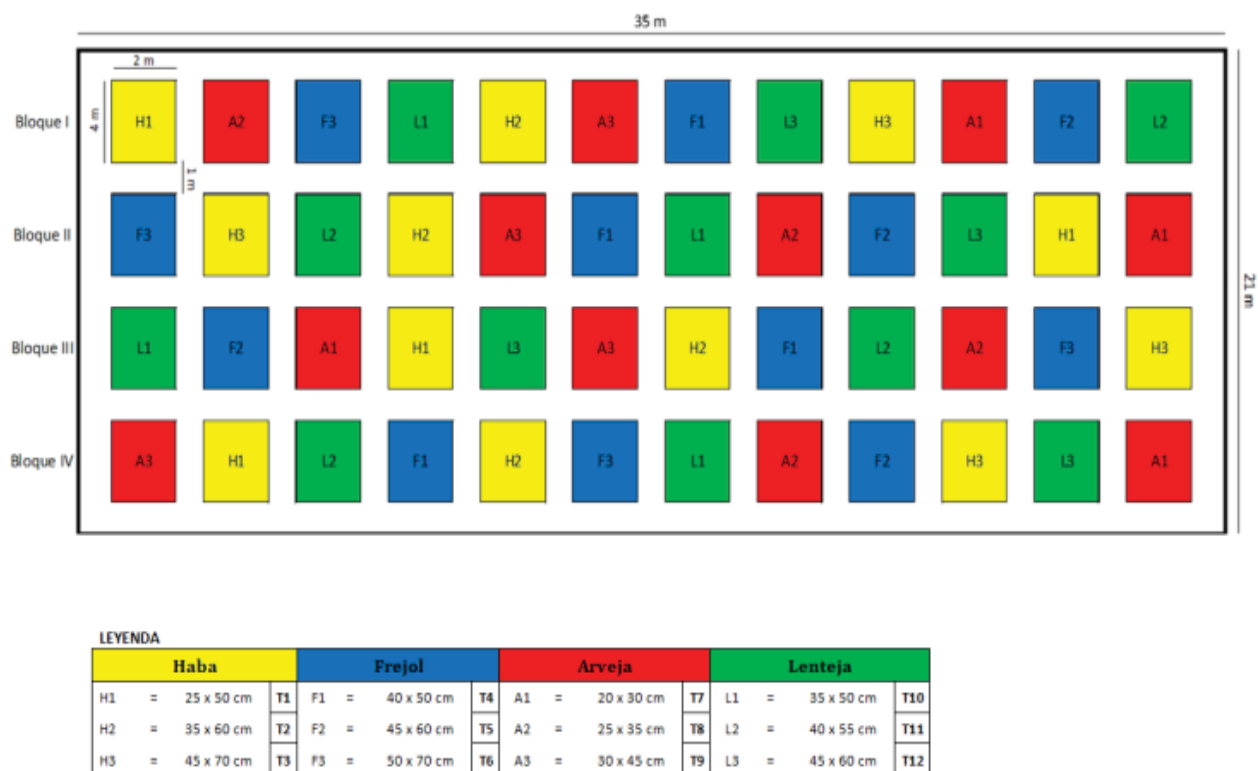


Figura 1. Esquema del diseño experimental. FUENTE PROPIA

5.2. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN

❖ Muestreo de suelo

La muestra de suelo se tomó 30 días en la preparación del terreno, recolectando 10 sub muestras de cada repetición, a una profundidad de 25 a 30 cm utilizando el método de Muestreo en X, para luego realizar la mezcla, cuidando que no se mezcle con otras muestras de otras repeticiones; para ello se rotulo cada muestra de cada repetición obtenida. Al final se realizó la mezcla de todas las muestras obtenidas por repetición, al final se tomó 1kg de suelo y se colocó en una bolsa plástica bien rotulada, para ser enviada al laboratorio de suelo de la UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA de la Facultad de Agronomía, Laboratorio de análisis de suelo, con las indicaciones respectivas para su análisis.

❖ **Ubicación y Trazado de las Repeticiones**

Se realizará de acuerdo al esquema del diseño experimental.

❖ **Prueba de germinación**

Se realizó primeramente una prueba de germinación la fecha 20/12/2012, el porcentaje de germinación fue (92%) y una buena calidad física (sin impurezas, pero con un 3% de semillas quebradas).

❖ **Calidad, cantidad y desinfección de semilla**

En la ejecución del presente trabajo se utilizaron semillas de frejol, arveja, lenteja y haba procedentes de tiendas comerciales de la provincia de Andahuaylas.

La cantidad de semilla que se utilizó en todo el campo experimental fue de 336, 279, 852 y 381 respectivamente, 2 semillas por golpe lo cual posteriormente se realizó un raleo dejando a la planta más vigorosa.

Para la desinfección de semilla se utilizó funguicidas como (Vitavax) es el nombre comercial.

❖ **Preparación del terreno**

Se preparó el suelo con maquinaria agrícola (tractor), con la finalidad de obtener un suelo bien roturado, suelto y mullido.

❖ **Siembra**

El sembrío se hizo de manera directa en surcos, todo ello de acuerdo a los distanciamientos cada tratamiento y variedad; en la siembra no se utilizó inóculos, tan solamente se hizo la desinfección de semillas.

❖ **Porcentaje de emergencia**

Los cuatros cultivares simbiontes se instaló la fecha 15/01/13 y las plántulas emergieron a los 15 día de la instalación de la parcela experimental en un 95%.

❖ **Abonamiento**

El abonamiento se realizó de acuerdo al nivel de fertilización de cada cultivar en estudio, para lo cual se utilizó las fuentes orgánicas: guano de isla y estiércol de cuy. Estas fuentes se incorporaron en una mezcla previa a los surcos de siembra. Posteriormente se realizó las aplicaciones foliares de nutrientes secundarios y micronutrientes.

❖ **Riego**

No se realizó el riego, ya que se instaló en época de lluvias.

❖ **Aporque**

Se realizaron de forma mecánica un sólo aporque al cultivo a los 40 días después de la siembra, realizando simultáneamente para ese mismo período el desmalezado. Esta labor del aporque consiste en tapar con tierra parte del tallo de la legumbre para reforzar su base y favorecer el crecimiento radicular. En la investigación no se utilizó inoculantes, el estudio fue con el objetivo de que planta aportara mayor porcentaje de nitrógeno en el suelo.

❖ **Control de malezas**

En el área experimental se encontraron varias especies de malezas, predominando el *kikuyo* (*Pennisetum clandestinum*), *atacco* (*Amaranthus hybridus*) y el trébol carretilla (*Medicago sativa*). El manejo de malezas se realizó manualmente a los 40, 60, 90 días, momentos en que se realizó el raleo, aporque y por último solo el desmalezado.

❖ Manejo fitosanitario

El control se hizo mediante un sistema orgánico, se empleó insecticidas y extractos de plantas, destrucción de residuos de cosecha, uso de legumbres libres de insectos. Utilización de fungicidas a base de cobre (Cupravit), de manera que se mantendrá al suelo en adecuados niveles de fertilidad y contribuyendo a la defensa del medio ambiente.

Cuadro 9

Control de plagas y enfermedades

Nombre común	Nombre científico	Control	Dosis
Larvas	<i>(Spodoptera sp)</i>	Tifón granulado	12 kg/ha
Mariquita	<i>(Diabrotica sp)</i>	Sherpa	250 ml/cil.
Pulgón Negro	<i>Aphis sp</i>	Sherpa	250 ml/cil.
Pulgón Negro	<i>Myzus persicae</i>	Carbofor	250 ml/cil.
Chupadera	<i>Rizoctonia sp</i>	Derosal y Cuparvit	500 ml/cil.
Alternaria	<i>Alternaria solani</i>	Folicur	200 ml/cil.
Roya	<i>Puccinia sp</i>	Cuadriz	80 gr/cil.

Fuente: Elaboración propia.

❖ Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual en promedio de 120 días, estos cultivares se cosecharon en vainas verdes de acuerdo a la madurez fisiológica.

La primera cosecha fue del cultivo arveja, seguido posteriormente del haba, luego frijol y por último la lenteja, estas diferencias de cosecha se debe al periodo vegetativo de cada cultivar.

❖ Comercialización de la cosecha

Los cultivares simbiotes se comercializaron en el mercado modelo de Talavera y la otra parte se vendió directamente en el campo experimental y el resto se regaló a los amigos, compañeros y docentes.

❖ Registro de datos

Los valores de cada una de las variables que se registraron en el campo experimental, fue en cada uno de los tratamientos evaluados.

Diseño experimental

El diseño que se empleó en la presente tesis fue bifactorial con un diseño bloques completamente al azar (DBCA).

Modelo matemático lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = es la observación perteneciente al k ésimo nivel del factor B , al j ésimo nivel del factor A , en la réplica i .

μ = es la media general.

R_i = es el efecto del i ésimo bloque o réplica.

A_j = es el efecto debido al j ésimo nivel del factor A .

B_k = es el efecto debido al k ésimo nivel del factor B .

$(AB)_{jk}$ = efecto de la interacción entre el k ésimo nivel del factor B y el j ésimo del factor A .

e_{ijk} = es el error experimental.

5.2.1. Análisis de la información

Análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza, utilizado para este ensayo fue el siguiente:

Tratamientos = 12

Repeticiones = 04

Cuadro 10

Fuentes de variación

Fuente de variación (F.V)	Grados de libertad (G.L)
Bloques	3
Tratamientos	11
Cultivares	3
Distanciamiento	2
Interacción (cult. x dist.)	6
Error	22
Total	47

Fuente propia

5.2.2. Metodología para la evaluación de datos

Las muestras se obtuvieron de cada parcela y de cada tratamiento se cogió 384 plantas al azar y se evaluó estas variables:

❖ Incremento de nitrógeno de cada cultivar simbiote

Después de la cosecha se obtuvo la muestra de suelo de cada tratamiento para ser evaluada en el laboratorio, para determinar el incremento de nitrógeno los datos que se obtuvieron fueron en porcentajes (%), para luego compararlas con la muestra recogida al inicio del experimento.

❖ Número de nódulos en los cultivos simbiotes

Después de la cosecha se obtuvo primero se procedió con la extracción de las raíces con sumo cuidado para posteriormente realizar el conteo respectivo del número de nódulos de cada cultivar simbiote los datos que se obtuvieron fueron en unidades por planta, para luego ser procesamiento e interpretación respectiva.

❖ **Altura de planta**

Se evaluaron en 08 plantas elegidas al azar de cada unidad experimental, luego de determinar visualmente su madurez fisiológica. Se tomó la medida respectiva de la altura de la planta desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja dejando un 1 centímetro de longitud. Para la medición se utilizó un flexómetro y las medidas se expresaron en centímetros por planta. La medición se realizó cada 7 días hasta la post floración.

❖ **Análisis económico**

Para realizar el análisis económico de los cuatro cultivares simbiotes se realizó a partir del costo de producción de cada uno de los mencionados proyectados a una hectárea, teniendo en consideración que los rendimientos se tomaron en granos secos. Teniendo estas indicaciones se procedió a calcular la utilidad neta y el índice de rentabilidad estos expresados en nuevos soles (s/.) y porcentajes (%).

VI: RESULTADOS

6.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.1.1. Incremento del porcentaje de nitrógeno

Se realizó el análisis de varianza para incremento del porcentaje de nitrógeno (% de N₂), al inicio de la siembra y al final de cosecha, siendo el promedio general entre los tratamientos de 11.42 %.

Cuadro 11

Registros incremento de porcentaje de nitrógeno

PORCENTAJE DE NITRÓGENO							
TRATAMIENTOS		BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
N°	CODIGO	I	II	III	IV		
1	H1	11	13.5	13.5	14	52.00	13.00
2	H2	11.5	13	11	12.5	48.00	12.00
3	H3	10.5	9.5	12.5	11.5	44.00	11.00
4	F1	11	12.5	11	13.5	48.00	12.00
5	F2	13.5	10	12.5	12	48.00	12.00
6	F3	10	9	11	10	40.00	10.00
7	A1	11.5	12.5	12.5	11.5	48.00	12.00
8	A2	9.5	11	12.5	11	44.00	11.00
9	A3	10.5	8.5	8.5	8.5	36.00	9.00
10	L1	11	9.5	10.5	9	40.00	10.00
11	L2	13	11.5	11	12.5	48.00	12.00
12	L3	13	13.5	12	13.5	52.00	13.00
Total del Bloque		136.00	134.00	138.50	139.50	548.00	137.00
Promedio del bloque		11.33	11.17	11.54	11.63	45.67	11.42

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 12

Análisis de varianza para incremento de nitrógeno

VARIACIÓN	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F cal	F tab 0.05	GS
Replica	3.00	1.54	0.51	0.43	2.89	ns
Cultivo (A)	3.00	11.67	3.89	3.25	2.89	*
Distancia (B)	2.00	10.67	5.33	4.46	3.28	*
Cult*Dist(A*B)	6.00	45.33	7.56	6.32	2.39	*
Error	33.00	39.46	1.20			
Total	47.00	108.67				

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 12 de análisis de varianza, para incremento del porcentaje de nitrógeno (% de N₂), expresa que es significativo para los diferentes tratamientos.

Para la interacción (A*B) la F calculada alcanza a 6.32, valor mayor que la F tabulada al 5% (2.39), lo cual nos indica que es significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio, por lo ello se rechaza la hipótesis nula, en que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

Coeficiente de Variabilidad

El coeficiente de variabilidad es 9.58%, donde nos indica que, en condiciones de campo abierto hubo un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CM_{err}}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{1.20}}{11.42} \times 100 \quad CV = 9.58 \%$$

Cuadro 13

Prueba de Tukey (5%) Cultivar y medias

Cultivar	Medias	n	Error.		
Arveja	10.67	12	0.32	a	
Frijol	11.33	12	0.32	a	b
Lenteja	11.67	12	0.32	a	b
Haba	12.00	12	0.32		B

Fuente: Elaboración propia

En el presente cuadro se observa que el cultivar haba llego a fijar 12% de nitrógeno en el suelo, y la leguminosa que fijo en menor cantidad de nitrógeno es la arveja con 10.67% .

Cuadro 14

*Prueba de Tukey (5%) de la interacción (cultivo * distancia), para incremento de Densidad media*

Densidad	Medias	n	Error		
D3	10.75	16	0.27	A	
D2	11.75	16	0.27		B
D1	11.75	16	0.27		B

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15.

*Prueba de Tukey (5%) de la interacción (cultivo * distancia), para incremento de nitrógeno*

ORDEN DE MÉRITO	TRATAMIENTO			MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS		
	Nº	CULTIVOS N ₂	DISTANCIA				
I	12	Lenteja	45x70 cm	13.00	A		
II	1	Haba	25x50 cm	13.00	A		
III	2	Haba	35x60 cm	12.00	A	B	
IV	11	Lenteja	35x60 cm	12.00	A	B	
V	5	Frijol	35x60 cm	12.00	A	B	
VI	4	Frijol	25x50 cm	12.00	A	B	
VII	7	Arveja	25x50 cm	12.00	A	B	
VIII	3	Haba	45x70 cm	11.00	A	B	C
IX	8	Arveja	35x60 cm	11.00	A	B	C
X	10	Lenteja	25x50 cm	10.00		B	C
XI	6	Frijol	45x70 cm	10.00		B	C
XII	9	Arveja	45x70 cm	9.00			C

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 15, grupos homogéneos para los promedios de incremento del porcentaje de nitrógeno (% de N₂), se tiene tres grupos homogéneos “A”, “B” y “C”; en ello, los tratamientos T12, T1, T2, T11, T5, T4, T7 y T8 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo “A”; de igual manera los tratamientos T2, T11, T5, T4, T7, T3, T8, T10 y T6 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo “B”; y por último los tratamientos T3, T8, T10, T6 y T9 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo “C”.

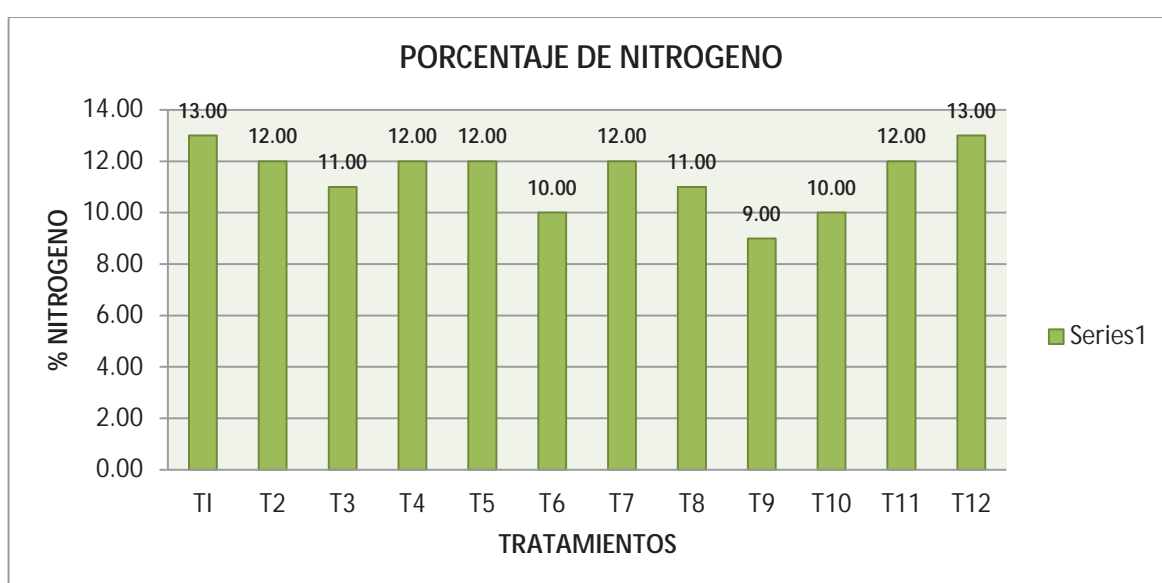


Figura 2. Incremento de nitrógeno por tratamientos **Fuente: Elaboración propia.**

La figura 2 muestra las Barras estadísticas del porcentaje de incremento de Nitrógeno (% de N₂); en ella se observa que los mejores tratamientos son el T12 y T1, que alcanzaron un promedio de 13.00% de N₂ y el menor tratamiento es el T9 que alcanzó un promedio de 9.00 % de N₂.

6.1.2. Número de nódulos

Se realizó el análisis de varianza para el numero de nódulos por planta, al final de cosecha, donde muestra un promedio general entre los tratamientos es 129.02 unid/planta.

Cuadro 16.

Registro de número de nódulos

TRATAMIENTOS		NÚMERO DE NÓDULOS				TOTAL	PROMEDIO
		BLOQUES					
Nº	CODIGO	I	II	III	IV		
1	H1	117	140	135	142	534	133.50
2	H2	132	138	137	132	539	134.75
3	H3	128	125	127	141	521	130.25
4	F1	260	297	287	295	1139	284.75
5	F2	261	297	264	293	1115	278.75
6	F3	262	296	270	294	1122	280.50
7	A1	15	25	18	27	85	21.25
8	A2	30	27	25	22	104	26.00
9	A3	23	20	23	28	94	23.50
10	L1	79	81	75	74	309	77.25
11	L2	80	76	78	82	316	79.00
12	L3	82	78	80	75	315	78.75
Total del Bloque		1469	1600	1519	1605	6193	1548.25
Promedio del bloque		122.42	133.33	126.58	133.75	516.08	129.02

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 17.

Análisis de varianza para el número de nódulos

VARIACIÓN	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F cal	T tab 0.05	GS
Replica	3.00	1086.23	362.08	4.68	2.89	*
Cultivo (A)	3.00	442799.06	147599.69	1908.60	2.89	*
Distancia (B)	2.00	15.79	7.90	0.10	3.28	Ns
Cult.*Dist.(A*B)	6.00	155.88	25.98	0.34	2.39	Ns
Error	33.00	2552.02	77.33			
Total	47.00	446608.98				

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el Cuadro 17 de análisis de varianza, para número de nódulos (unid/planta), expresa que es altamente significativo para los diferentes tratamientos.

Para la interacción (A*B) la F calculada alcanza a 0.34, valor mayor que la F tabulada al 5% (2.39) lo cual nos indica que no significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio, por lo ello se acepta la hipótesis nula, en que algunos de los tratamientos son iguales entre sí. Por ello no se realiza la comparación me medias.

Coefficiente de Variabilidad

El coeficiente de variabilidad es 6.82%, donde nos indica que, en condiciones de campo abierto hubo un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMerr}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{77.33}}{129.02} \times 100 \quad CV = 6.82 \%$$

Cuadro 18

Prueba de Tukey (5%) de la interacción cultivares de medias

Cultivar	Medias	n	Error
Frijol	281.33	12	2.54 a
Haba	132.83	12	2.54 b
Lenteja	78.33	12	2.54 c
Arveja	23.58	12	2.54 d

Fuente: Elaboración propio

Según el cuadro 18 se demuestra con el Test de Tukey al 0.5 % que el cultivo de frijol obtuvo mayor cantidad con 281 nódulos por planta, y la leguminosa arveja obtuvo menor número de nódulos alcanzando 23.5.

Cuadro 19

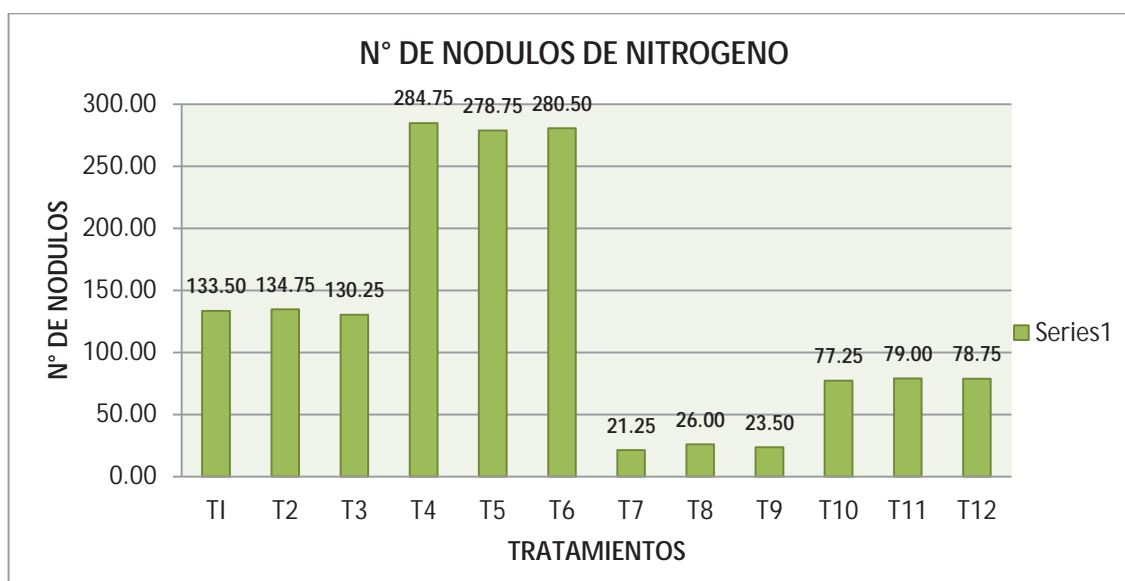
Prueba de Tukey (5%) de la interacción densidad* cultivar.

Densidad	Medias	n	Error.
D2	129.63	16	2.20 a
D1	129.19	16	2.20 a
D3	128.25	16	2.20 a

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 19, son estadísticamente homogéneos.

Figura 3. Gráfico de número de nódulos por tratamientos



Fuente: Elaboración propia.

La figura 3, muestra las Barras estadísticas del número de nódulos por planta (unid/planta); en ella se observa que el mejor tratamiento es el T4, alcanza un promedio de 284.75 unid/planta y el menor tratamiento es el T7 que alcanzó un promedio 21.25 unid/planta.

6.1.3. Altura de planta

Se realizó el análisis de varianza para altura de planta, la cual se realizó desde la primera semana de emergida de la planta hasta la post floración, obteniendo un promedio general de 84.88 cm.

Cuadro 20.

Altura de planta

TRATAMIENTOS		ALTURA DE PLANTA				TOTAL	PROMEDIO
		BLOQUES					
N°	CODIGO	I	II	III	IV		
1	H1	69	72	70	74	285.00	71.25
2	H2	71	67	72	70	280.00	70
3	H3	72	68	70	73	283.00	70.75
4	F1	146	150	147	152	595.00	148.75
5	F2	148	153	156	154	611.00	152.75
6	F3	156	148	151	150	605.00	151.25
7	A1	45	43	47	46	181.00	45.25
8	A2	47	44	46	40	177.00	44.25
9	A3	45	42	44	46	177.00	44.25
10	L1	75	69	72	76	292.00	73
11	L2	77	73	74	72	296.00	74
12	L3	74	75	70	73	292.00	73
Total del bloque		1025.00	1004.00	1019.00	1026.00	4074.00	1018.5
Promedio de bloque		85.42	83.67	84.92	85.50	339.50	84.88

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21.

Análisis de varianza para altura de plantas

VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F cal	F	GS
					tab	
Replica	3.00	29.71	9.90	1.65	2.89	Ns
Cultivo (A)	11.00	94781.25	8616.48	1437.59	2.09	*
Distancia (B)	3.00	84980.08	28326.69	4726.09	2.89	*
Cult*Dist(A*B)	2.00	2677.88	1338.94	223.39	3.28	*
Error	6.00	7123.29	1187.22	198.08	2.39	*
Total	33.00	197.79	5.99			
Replica	47.00	95008.75				

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 21 de análisis de varianza, para altura de la planta (cm), expresa que es significativo para los diferentes tratamientos.

Para la interacción de (A*B) la F calculada alcanza a 223.39, valor mayor que la F tabulada al 5% (3.28) lo cual nos indica que es significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio, por lo ello se rechaza la hipótesis nula, en que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

Coefficiente de Variabilidad

El coeficiente de variabilidad es 3.07%, donde nos indica que, en condiciones de campo abierto hubo un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMerr}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{5.99}}{79.88} \times 100 \quad CV = 3.07 \%$$

Cuadro 22

Prueba de Tukey (5%) de la interacción cultivar y medias de altura de planta.

<u>Cultivares</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>Error</u>	
Arveja	44.58	12	0.75	a
Haba	70.67	12	0.75	b
Lenteja	73.33	12	0.75	b
Frijol	150.92	12	0.75	c

Fuente: Elaboración Propia

En el presente cuadro 22 se observa que el cultivar frijol obtuvo mayor altura con 150.92 cm, mientras la leguminosa arveja obtuvo menor altura de 44.58 cm.

Cuadro 23

Prueba de Tukey (5%) de la interacción densidad y media.

<u>Densidad</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>Error.</u>	
D1	84.56	16	0.65	a
D3	84.81	16	0.65	a
<u>D2</u>	<u>85.25</u>	<u>16</u>	<u>0.65</u>	<u>a</u>

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 23 se visualiza que la densidad y medias son estadísticamente homogéneas.

Cuadro 24

Prueba de Duncan al 5 %, de interacción (cultivos*distancia) para altura de planta

ORDEN DE MERITO	N°	TRATAMIENTO		MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS	
		CULTIVOS N2	DISTANCIA			
I	2	Arveja	25x50 cm	44.25	A	
II	1	Arveja	35x60 cm	44.25	A	
III	3	Arveja	45x70 cm	45.25	A	
IV	11	Haba	35x60 cm	70.00		B
V	10	Haba	25x50 cm	70.75		B
VI	6	Haba	45x70 cm	71.25		B
VII	4	Lenteja	35x60 cm	73.00		B
VIII	5	Lenteja	25x50 cm	73.00		B
IX	7	Lenteja	45x70 cm	74.00		B
X	8	Frijol	45x70 cm	148.75		C
XI	9	Frijol	25x50 cm	151.25		C D
XII	12	Frijol	35x60 cm	152.75		D

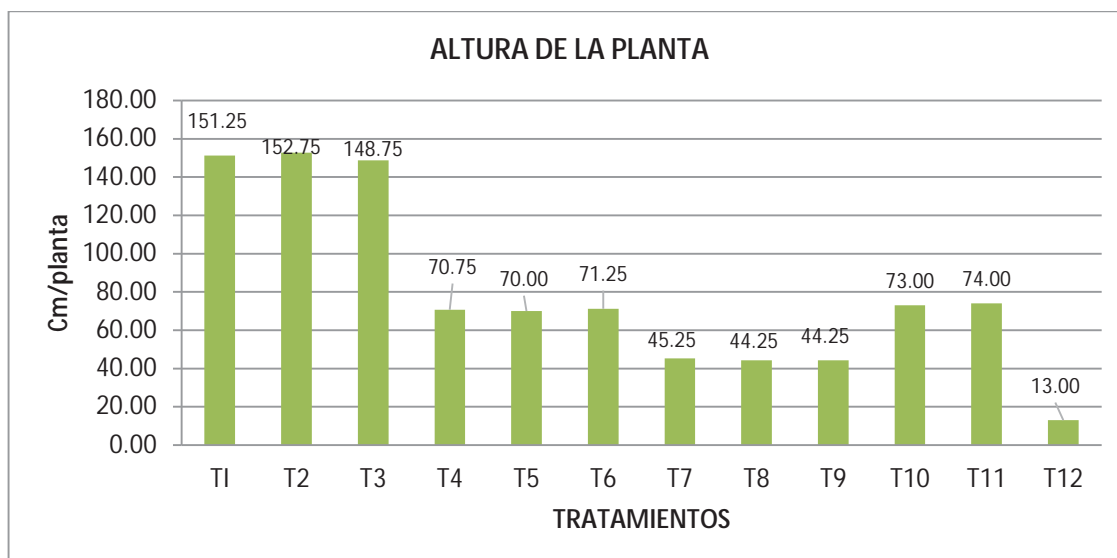
Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 24, grupos homogéneos para la altura de la planta (cm), se tiene seis grupos homogéneos "A", "B", "C" y "D"; en ello, los tratamientos T2, T1 y T3 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo "A"; los tratamientos T11, T10, T6, T4 , T5 y T7 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo "B", los tratamientos , T8 y T9 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo "C", y D por último el tratamiento T12 es estadísticamente homogéneo perteneciente al grupo homogéneo "D".

Así mismo el mejor tratamiento es el T12 perteneciente al grupo homogéneo "A" que alcanzó la mayor altura de la planta con una media de 152.75 cm y la menor altura de la planta fue para el tratamiento T1 Y T2 perteneciente al grupo homogéneo "A", con una media de 44.25 cm.

Figura 4

Gráfico de altura de plantas por tratamiento



Fuente: elaboración propia.

La figura 4, muestra las Barras estadísticas para la altura de las plantas (cm); en ella se observa que el mejor tratamiento lo obtuvo el T2, que alcanza un promedio de 152.75 cm y el menor tratamiento fue para el tratamiento T12 que alcanzó un promedio 13.00 cm.

6.1.4. Rendimiento por planta

Se realizó el análisis de varianza para rendimiento por tratamiento, el cual se realizó a la cosecha de los cultivos, obteniendo un promedio general de 33.45 gr/tratamiento de 8m².

Cuadro 25

Registros de rendimiento por tratamiento (8m²)

TRATAMIENTOS		RENDIMIENTOS POR TRATAMIENTO				TOTAL	PROMEDIO
N°	CODIGO	BLOQUES					
		I	II	III	IV		
1	H1	1,344.00	1,312.00	1,216.00	1,216.00	5,088.00	1,272.00
2	H2	1,197.00	1,140.00	1,178.00	1,102.00	4,617.00	1,154.25
3	H3	1,300.00	1,275.00	1,287.50	1,275.00	5,137.50	1,284.38
4	F1	1,472.00	1,504.00	1,459.20	1,472.00	5,907.20	1,476.80
5	F2	1,501.00	1,444.00	1,497.20	1,444.00	5,886.20	1,471.55
6	F3	1,475.00	1,450.00	1,462.50	1,412.50	5,800.00	1,450.00
7	A1	960.00	1,024.00	1,056.00	1,024.00	4,064.00	1,016.00
8	A2	1,037.40	1,045.00	1,007.00	1,007.00	4,096.40	1,024.10
9	A3	1,025.00	1,012.50	1,000.00	1,000.00	4,037.50	1,009.38
10	L1	1,203.20	1,152.00	1,184.00	1,145.60	4,684.80	1,171.20
11	L2	1,197.00	1,178.00	1,174.20	1,178.00	4,727.20	1,181.80
12	L3	1,200.00	1,187.50	1,180.00	1,175.00	4,742.50	1,185.63
Total del bloque		14,911.60	14,724.00	14,701.60	14,451.10	58,788.30	14,697.08
Promedio de bloque		1,242.63	1,227.00	1,225.13	1,204.26	4,899.03	1,224.76

Fuente: elaboración propia

Cuadro 26.

Análisis de varianza para rendimiento por tratamiento

VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F cal	F tab	G
					0.05	S
Replica	3.00	8939.18	2979.73	3.84	2.89	*
Cultivo (A)	11.00	1289605.62	117236.87	151.28	2.09	*
Distancia (B)	3.00	1245842.52	415280.84	535.87	2.89	*
Cult*Dist(A*B)	2.00	6820.93	3410.46	4.40	3.28	*
Error	6.00	36942.17	6157.03	7.94	2.39	*
Total	33.00	25574.09	774.97			
Replica	47.00	1324118.88				

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 26 de análisis de varianza, para rendimiento por tratamiento (gr/tratamiento), expresa que es significativo para los diferentes tratamientos.

Para la interacción de (A*B) la F calculada alcanza a 4.40, valor mayor que la F tabulada al 5% (3.28) lo cual nos indica que es significativo entre los promedios de los tratamientos en estudio, por lo ello se rechaza la hipótesis nula, en que algunos de los tratamientos son diferentes entre sí. Para determinar cuál de los tratamientos son diferentes es necesario comparar las medias utilizando la prueba de Tukey.

Coeficiente de Variabilidad

El coeficiente de variabilidad es 2.27%, donde nos indica que, en condiciones de campo abierto hubo un buen grado de confiabilidad de los resultados.

$$CV\% = \frac{\sqrt{CMerr}}{\bar{X}} \quad CV\% = \frac{\sqrt{774.97}}{1224.76} \times 100 \quad CV = 2.27 \%$$

Cuadro 27

Prueba de Tukey al 5 %, de interacción (cultivos*distancia) para rendimiento por tratamiento

ORDEN DE MERITO	N°	TRATAMIENTO		MEDIA	GRUPOS HOMOGENEOS
		CULTIVOS N2	DISTANCIA		
I	4	Frijol	25x50 cm	1,476.80	A
II	5	Frijol	35x60 cm	1,471.55	A
III	6	Frijol	45x70 cm	1,450.00	A
IV	3	Haba	45x70 cm	1,284.38	B
V	1	Haba	25x50 cm	1,272.00	B
VI	12	Lenteja	45x70 cm	1,185.63	C
VII	11	Lenteja	35x60 cm	1,181.80	C
VIII	10	Lenteja	25x50 cm	1,171.20	C
IX	2	Haba	35x60 cm	1,154.25	C
X	8	Arveja	35x60 cm	1,024.10	D
XI	7	Arveja	25x50 cm	1,016.00	D
XII	9	Arveja	45x70 cm	1,009.38	D

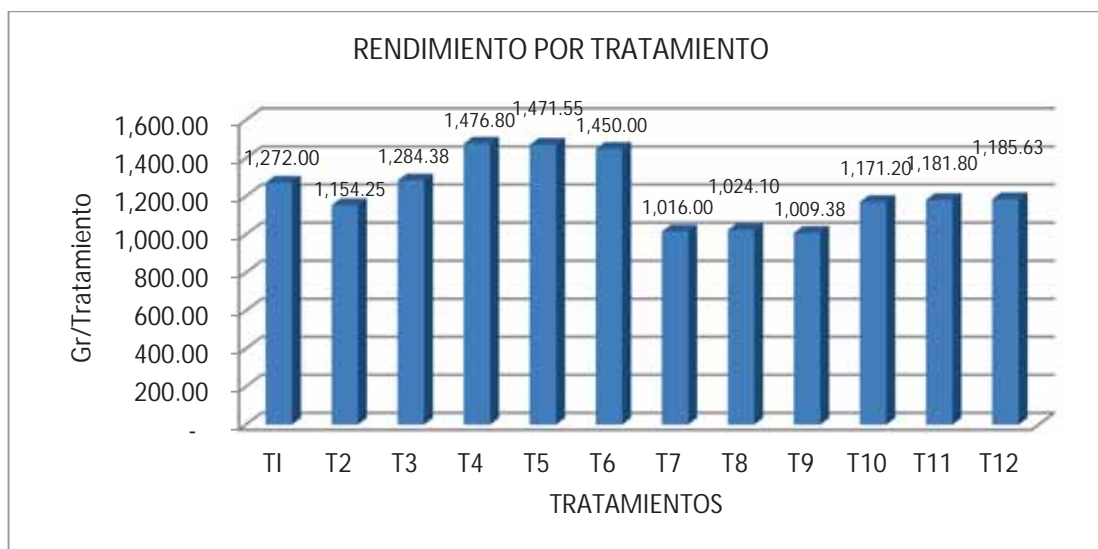
Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro N° 27, grupos homogéneos para rendimiento por tratamiento (gr/tratamiento), se tiene cuatro grupos homogéneos “A”, “B”, “C” y “D”; en ello, los tratamientos T4, T5 y T6 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo “A”; de igual manera los tratamientos T3 y T1 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo “B”, los tratamientos T12, T11, T10 y T2 son estadísticamente homogéneos, perteneciente al grupo homogéneo “C”, y por último los tratamientos T8, T7 y T9 son estadísticamente homogéneos perteneciente al grupo homogéneo “D”.

Así mismo el mejor tratamiento es el T4 perteneciente al grupo homogéneo “A” que alcanzó el mayor rendimiento por tratamiento con una media de 1476.80 gr/8m² y el menor rendimiento por planta fue para el tratamiento T9 perteneciente al grupo homogéneo “D”, con una media de 1009.38 gr/8m².

Figura 5

Gráfica de rendimiento por tratamiento



Fuente: Elaboración propia.

La figura 5, muestra las Barras estadísticas para el rendimiento por tratamiento ($\text{gr}/8\text{m}^2$); en ella se observa que el mejor tratamiento lo obtuvo el T4, que alcanza un promedio de $1,476.80 \text{ gr}/8\text{m}^2$ y el menor tratamiento fue para el tratamiento T9 que alcanzó un promedio de $1,009.38 \text{ gr}/8\text{m}^2$.

6.1.5. Análisis económico

Para el análisis económico de la producción de leguminosas simbiotes, se utilizó la base de costos generada por esta investigación en un área de 735 m^2 , campo experimental del fundo Alarcón proyectado a una hectárea, teniendo en cuenta los costos fijos depreciados a una campaña: al alquiler de terreno, sueldos del personal, fertilizantes, maquinaria, etc. Los costos variables estuvieron relacionados con materiales e insumos, diagnóstico, mantenimiento y mano de obra; ver Anexos N° 12, 13, 14 y 15.

Cuadro 28.

Comparación de análisis económico de cuatro leguminosas

VALORIZACIÓN DE LA COSECHA	ARVEJA	FRIJOL	HABA	LENTEJA
Rendimiento Probable (Kg. /ha.)	1300.00	1350	1600.00	1,200
Precio Promedio de Venta (S./x kg.)	5.50	6.20	4.20	6.00
Valor Bruto de la Producción (S./.)	7150.00	8370.00	6720.00	7200.00
DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN				
Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg. 65	Kg. 67.5	Kg. 80	Kg. 60
Producción Vendida (95% producción)	Kg. 1235	Kg. 1282.5	Kg. 1520	Kg. 1140
Utilidad Neta Estimada	1929.152	2922.41	2098.93	2494.72
ANÁLISIS ECONÓMICO				
Valor Bruto de la Producción	7150.00	8370.00	6720.00	7200.00
Costo Total de la Producción	4863.35	5029.09	4285.07	4345.28
Utilidad Bruta de la Producción	2286.65	3340.91	2434.93	2854.72
Precio Promedio Venta Unitario	5.50	6.20	4.20	6.00
Costo de Producción Unitario	3.74	3.73	2.68	3.62
Margen de Utilidad Unitario	1.76	2.47	1.52	2.38
Utilidad Neta Estimada (S./.)	1929.15	2922.41	2098.93	2494.72
Índice de Rentabilidad (%)	39.67	58.11	48.98	57.41

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro 28 en la comparación del análisis económico de los cuatro cultivos de la presente investigación, nos muestra que el cultivo de frejol tiene una mejor utilidad neta de 2,627.91 y un índice de rentabilidad 52.25 % frente al resto de los cultivos; seguidamente en segundo lugar tenemos al de lentejas con una utilidad neta de 2,494.72 y con un índice de rentabilidad de 57.41 %; en el tercer lugar encontramos al cultivo de haba con una utilidad neta 2,098.93 48.98 % y un índice de rentabilidad de 48.98 %; por otro lado en último lugar tenemos al cultivo de arveja con una menor utilidad neta de 1,929.15 y un índice de rentabilidad de 39.67 % frente al resto de los cultivos.

VII: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. INCREMENTO DE NITRÓGENO

Según los resultados obtenidos en la presente tesis encontramos en la prueba de Tukey al 5 % para el incremento de porcentaje de nitrógeno se obtuvo cuatro grupos homogéneos (A, B, C y D) y que el tratamiento T1 y T12 obtuvieron un mayor porcentaje de incremento de Nitrógeno de 13% pertenecen al grupo homogéneo "A"; y el menor porcentaje de incremento de Nitrógeno fue para el tratamiento T9 con 9% pertenece al grupo homogéneo "D".

El promedio general del porcentaje de incremento de Nitrógeno fue de 11.42%.

(Andrade Delgado, Guete Bermudez, H, 2001) "Concluye que la cantidad o porcentaje de nitrógeno fijado depende de la cepa o estirpe de bacteria, de la planta hospedadora, y de las condiciones ambientales, niveles de fijación que se pueden apreciar en diferentes cultivares simbiotes". Las diferencias que existen entre los diferentes tratamientos se deben a la variación de nódulos de tamaño pequeño o raíces poco noduladas; así mismo.

Luque E. (1999). Menciona que se debe básicamente a un exceso de nitratos existentes en los suelos, con % de nitrógeno medio que esté inhibiendo la nodulación, por disminución de deformación de pelos capilares, adhesión de bacterias a sus paredes, número de cordones de infección y aumento en el número de abortos de eventos iniciales de la infección.

Esto también concuerda con autores como Sánchez *et al.* (1996). Establecen que independientemente de la condición a la que ésta se encuentre

sometida, el número de nódulos en la planta se ve afectado por factores como el período de humedad y luminosidad.

7.2. NÚMERO DE NÓDULOS

En la prueba de Tukey para el número de nódulos por tratamiento con un nivel de confianza al 5 %, se tiene cuatro grupos homogéneos (A, B, C y D), el número de nódulos por planta lo obtuvo el tratamiento T4 con una media de 284.75 unid/planta, pertenecen al grupo homogéneo "A"; y el menor número de nódulos lo mostro el tratamiento T7 con una media de 21.25 unid/planta pertenecen al grupo homogéneo "D".

El promedio general para número de nódulos por planta fue de 129.02 unid/planta.

Coiné (2000). Afirma que el número de nódulos depende de la fertilidad del suelo y de los elementos como el P, el cual aumenta el peso seco de los nódulos, estimula su cantidad y porcentaje de fijación de Nitrógeno.

Vargas (1998). Determinan que no es posible separar los factores que afectan específicamente a la nodulación, de aquellos que son necesario para el desarrollo normal de la planta, salvo para el suministro de nitrógeno; en términos generales, puede anticiparse una buena nodulación bajo condiciones favorables para el crecimiento de la planta.

7.3. ALTURA DE PLANTA

Según los resultados obtenidos en la presente tesis encontramos en la prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta se obtuvo seis grupos homogéneos (A, B, C, D, E y F), la mayor altura de planta lo obtuvo el tratamiento T5 con una media de 152.75 cm, perteneciente al grupo

homogéneo "A"; y la menor altura de planta lo mostró el tratamiento T12 con una media de 13 cm, pertenecen al grupo homogéneo "D".

El promedio general para altura de la planta fue 79.88 cm.

En esta variable de Altura de la planta, se encontraron diferencias estadísticas entre los cuatro cultivares simbiotes las plantas debido a su hábito de crecimiento; observándose un aumento gradual de la altura de las plantas, a través de las distintas fases fenológicas.

Arzola et al. (2006). "Menciona que el comportamiento de la altura de planta corresponde con el crecimiento indeterminado de los genotipos y las condiciones de humedad en el suelo que sean favorables, pero a expensas del lento crecimiento del tallo".

Schmidt (1998). "Hace mención y concuerda que las plantas varían dependiendo al hábito de crecimiento indeterminado y postrado, conocido anteriormente como de semi-guía".

7.4. RENDIMIENTO POR PLANTA

Según las respuestas obtenidos en la presente tesis encontramos en la prueba de Tukey al 5 % para el rendimiento por planta se obtuvo cuatro grupos homogéneos (A, B, C y D), el mayor rendimiento por tratamiento lo obtuvo el tratamiento T4 con una media de 1,476.80 gr/8m², perteneciente al grupo homogéneo "A"; y el menor rendimiento por planta lo mostró el tratamiento T9 con una media de 1,009.38 gr/8m², perteneciente al grupo homogéneo "D".

El promedio general para rendimiento por planta fue 1,224.76 gr/8m².

En esta variable de rendimiento por tratamiento, se encontraron diferencias estadísticas entre los cuatro cultivares simbiotes; el cultivo del frejol obtuvo mayor rendimiento con los tres distanciamientos.

VIII: CONCLUSIONES

- En la investigación se observó los cultivares haba (T1) y lenteja (T12) con distanciamientos 25 x 50 cm y 45 x 60 cm respectivamente son los que
- obtuvieron los mejores resultados para el incremento de nitrógeno en el suelo, alcanzando el mejor incremento de nitrógeno con un promedio de 13 % para ambos tratamientos; y que el cultivo de arveja (T9) con distanciamiento 20 x 30 cm tuvo el más bajo promedio de porcentaje de nitrógeno con 9 %.
- En el número de nódulos encontramos el tratamiento T4 (frejol 40 x 50 cm.) con un promedio de 284.75 unidades por legumbre, es el que muestra mayor número de nódulos frente al resto de los tratamientos; y que el tratamiento T7 (arveja 20 x 30 cm.) es menor en número de nódulos con un promedio de 21.25 unidades por planta.
- En la altura de planta de los cuatro cultivares simbioses encontramos que el cultivo de Haba (T2) con distanciamiento de 35 x 60 cm. con un promedio de 152.75 cm, es el que tiene mayor altura de planta frente al resto de los tratamientos; y el cultivo de Lenteja (T12) con distanciamiento 45 x 70 cm es menor en altura de planta con un promedio de 13 cm.
- En rendimiento por tratamiento se muestra que los tratamientos: T4, T5 y T6 del cultivo del frijol obtuvieron buenos rendimientos con medias de 1,476.80 gr/8m², 1,471.55 gr/8m² y 1,450.00 gr/8m² respectivamente; y el menor rendimiento por planta lo obtuvo el tratamiento T9 (Arveja 45 x 70 cm) que obtuvo una media de 1,009.38 gr/8m².
- El análisis económico el cultivo frijol tiene la mejor utilidad neta de s/. 2,627.91 y un índice de rentabilidad 52.25 %; y el cultivo de arveja tiene la menor utilidad neta de s/. 1,929.15 y un índice de rentabilidad de 39.67 %, frente al resto de los cultivos.

VIII : RECOMENDACIONES

- Se recomienda sembrar el cultivo de haba (T1) y frejol (T12) con distanciamientos de (25 x 50 cm.) y (45 x 60 cm.) respectivamente, porque fueron los que consiguieron los mejores resultados en el porcentaje incremento de nitrógeno, alcanzando un promedio de 13 % de nitrógeno fijados en el suelo.
- Para el mayor número de nódulos se recomienda realizar la siembra del cultivo de frejol (T4) con un distanciamiento de 40 x 50 cm el cual se podrá llegar a obtener promedios de 284.75 unidades de nódulos por planta.
- En la altura de planta se tiene que determinar o conocer el tipo y habito de crecimiento de los cuatro cultivares simbiotes es la Haba (T2) con distanciamiento 35 x 60 cm puede llegar a alcanzar un promedio de 152.75 cm de altura de planta, frente al resto de los cultivares.
- En rendimiento por planta se recomienda trabajar con el cultivo del frijol a una distancia de (25x50 cm) quien obtuvo una media de 1476.80 gr/m², frente a los demos tratamientos.
- De acuerdo al costo de producción y análisis económico de cada cultivares simbiotes en la presente investigación se recomienda la producción del cultivo frijol el cual es factible logra la mejor una utilidad neta de s/. 2,627.91 y un índice de rentabilidad 52.25 %.
- Realizar futuras investigaciones con otros cultivares que pertenezcan a la familia de las Leguminosas, para incrementar los niveles de nitrógeno en los suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aldana de Leon, L. (2010).** Manual técnico agrícola producción comercial y semilla de Haba (Vicia faba) (1ra ed.) Quetzaltengo, Guatemala PROETTAPA.
- Alonso y Cristóbal (1996).** La lenteja. En: Franco F, Ramos A (eds.) El cultivo de leguminosas grano en Castilla y León. Consejería de Agricultura Junta de Castilla y León. 234 pp.
- Aguilar Piedra, J. J., Xiqui Vásquez, M. L., García García, S., & Baca, B. E. (2004).** Producción del ácido indol-3-acético en *Azospirillum*. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 50(1–2), 29–37. Retrieved from http://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2008/mi08-1_2d.pdf.
- ALLEN, O. N. Y ALLEN, E. K., 1981.** *The Leguminosae, a Source Book of Characteristics, Uses and Nodulation*. Madison, Wisconsin, U.S.A.: University of Wisconsin Press.
- Aparicio-Tejo (1993).** Fijación de nitrógeno. En: Azcón-Bieto J and Talón M (eds.) *Fisiología y Bioquímica Vegetal*. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid. Pp 193-213.
- Castroviejo S, Pascual H (1999).** Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares Vol. VII (I) Servicio de Publicaciones del CSIC, Madrid. 622 pp.
- Coiné, et al (2000).** *Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio*. Editorial Paraninfo. España. Pp 416.
- Díaz A. (2010).** Aislamiento, caracterización y selección de *Rhizobia* autóctonos que nodulan habichuela roja (*Phaseolus vulgaris*).
- Duque. (1983).** manual de cosechas de energía inéditas. www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/vicia_faba.

Fernández, C. M., (2003). Manual de Nodulación. Disponible en:<http://www.buenastareas.com/ensayos/Manual-De-Nodulacion/>.

Consultado en: Abril 28, 2013.

Frioni M. (1999). Biológico Nitrógeno fixatium presente y futuro.

Garzón, S., Lamprea, (2001). Desarrollo de una preparación líquida de *Azotobacter* utilizando como medio de cultivo los subproductos de la industria sucroquímica. Tesis de Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Pp 25.

González, N. (2001). Algunos elementos de juicio para interpretar el fenómeno de la nodulación en soja. Publicación de las Jornadas de Cosecha Gruesa. INTA CIAM, Mar del Plata. 4 p.

ITIS, (2012). Integrated Taxonomic Information System. ITIS Report Taxonomy and Nomenclature.

Martínez, E.R (2000). Coevolución de Plantas Leguminosas Herbáceas de la Provincia Corológica Mediterránea Ibérica Occidental y de sus Endosimbiontes Bacterianos. En Microbiología y Genética. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.

Molina Letona, CA. (1972). Frijol: como aumentar su rendimiento en Guatemala. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas, División de Investigación Agrícola. 59 p.

Muehlbauer FJ, Tullu A (1997). *Lens culinaris* Medik. In: New CROP FACTSHEET,

<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/CropFactSheets/lentil.html>.

Nolasco S., J.S. (2004). Evaluación de diferentes densidades de siembra de haba. (*Vicia faba* L.), como cultivo trampa para trips (Triphs sp.) en el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.), en la Aldea Xeabaj, Santa Apolonia,

Chimaltenango. Tesis de pregrado. Facultad De Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. 82p.

Olvera L., A.R., Gama L., S., Delgado S., A. (2012). Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Fascículo 107 FABACEAE. Departamento de Botánica, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM.

Peralta, E, A. et al., (2010). Manual Agrícola de Frejol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 135 (Segunda impresión actualizada). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 70 p.

Riva EA (2004). 'Precoz', a new lentil cultivar for Argentina. *Lens*, 2: 9-10.

Saribay, G. (2003). Growth and nitrogen fixation dynamics of *Azotobacter chroococcum* nitrogen-free and own containing medium. Tesis de Maestría en Ciencias Aplicadas. Departamento de ingeniería de alimentos. The Middle East Technical University. Turquía. Pp 1-45.

Salud y Buenos Alimentos. (2017). Clasificación y propiedades de la Lenteja (Lens culinaris). Retrieved April 3, 2017, from <http://saludybuenosalimentos.es/alimentos/index.php?s1=Legumbres&s2=Secano&s3=Lenteja>.

Vargas M. (1998). Fijación Bilógica de Nitrógeno en frijol de temporal y la diversidad científica de las poblaciones nativas de Rhizobium.

Wang, et al (2007). Taxonomía de los rhizobio. En:(http://www.microbiología.org.mx/microbiosenlinea/CAPITULO_12/capitulo12.pdf).

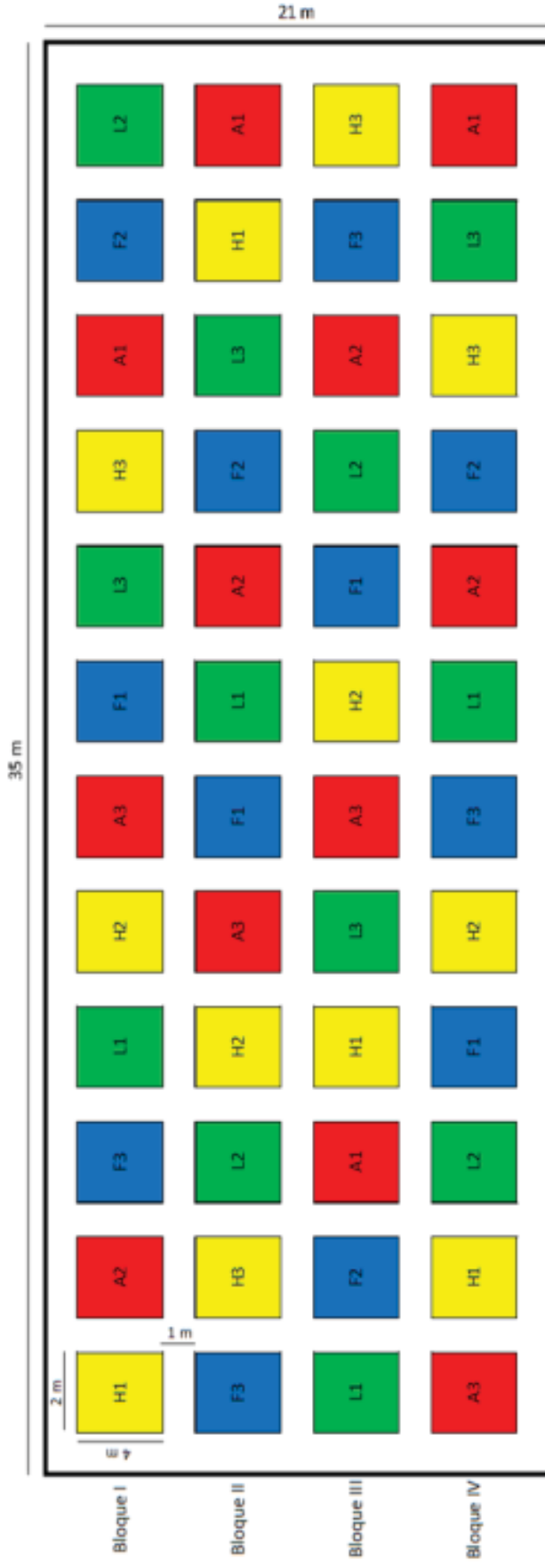
ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Indicador	Metodología
<p>Problema General: ¿Cuál de los cuatro cultivares simbioses fija en mayor cantidad el nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera?</p> <p>Problemas Específicas: ¿Que cultivar fija mayor porcentaje nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera?</p> <p>¿Cuánto es el número de nódulos de Rhizobium que se pueda tener cada cultivo simbiote en la presente investigación?</p> <p>¿Cuál es el análisis económico de los cuatro cultivares simbioses haba, frejol, arveja y lenteja?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar cuatro cultivares simbioses en el incremento del nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera.</p> <p>Objetivos Específicos: Evaluar el cultivar que fija mayor porcentaje nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera.</p> <p>Determinar el número de nódulos de Rhizobium en los cuatro cultivares simbioses de la presente investigación.</p> <p>Comparar el análisis económico de los cuatro cultivares simbioses haba, frejol, arveja y lenteja.</p>	<p>Hipótesis General: Al evaluar los cuatro cultivares simbioses es posible que uno, pueda dar un mayor incremento del nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera.</p> <p>Hipótesis Específicas: Cuál será el cultivar que fija mayor porcentaje nitrógeno en el suelo bajo tres distanciamientos de siembra en el distrito de Talavera.</p> <p>Es posible que uno de los cuatro cultivares tenga el mayor número de nódulos de Rhizobium en la presente investigación.</p> <p>Al efectuar el análisis económico que cultivar simbioses haba, frejol, arveja y lenteja mostrara un mejor análisis económico en la presente investigación.</p>	<p>Dependientes La variable dependiente es el incremento de nitrógeno de los cultivares simbioses (haba, frejol, arveja y lenteja).</p> <p>Independiente Distanciamiento de siembra Factores edafoclimáticos</p>	<p>✓ Número de nódulos por cultivar</p>	<p>Tipo Investigación Por su naturaleza la investigación es de tipo cuantitativo.</p> <p>Nivel Investigación Corresponde al nivel de investigación experimental</p>

Fuente: *Elaboración Propia.*

ESQUEMA DEL CAMPO EXPERIMENTAL



LEYENDA

Haba		Frejol			Arveja			Lenteja		
H1 = 25 x 50 cm	T1	F1 = 40 x 50 cm	T4	A1 = 20 x 30 cm	T7	L1 = 35 x 50 cm	T10			
H2 = 35 x 60 cm	T2	F2 = 45 x 60 cm	T5	A2 = 25 x 35 cm	T8	L2 = 40 x 55 cm	T11			
H3 = 45 x 70 cm	T3	F3 = 50 x 70 cm	T6	A3 = 30 x 45 cm	T9	L3 = 45 x 60 cm	T12			

Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DEL SUELO Y CARACTERIZACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante : OLGUER ALARCON ALARCON

Departamento : APURIMAC

Distrito : TALAVERA

Referencia : H.R. 38991-007C-13

Provincia : ANDAHUAYLAS

Predio : 06/02/13

Fecha : 06/02/13

Fact.: 23573

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/cm	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g				Suma de Carbonos Bases	Suma de Bases	% Sot. De Bases		
								Arena %	Limo %			Arcilla %	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺				Na ⁺	Al ⁺⁺⁺ + H ⁺
1993		6.69	0.42	0.00	2.03	32.3	182	59	29	12	Fr.A.	7.20	3.56	3.02	0.39	0.21	0.00	7.20	7.20	100

A = Arena ; A.F. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso.
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab.	Número de Muestra Claves	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm



Ing. Piedad La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : OLGUER REMIGIO ALARCON ALARCON
 PROCEDENCIA : APURIMAC/ ANDAHUAYLAS/ TALAVERA
 REFERENCIA : H.R. 39622
 BOLETA : 9782
 FECHA : 02/04/2013

Lab	Número Muestra Claves	N g/100g de suelo
1212		0.11



Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

ANÁLISIS FINAL DE LAS MUESTRAS DE SUELO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANÁLISIS ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : OLGUER ALARCON ALARCON
 PROCEDENCIA : APURIMAC/ ANDAHUAYLAS/ TALAVERA
 REFERENCIA : H.R. 42064
 BOLETA : 10287
 FECHA : 26/09/2013

Lab	Número Muestra	N %
	Claves	
5034	Muestra 01-023102	0.13
5035	Muestra 02-023103	0.10
5036	Muestra 03-023104	0.13
5037	Muestra 04-023105	0.12
5038	Muestra 05-023106	0.12
5039	Muestra 06-023107	0.11
5040	Muestra 07-023108	0.12
5041	Muestra 08-023109	0.09
5042	Muestra 09-023110	0.12
5043	Muestra 10-023111	0.10
5044	Muestra 11-023112	0.11
5045	Muestra 12-023113	0.12



Dra. Gladys García Bendezu
Jefe del Laboratorio

PARÁMETROS CLIMATOLÓGICOS DEL MES DE OCTUBRE DEL 2012

Estación : ANDAHUAYLAS , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : APURIMAC

Provincia : ANDAHUAYLAS

Distrito : ANDAHUAYLAS

Ir:

Latitud : 13° 39' 25"

Longitud : 73° 22' 15"

Altitud : 2933

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Oct-2012	21.2	4.2	7.4	18	13.4	6.2	17.6	12.8	6.4		NE	4
02-Oct-2012	22.4	4.2	6.4	20.4	13.6	5.8	16.6	12			E	6
03-Oct-2012	23.2	5.4	6.6	20.2	14.2	6.4	17.2	13.6			NE	4
04-Oct-2012	22.6	5.4	6.4	20.6	15	5.6	17.8	13.6			E	4
05-Oct-2012	22.2	4.4	5.8	21.6	12.6	5	17.8	11.8			E	8
06-Oct-2012	23.2	4.4	8.2	20.4	13.4	6.6	18.4	12.6			NE	2
07-Oct-2012	21.4	8.8	11	19	13.6	10.6	16.2	12.8			S	2
08-Oct-2012	19.4	10.6	11.4	18	13.4	10.8	15.2	12.6			E	6
09-Oct-2012	22.2	8.8	9.6	20	14	9.2	17.4	13	.3		E	4
10-Oct-2012	23.6	7	8.4	22.2	14.8	7.6	19.4	14.4			E	6
11-Oct-2012	22.2	8.2	11.4	20.6	14.4	10.4	17.4	13.2			E	6
12-Oct-2012	21.4	9	10.6	20.6	13.4	9.6	17.6	12.6			E	6
13-Oct-2012	22	8.2	12	20.4	14.6	10.8	16.8	13.4			E	4
14-Oct-2012	23.4	8	11.6	21.8	15	10.4	18	14.2	.7		N	4
15-Oct-2012	26.4	9.2	11	22.6	11.8	10.2	20.4	11		12.7	NE	4
16-Oct-2012	24.6	7	12	23.2	15.8	10.2	20.4	15.2	.5		E	6
17-Oct-2012	21.8	9	12.6	20.8	14.2	11.6	17.6	13.4			E	6
18-Oct-2012	21.4	10.4	11.4	20.6	13.2	10.8	17.4	13	7.8	.9	E	6
19-Oct-2012	22.4	9.4	11.6	20.2	15.6	10.8	16.2	14.6			NE	4
20-Oct-2012	23	7.4	10.2	20.4	15	9	17.6	14.2	.3		E	4
21-Oct-2012	23.8	10.6	12.2	23.4	16.8	11.6	18.6	14.8			NE	2
22-Oct-2012	22.6	6.6	10.2	21.6	14.6	8.8	18.4	13.8			N	4
23-Oct-2012	24.8	7.2	10.6	23.4	15	4.4	19.6	13.6		.8	E	6
24-Oct-2012	20.6	10	11.4	16.8	13	10.8	14.8	12.6			NE	6
25-Oct-2012	22.6	7.4	10.2	21.6	13	9.2	17.4	12.2			E	6
26-Oct-2012	23.2	8.2	13.6	21.6	13.2	12	18.4	12.2			E	4
27-Oct-2012	22	9.4	10.6	19	13.6	10.2	16	12			E	6
28-Oct-2012	22.4	11.6	12	19	14.8	11.6	17.2	12			C	
29-Oct-2012	19.8	8	8.8	18.6	14.6	8.4	16.2	13.8	26.7		S	2
30-Oct-2012	23.8	8.2	11.6	21.8	14.6	11.4	18.8	13.6			N	4
31-Oct-2012	22.4	10	12	19.6	14.6	11.4	17.4	14.2			S	4

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL MES DE ENERO 201

Estación : ANDAHUAYLAS , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : APURIMAC

Provincia : ANDAHUAYLAS

Distrito : ANDAHUAYLAS

Ir : 2013-01 ▾

Latitud : 13° 39' 25"

Longitud : 73° 22' 15"

Altitud : 2933

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2013	22.4	8.8	11.4	21.2	14.2	10.4	19.2	13.6			C	
02-Ene-2013	20.8	8.4	9.2	16.8	13.8	8.8	15.2	12.6	3.3	1	E	2
03-Ene-2013	20.4	9.4	12.8	19.2	15	12.4	17.4	14.2			E	4
04-Ene-2013	21.4	9.2	9.4	20.4	14.4	9	18.2	14.2	.8	.6	E	2
05-Ene-2013	18.4	9.8	11.4	17.6	12.8	10.6	15.8	12.2			NE	2
06-Ene-2013	20	9.6	10.4	18.6	10	10.2	16.4	10	1.4	9.8	E	4
07-Ene-2013	18.4	8.2	9.6	17.4	12.4	9.4	15.8	12.2	1.2	.3	E	6
08-Ene-2013	20.8	7.4	9.6	19.6	13.6	8.6	17.2	13.4	1.5	.5	E	4
09-Ene-2013	21	8.6	10.4	18.4	14.6	9.8	16.6	14	.2	.7	E	6
10-Ene-2013	22.4	7.8	10	20.4	14.4	9.4	18.2	14			E	8
11-Ene-2013	19.2	10	10.4	15	14.2	10.2	14	14			E	6
12-Ene-2013	21.4	10.2	11.2	20.4	12.6	10.6	18.2	13	1.4		E	6
13-Ene-2013	21	10.4	11	19.8	14.8	10.6	17.6	13.6			NE	2
14-Ene-2013	18.4	9	10.2	16.4	12.8	9.8	15	12.4	4.7		E	8
15-Ene-2013	18.4	10	10.6	17.4	13.4	10.4	17	12.6	7.3		E	6
16-Ene-2013	18.8	10.4	11.8	17.4	12.6	11.6	17	12.2	3.2		C	
17-Ene-2013	18.6	10	9.8	16.4	12.8	9.4	15.4	12.2	5.3	.3	E	4
18-Ene-2013	19.6	9.2	10.4	17	13.2	10	15.6	12.4	11.6		SE	4
19-Ene-2013	19	9.2	9.6	17.6	13.8	9.4	15.8	13.2	.45		E	4
20-Ene-2013	20.4	8.8	10.4	20	13.4	9.8	18.2	13.2	1.9		E	6
21-Ene-2013	19.4	9	10.6	18	10.8	9.8	16.6	10.6	10.8	13.2	C	
22-Ene-2013	17.4	8.2	8.4	16.2	11.6	7.4	14.2	11.4	27		E	2
23-Ene-2013	20.6	7.4	9	18.2	14.4	8.8	16.6	13			E	4
24-Ene-2013	21.8	7.8	9.2	20.2	14.6	8.2	17.8	14.4	7.3	.3	E	4
25-Ene-2013	22	5.4	7.4	21.2	15	6.6	19	14.6	1.6		E	4
26-Ene-2013	22	7.2	8.6	20.8	15.6	7.8	18.4	14.8			E	4
27-Ene-2013	21.2	9.6	11.4	21	14.6	11	18.8	14	.4		E	4
28-Ene-2013	20.6	7.4	9.4	17.6	14.8	8.8	16.4	13.6	7.8		E	4
29-Ene-2013	20.2	10.2	12.2	16.4	15.2	11.8	15	14.6	2	2.2	SE	6
30-Ene-2013	21.2	10	11.6	17.8	14.2	11.4	16.2	14	.4	.3	E	6
31-Ene-2013	21.4	10	10.6	17.4	14	10.4	16.8	13.4		2	E	4

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN EL CAMPO EXPERIMENTAL

MES	SEMANAS			
	Semana 01	Semana 02	Semana 03	Semana 04
Noviembre 2014	Toma de muestras de suelo (tierra), para su respectivo análisis.	Preparación del terreno experimental. Con maquinaria agrícola.	Toma de muestras de los abonos orgánicos y su posterior llevado a laboratorio para su análisis respectivo.	Resultados obtenidos de los abonos orgánicos, de análisis químico de NPK del laboratorio.
Diciembre 2014	Resultados obtenidos del suelo (tierra), de análisis químico de NPK del laboratorio.	Mullido del terreno con maquinaria agrícola rastra.	Riego machaco, parcela antes de realizar la siembra para, dejar la parcela en capacidad de campo y la eliminación de patógenos.	Adquisición de la semilla. Adquisición de Los abonos orgánicos.
Enero 2015	Mullido del terreno con maquinaria agrícola rastra.	Trazo de la parcela experimental.	Realización del porcentaje de germinación de la semilla, desinfección.	Surcado y Realización de la siembra.
Febrero 2015	Vista y evaluación de la parcela los días de emergencia.	Visita a la parcela experimental. Desahije.	Visita y evaluación aparición de primeras hojas trifoliadas.	Labores culturales y manejo agronómico desmalezado y aporque.
Marzo 2015	Evaluación de plagas enfermedades y floración.	Visita a parcela experimental para su control fitosanitario.	Labores culturales y manejo agronómico, desmalezado.	Visita parcela experimental. Para su respectiva evaluación.
Abril 2015	Evaluación de formación de vainas e identificación de plagas, enfermedades.	Visita a campo para realizar, tratamiento fitosanitario.	Evaluación del término de formación de vainas inicio de madurez de cosecha.	Evaluación parcela de madurez de cosecha
Mayo 2015	Realización de primera cosecha.	Verificación de la parcela experimental.	Realización segunda cosecha	Realización tercera cosecha.
Junio 2015	Procesamiento de datos resultados y discusiones	Procesamiento de datos resultados y discusiones.	Procesamiento de datos resultados y discusiones Procesamiento de datos resultados y discusiones.	Procesamiento de datos resultados y discusiones. Procesamiento de datos resultados y discusiones.

Fuente: Elaboración Propia.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DEL CULTIVO DE ARVEJA

Departamento	: Apurímac	Variedad	: Alderman
Provincia	: Andahuaylas	Rendimiento	: 1,300 kg en granos seco
Distrito	: Talavera	Precio de venta	: 5.50 soles/kg
Fecha de siembra y cosecha	: Noviembre - Abril	Nivel tecnológico	: Medio
Nivel de NPK	: 40 - 40 - 20	Tenencia de tierra	: Terreno propio

Actividades	Unidad de medida	N° de unidad	Valor unitario(S/.)	Costo total(S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	Jor.	3	40.00	120.00
- Riego de machaco	Jor.	2	40.00	80.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	Jor.	6	40.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de materia orgánica	Jor.	2	40.00	80.00
- 1er. y 2do. Abonamiento	Jor.	4	40.00	160.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	8	40.00	320.00
- Cultivo	Jor.	8	40.00	320.00
- Riegos	Jor.	4	40.00	160.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	2	40.00	80.00
1.6 Cosecha				
- Recolección	Jor.	6	40.00	240.00
- Selección y encostalado	Jor.	2	40.00	80.00
- Carguío	Jor.	3	40.00	120.00
Sub - total de mano de obra		50		2000.00
2. Tracción Animal:				
2.1 Aradura	Día/yunta	8	45.00	360.00
2.2 Cruza	Día/yunta	6	45.00	270.00
2.3 Gradeo	Día/yunta	3	45.00	135.00
Sub - total de traccion animal		17		765.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	70	7.50	525.00
3.2 Fertilizantes				
- Nitrato de Amonio	Kg.	90	1.50	135.00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	90	2.18	196.20
- Cloruro de Potasio	Kg.	50	2.10	105.00
3.3 Estiércol	Kg.	1500	0.30	450.00
3.4 Pesticidas				
- Carboxin	Kg.	1	70.00	70.00
- Cipermetrina	Lt.	1	85.00	85.00
- Mancozeb	kg.	1	70.00	70.00
- Lissapol NX	Lt.	0.5	20.00	10.00
Sub - total de insumos				1646.20
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (5% gastos de cultivo)				220.56
Sub - total de gastos generales				220.56
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				4631.76
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.00% C.D./mes)				231.59
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				231.59
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				4863.35

Fuente: Elaboración Propia.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DEL CULTIVO DE FREJOL

Departamento	: Apurímac	Variedad	: Huevo de paloma
Provincia	: Andahuaylas	Rendimiento	: 1,350 kg en granos seco
Distrito	: Talavera	Precio de venta	: 6.20 soles/kg
Fecha de siembra y cosecha	: Noviembre - Abril	Nivel tecnológico	: Medio
Nivel de NPK	: 40 - 80 - 00	Tenencia de tierra	: Terreno propio

Actividades	Unidad de medida	Nº de unidad	Valor unitario(S/.)	Costo total(S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	Jor.	3	40.00	120.00
- Riego de machaco	Jor.	2	40.00	80.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	Jor.	6	40.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de materia orgánica	Jor.	2	40.00	80.00
- 1er. y 2do. Abonamiento	Jor.	4	40.00	160.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	8	40.00	320.00
- Cultivo	Jor.	10	40.00	400.00
- Riegos	Jor.	4	40.00	160.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	2	40.00	80.00
1.6 Cosecha				
- Recolección	Jor.	8	40.00	320.00
- Trilla	Jor.	2	40.00	80.00
- Selección	Jor.	3	40.00	120.00
- Encostalado y carguío	Jor.	2	40.00	80.00
Sub - total de mano de obra		54		2240.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	65.00	260.00
2.2 Rastra	H/M	2	65.00	130.00
2.3 Surcado	H/M	4	65.00	260.00
Sub - total de tracción animal		10		650.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla				
	Kg.	80	5.00	400.00
3.2 Fertilizantes				
- Nitrato de Amonio	Kg.	90	1.50	135.00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	175	2.18	381.50
- Cloruro de Potasio	Kg.	100	2.10	210.00
3.3 Pesticidas				
- Metamidofos	Lt.	2	51.00	102.00
- Cipermetrina	Lt.	1	85.00	85.00
- Imidacloprida	Lt.	0.25	280.00	70.00
- Ciromazina	Kg.	0.1	70.00	7.00
- Thiamethoxam 25%	Kg.	0.1	280.00	28.00
- Mancozeb	Kg.	1	60.00	60.00
- Diniconazole	Kg.	1	80.00	80.00
- Abono foliar	Lt.	2	25.00	50.00
- Lissapol NX	Lt.	1	20.00	20.00
Sub - total de insumos				1628.50
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (5% gastos de cultivo)				225.925
Sub - total de gastos generales				225.925
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				4744.43
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.00% C.D./mes)				284.67
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				284.67
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				5029.09

Fuente: Elaboración Propia.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DEL CULTIVO DE HABA

Departamento	: Apurímac	Variedad	: Quello
Provincia	: Andahuaylas	Rendimiento	: 1,600 kg en granos seco
Distrito	: Talavera	Precio de venta	: 4.20 soles/kg
Fecha de siembra y cosecha	: Noviembre - Abril	Nivel tecnológico	: Medio
Nivel de NPK	: 40 - 40 - 00	Tenencia de tierra	: Terreno propio

Actividades	Unidad de medida	Nº de unidad	Valor unitario(S/.)	Costo total(S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	Jor.	3	40.00	120.00
- Riego de machaco	Jor.	2	40.00	80.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	Jor.	6	40.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de materia orgánica	Jor.	2	40.00	80.00
- 1er. y 2do. Abonamiento	Jor.	4	40.00	160.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	8	40.00	320.00
- Cultivo	Jor.	8	40.00	320.00
- Riegos	Jor.	4	40.00	160.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	2	40.00	80.00
1.6 Cosecha				
- Recolección	Jor.	6	40.00	240.00
- Selección y encostalado	Jor.	2	40.00	80.00
- Carguío	Jor.	3	40.00	120.00
Sub - total de mano de obra		50		2000.00
2. Tracción Animal:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	35.00	210.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	35.00	140.00
2.3 Gradeo	Día/yunta	2	35.00	70.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	35.00	140.00
Sub - total de tracción animal		16		560.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	60	5.00	300.00
3.2 Fertilizantes				
- Nitrato de Amonio	Kg.	130	1.50	195.00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	90	2.18	196.20
- Cloruro de Potasio	Kg.	50	2.10	105.00
3.3 Pesticidas				
- Nematicida	Lt.	2	51.00	102.00
- Mancozeb	Lt.	1.5	60.00	90.00
- Lissapol NX	Lt.	0.5	20.00	10.00
Sub - total de insumos				998.20
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				355.82
Sub - total de gastos generales				355.82
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3914.02
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.58% C.D./mes)				371.05
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				371.05
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				4285.07

Fuente: Elaboración Propia.

COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DEL CULTIVO DE LENTEJA

Departamento	: Apurímac	Variedad	: Castellana
Provincia	: Andahuaylas	Rendimiento	: 1,200 kg en granos seco
Distrito	: Talavera	Precio de venta	: 6.00 soles/kg
Fecha de siembra y cosecha	: Noviembre - Abril	Nivel tecnológico	: Medio
Nivel de NPK	: 40 - 40 - 20	Tenencia de tierra	: Terreno propio

Actividades	Unidad de medida	Nº de unidad	Valor unitario(S/.)	Costo total(S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	Jor.	3	40.00	120.00
- Riego de machaco	Jor.	2	40.00	80.00
1.2 Siembra				
- Distribución semilla	Jor.	6	40.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- Incorporación de materia orgánica	Jor.	2	40.00	80.00
- 1er. y 2do. Abonamiento	Jor.	4	40.00	160.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	8	40.00	320.00
- Cultivo	Jor.	8	40.00	320.00
- Riegos	Jor.	4	40.00	160.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	2	40.00	80.00
1.6 Cosecha				
- Recolección	Jor.	6	40.00	240.00
- Selección y encostalado	Jor.	2	40.00	80.00
- Carguío	Jor.	3	40.00	120.00
Sub - total de mano de obra		50		2000.00
2. Tracción Animal:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	35.00	210.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	35.00	140.00
2.3 Gradeo	Día/yunta	2	35.00	70.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	35.00	140.00
Sub - total de tracción animal		16		560.00
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	70	5.00	350.00
3.2 Fertilizantes				
- Nitrato de Amonio	Kg.	130	1.50	195.00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	90	2.18	196.20
- Cloruro de Potasio	Kg.	50	2.10	105.00
3.4 Pesticidas				
- Metamidafos	Lt.	2	51.00	102.00
- Mancozeb	Lt.	1.5	60.00	90.00
- Lissapol NX	Lt.	0.5	20.00	10.00
Sub - total de insumos				1048.20
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (5% gastos de cultivo)				360.82
Sub - total de gastos generales				360.82
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				3969.02
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.00% C.D./mes)				376.26
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				376.26
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				4345.28

Fuente: elaboración propia.

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN



Figura 1. Trazado y alineamiento de la parcela experimental. Fuente propio (2013).



Figura 2. Instalación del cartel en la parcela experimental. Fuente propia (2013).



Figura 3. Evaluación de altura de planta del cultivo haba. Fuente Propio (2013)



Figura 4. Crecimiento del cultivo frejol. Fuente Propio (20



Figura 4. Control fitosanitario de plagas y enfermedades. Fuente Propio (2013)



Figura 5. Evaluación de altura de planta del cultivo lenteja. Fuente Propio (2013)

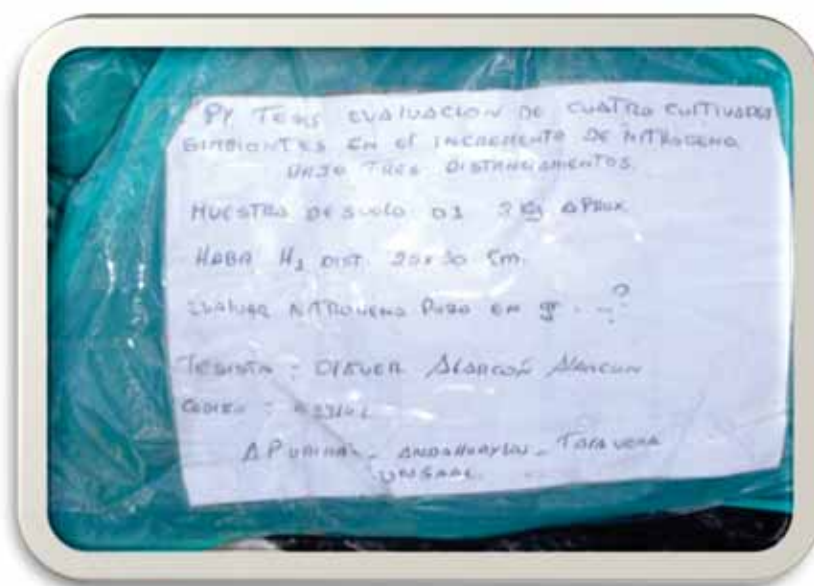


Figura 7. Muestras de suelo para el análisis en laboratorio. Fuente Propio (2013)



Figura 8. Secado de la cosecha del frejol, haba, arveja y lenteja. Fuente Propio (2013)



Figura 8. Secado de la cosecha del frejol, haba, arveja y lenteja. Fuente Propio (2013)



Figura 9. Nodulación de cultivo haba en la raíz. Fuente Propio (2013)



Figura 10. Tutorado del cultivo frijol. Fuente Propio (2013)



Figura 11. Embainamiento de leguminosa frijol. Fuente Propio (2013)



Figura 12. Nodulación de cultivo arveja en la raíz. Fuente Propio (2013)



Figura 13. Nodulación de cultivo haba en la raíz. Fuente Propio (2013)