

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y LA FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL VAINITA (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD JADE EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN OLERICOLA FRUTICOLA HUÁNUCO 2016

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**JOSE KEVY JUSTO JACINTO**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2017**

## ***DEDICATORIA***

*A la compañera de toda la vida, mi esposa Zenaida, por su gran apoyo, sugerencias y por estar siempre pendiente.*

*A mis padres Cayetano y Toribia, por su compromiso y compañía invaluable.*

*A mis hijos Jennsen Jeraine y Jhamyl Cristiano, a mi hija Jeannie Corayma; por ser mi inspiración y motivación constante.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por el inmenso amor que me concede y por las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida.*

*A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán y, particularmente a la Facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, donde me formé.*

## RESUMEN

La investigación se realizó en Cayhuayna cuyos objetivos fueron evaluar distanciamientos de siembra y la fertilización en el rendimiento del frijol vainita (*Phaseolus vulgaris* L) variedad jade en condiciones edafoclimáticas del instituto de investigación olericola fruticola Huánuco. La prueba de hipótesis fue con el diseño experimental de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 repeticiones, 4 tratamientos con un total de 16 unidades experimentales. Las observaciones realizadas fueron longitud de vainas, vainas por planta y rendimiento por área neta experimental y estimación a hectárea, siendo las técnicas del análisis de contenido y la observación y los instrumentos las fichas y libreta de campo. Los resultados permiten concluir que existe efecto significativo de los diferentes distanciamientos de siembra en longitud de vainas, vainas por planta donde el tratamiento D<sub>3</sub> con distanciamientos entre surcos de 1 metro y 0,35 metros y 50-80-90 de NPK con adición de compost a razón de 5 000 kilos por hectárea obtuvo 10,65 cm y 28,25 vainas por planta, y al rendimiento el tratamiento D<sub>1</sub> con distanciamientos de siembra entre surcos de 0,80 metros entre surcos y 0,35 entre golpes más 50-80-90 de NPK y compost a razón de 5 000 kilos por hectárea obtuvo 17 482,14 kilos por hectárea, seguido del tratamiento D<sub>2</sub> con distanciamiento de siembra de 0,90 entre surcos y 0,35 metros entre golpes más 50-80-90 de NPK y compost a razón de 5 000 kilos por hectárea obtuvo 16 198,41 kilos por hectárea.

**Palabras claves:** Distanciamientos de siembra – rendimiento condiciones edafoclimáticas

## ABSTRAC

The research was carried out in Cayhuayna whose objectives were to evaluate planting distances and fertilization in the yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L) jade variety under edaphoclimatic conditions of the research institute olericola fruticola Huánuco. The hypothesis test was with the experimental design of Design of Complete Blocks Randomly (DBCA) with 4 repetitions, 4 treatments with a total of 16 experimental units. The observations made were length of pods, pods per plant and yield per experimental net area and estimate to hectare, being the techniques of content analysis and observation and instruments the cards and field notebook. The results allow to conclude that there is a significant effect of the different planting distances in length of pods, pods per plant where the D3 treatment with distances between rows of 1 meter and 0.35 meters and 50-80-90 of NPK with addition of compost at a rate of 5 000 kilos per hectare obtained 10.65 cm and 28.25 pods per plant, and to yield the treatment D1 with planting spacing between rows of 0.80 meters between rows and 0.35 between strokes plus 50-80 -90 of NPK and compost at a rate of 5 000 kilos per hectare obtained 17 482.14 kilos per hectare, followed by treatment D2 with planting distance of 0.90 between rows and 0.35 meters between strokes plus 50-80-90 of NPK and compost at 5 000 kilos per hectare obtained 16 198.41 kilos per hectare.

Keywords: Planting distances - yield soil and climatic conditions

## INDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

	<b>P</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>08</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
2.1. EL FRIJOL	12
2.1.1. Condiciones agroecológicas para el frijol	12
2.1.2. Características de la variedad Jade	16
2.1.3. Densidad de siembra	17
2.1.4. Fertilización	20
2.2. HIPÓTESIS	25
2.3. VARIABLES	25
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>26</b>
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.	26
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	28
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS.	29
3.4. FACTOR Y TRATAMIENTOS	29
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS.	30
3.5.1. Diseño de la investigación.	30
3.5.2. Técnicas, instrumentos de recolección de información	36
3.5.2.1. Técnicas bibliográficas y de campo	36
3.5.2.2. Instrumentos de recolección de información	36
3.5.3. Datos registrados	37
3.6. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	37

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>40</b>
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>48</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>53</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>56</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común es una de las leguminosas más importante en el Perú y el mundo. La forma de consumo que predomina es en grano seco, las otras formas de uso son como hortalizas especialmente el frijol vainita y como grano verde. El frijol vainita, es aquel cuyos frutos se consumen inmaduros o recién formados; la vainita como hortaliza, se constituye en el alimento de consumo popular muy apreciado por sus cualidades nutritivas, y dietéticos por sus excelentes características de palatabilidad y digestibilidad.

El fruto del frijol vainita presenta diferente calidad de acuerdo al tamaño (en relación a su diámetro y peso), forma, sanidad, color, textura suave, sin fibras, ni daños mecánicos, químicos ni pudriciones, de acuerdo a estos criterios se tiene las calidades de vainita extra, primera y segunda, sin embargo, la característica del mercado local nacional, es su poca exigencia en la calidad del producto, especialmente en lo referente a tamaño y forma de vainas y por ser perecible en corto tiempo la producción se organiza en pequeñas extensiones y realizando las cosechas de acuerdo a la demanda del mercado local.

El método de siembra en surco es el más adecuado y utilizado porque facilita realizar las labores agrícolas en forma eficiente, en menor tiempo y a bajo costo. La densidad de siembra es lograr la población adecuada de plantas que tengan un crecimiento y desarrollo vigoroso, por ello las densidades de siembra recomendadas para producción de semilla son menores a las recomendadas para producción comercial. Las densidades de



siembra dependen de la calidad fisiológica de la semilla cuyo porcentaje de germinación debe alcanzar a 98 % y en todo caso no menor de 85 %. Con base a esta información, la quinua se puede instalar con 10 y 12 kg/ha .

El uso cada vez más de fertilizantes químicos, con sus consecuencias negativas (costos elevados, aumento de la resistencia hacia ellos y degradación de la biología del suelo entre otros) está induciendo al cambio de mentalidad hacia una agricultura más ecológica y por lo tanto más sostenible, con el uso de materiales orgánicos disponibles localmente. Esto representa uno de los métodos más importantes y satisfactorios de aumentar, o mantener, el nivel de fertilidad y productividad de los suelos utilizados para la producción de alimentos y mejorar la economía del poblador rural.

La incorporación de materia orgánica puede hacerse utilizando estiércol, compost, abono verde, etc pero la aplicación de estos elementos se hace principalmente para elevar o mantener el contenido de materia orgánica en el suelo, por lo cual, una verdadera fertilización debe consistir en la aplicación de abonos de fácil asimilación por la planta.

Las temperaturas optimas son de 10 a 27 °C y humedad relativa del aire del 70 a 80 % altitudes de 200 a 1 500 msnm , precipitación de 300 a 400 mm de lluvia. La falta de agua durante la floración, fructificación y llenado de vainas, afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad atrofia el desarrollo de la planta y favorece el ataque de enfermedades. (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal).

En el valle de Huánuco, su cultivo es poco difundido, pese a que se cuenta con las condiciones edafoclimáticas favorables y por su capacidad de adaptación a climas que le permite producir en temperaturas de 10 y 26 °C con un rango óptimo de producción entre 13 y 22 °C para estas condiciones tienen bajos rendimientos motivo por el cual los agricultores le dan poca importancia sembrándolo solo para el mercado local o autoconsumo,

Si los agricultores del valle de Huánuco no asumen los distanciamientos de siembra obtenidos para esta leguminosa, pese a que este cultivo es de corto periodo vegetativo (45 días) y se puede sembrar todo el año, siempre obtendrán bajos rendimientos.

El problema formulado fue ¿Cuál es el efecto de los distanciamientos de siembra con fertilización aplicando compost en el rendimiento del frijol vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Jade en condiciones edafoclimáticas del instituto de investigación olerícola frutícola Huánuco 2016?, y los **específicos de** ¿Cuál será el efecto de los distanciamientos de siembra entre surcos en longitud y número de vainas por planta?, y ¿cuál será el efecto en el peso por área neta experimental y estimación a hectárea.

Socialmente los productores y sus familias obtendrán mayores recursos por la rentabilidad en la producción, mejorando su calidad de vida, teniendo acceso a salud, vivienda, educación y otros. A mediano plazo los agricultores productores del frijol vainita y quienes no cultivan podrán insertarse, ya que verán en ella la gran oportunidad de obtener utilidades generando fuentes de trabajo.

El consumo per cápita de menestras es de 2,5 kg/año, lejos de alcanzar el nivel óptimo de 9,3 kg/año, fijado por estudios del Ministerio de Salud. El frijol es un componente de singular y creciente importancia en la dieta de poblaciones rurales y urbanas, debido a su alto contenido de proteínas (22 a 30 %), carbohidratos, vitaminas, minerales y fibra. Por esta razón se constituyen en uno de los alimentos más completos y saludables para el consumo humano.

En la zona productora del Valle de Huánuco, si no seguimos innovando y desarrollando nueva tecnología, para utilizar eficientemente nuestros recursos y obtener mejores rendimientos y calidad del producto, estaremos perdiendo una gran oportunidad de desarrollo. La contribución es mejorar el rendimiento y calidad del frijol en las condiciones del tiempo en

Cayhuayna para lograr el máximo desarrollo y la mejor calidad de los productos agrícolas.

El impacto ambiental **es** positivo por cuanto los distanciamientos de siembra con aplicación de fertilizantes compensado con la adición de abonos orgánicos compost preserva el medio ambiente.

El objetivo formulado fue evaluar el efecto de los distanciamientos de siembra con fertilización y compost en el rendimiento del frijol vainita (***Phaseolus vulgaris L.***) variedad Jade en condiciones edafoclimáticas del instituto de investigación olerícola frutícola Huánuco, y los **específicos** determinar el efecto de los distanciamientos de siembra entre surcos en longitud de vainas y vainas por planta e identificar el efecto de los distanciamientos de siembra en el peso por área neta experimental y rendimiento estimado a hectárea.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. EL FRIJOL

Los principales productores de frijol seco en el mundo, según la FAO son: la India, Brasil, China, Estados Unidos, Myanmar, México, Indonesia y Argentina. La región de Cajamarca la principal zona productora del país, seguido de Amazonas y Arequipa. En la región Huánuco, se cultiva el frijol, ya sea para el mercado o consumo en la dieta de la población, la siembra aproximada es de 2 336 ha , con el rendimiento promedio de 1,12 t/ha .

Las exportaciones nacionales de frijol seco por país de destino, son Ecuador como el principal país comprador con un 18 %, seguido de Colombia con el 17 %, luego Líbano con el 11% y EEUU con 9 % el resto de países tienen una menor participación.

#### 2.1.1. Condiciones agroecológicas para el frijol

Virgilio Gonzales (2003) desde el ciclo del cultivo, se desarrollan dos fases: vegetativa y reproductiva. La vegetativa se da desde la siembra de la semilla hasta el surgimiento de la floración; se caracteriza por el rápido aumento de la materia, pues la planta invierte su energía en la síntesis de los nuevos tejidos de absorción y en la fotosíntesis. La reproductiva inicia con la finalización de la vegetativa y termina cuando los frutos están listos para la cosecha; en esta fase los frutos extraen de la planta los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración. En las variedades de crecimiento indeterminado el desarrollo vegetativo no se detiene, por lo que hay producción simultánea de tallos, ramas, hojas, flores y frutos.

Cada fase está formada por un conjunto de etapas identificadas con una letra seguida de un número cuya duración depende del hábito de crecimiento y la precocidad de las variedades.

No todas las plantas en el campo llegan a una etapa en particular al mismo tiempo. Por lo tanto, los investigadores asumen que el cultivo alcanza una etapa específica cuando al menos el 50 % de las plantas presentan las características correspondientes. La normalización de las definiciones permite que se refieran a los problemas de las etapas de crecimiento específicas. También pueden comparar la fenología de maíz bajo diferentes condiciones ambientales y de tratamientos experimentales.

Las investigaciones realizadas dividen las etapas de crecimiento en dos grandes categorías: vegetativa (V) y reproductiva ®. Además, las etapas de crecimiento se pueden agrupar en cuatro grandes periodos: Crecimiento de las plántulas (Etapas VE y V1), crecimiento vegetativo (Etapas V2, V3... Vn), floración y la fecundación (Etapas VT, RO y R1) y llenado de grano y la madurez (Etapas R2 a R6).

### **A) Clima**

Virgilio Gonzales (2003) el óptimo desarrollo del cultivo se da en temperaturas de 10 a 27 °C y humedad relativa del aire entre 70 y 80 %, altitudes de 200 a 1 500 msnm , precipitación entre 300 a 400 de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad atrofia el desarrollo de la planta y favorece el ataque de enfermedades.

Melgarejo (1979) las condiciones climatológicas determinan, en gran medida, cuantos y cuales cultivos se pueden sembrar con éxito. En este caso el cultivo de frijol requiere de estas para una buena producción como las temperaturas óptimas para el desarrollo de las leguminosas de grano fluctúan entre 18 y 27 °C.

Aguirre y Salas (1990) citan a Holdridge quien ha establecido que las zonas aptas para el cultivo del frijol corresponden a formaciones ecológicas de bosque seco Tropical (bs-T), y bosque seco Subtropical (bs-St) sin que esta formación sea la adecuada.

### **Temperatura**

White (1985) manifiesta que la planta crece con temperaturas comprendidas entre 15 a 27 °C, pero hay rangos de tolerancia entre variedades diferentes, así bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que altas temperaturas puede producir problemas de esterilidad; una planta es capaz de soportar temperaturas de 5 a 40 °C por ciertos periodos, pero si se mantiene en tales extremos por tiempo prolongado ocurre daños irreversibles.

Para conseguir una germinación homogénea y normal necesita temperaturas superiores a los 14 °C, el frijol es una planta anual de temperaturas tibias, sensibles a las temperaturas extremas. Las temperaturas optimas son de 15 °C – 24 °C dependiendo la variedad que se desee cultivar.

### **Humedad**

Voisest (2004) reportan que la planta del frijol requiere agua 10 días antes de la floración y durante el llenado de granos, es decir, 10 días después de la floración, el exceso de agua conlleva a problemas de oxígeno y favorece el desarrollo de enfermedades fungosas.

El cultivo de frijol necesita más agua en el momento de macollaje, prefloración, formación de vainas y llenado de grano. En caso del riego por surcos, se recomienda dar unos seis riegos durante la campaña, evitando hacerlo en plena floración para prevenir la caída de las flores.

López (2002) indica que la humedad y la temperatura se hallan en estrecha concordancia con la humedad del suelo. La sequedad del aire no

será perjudicial, siempre y cuando el suelo disponga de una apropiada humedad. La excesiva humedad en suelos pesados compromete la calidad de la producción en la presencia de enfermedades.

Castillo de Bonilla (1983) hace conocer que el cultivo de frijol común se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales con lluvia abundante, entre los 1 000 y 1 500 mm anuales en promedio. Esta especie no es resistente a las heladas, las lluvias excesivas durante la floración puede provocar la caída de flores.

### **Luminosidad**

White (1985) indica que la luz juega un papel importante en la regulación del desarrollo de la planta, principalmente por medio de efectos de fotoperiodo, siendo el frijol una especie de días cortos; días largos tienden a causar demoras en la floración y madurez.

Porsons (1990) sostiene que la luz, es necesario también en el proceso de la fotosíntesis, como referencia que las variedades frijol Lima y el tepary son plantas con fotoperiodos críticos bien definidos. Estas especies de días cortos y sólo florecen y producen bien en estas condiciones.

Las variedades neutras son completamente indiferentes a la duración e intensidad de la luz. Estas variedades se pueden utilizar con éxito en regiones con climas poco estables, se pueden establecer los cultivos en la misma región durante el año con variedades sensibles se debe sembrar primero una variedad de día largo y después de días cortos.

### **B) Suelo**

Virgilio Gonzales (2003) las características físicas y químicas de suelos apropiados para el cultivo son:

Propiedades físicas

Textura

Franco a franco arcilloso

Profundidad efectiva	Superior a 60 cm
Densidad aparente	1,2 g/cm <sup>3</sup>
Drenaje interno y externo	Excelente
Propiedades químicas	
pH	5,5 a 7,0
Acidez total	Mayor de 10 %
Conductividad eléctrica	Mayor de 2,0 mmhos.cm <sup>-1</sup>

El frijol, requiere suelos francos, profundos, fértiles, de buen drenaje y sin problemas de salinidad. La conductividad eléctrica no debe ser mayor de 1 mmhos/cm, otros son sensibles tanto a la sequía como al exceso de humedad.

Domínguez (1986) refiere que las características fundamentales de las leguminosas es formar asociaciones simbióticas en sus raíces (nodulaciones) con las bacterias del genero Rhizobium que les permite utilizar el nitrógeno fijado por esta bacteria, aumentando así la concentración de nitrógeno en el suelo, el frijol produce cerca de 1 200 a 1 300 kg/ha que se destina para la alimentación humana y animal.

El frijol es una especie que requiere suelos sueltos, profundos, aireados, con buen drenaje, cuya textura varía de franco limosa a ligeramente arenosa, pero tolera bien suelos franco arcillosos. El pH óptimo es de 5,8 a 6,5 para regiones húmedas y de 6,0 a 7,5 para zonas áridas. Produce bien en toda clase de suelo desde el arenoso al arcilloso, pero no en suelos salitrosos.

### **2.1.2. Características de la variedad Jade**

Vigilio Gonzales (2003) señala las siguientes características



a) Se adapta a la mayoría de zonas de cultivo de vainitas en nuestro país y tiene excelente aceptación en el mercado. Su aporte arbustivo mantiene las vainas por encima del suelo, protegiendo su inversión minimizando los daños en las puntas.

b) Características del producto. Es muy productiva y con excelente calidad de vainas.

c) Planta de porte arbustivo, crecimiento determinado y erecto.

d) Vainas de color verde oscuro, cilíndricas, rectas y largas con lento desarrollo de semilla. De textura tierna sabor muy dulce.

e) Permite varias cosechas en forma escalonada.

f) Conserva su color verde por largo tiempo, se mantiene bien en transporte y almacén. Tolerancias: A roya (*Uromyces phaseoli*), Virus del Mosaico común del frijol y Virus del Rizado.

g) Recomendaciones: Temperatura óptima de germinación: 16 °C – 22 °C inicio cosecha: 45 a 60 días aproximadamente, distanciamiento: 0,9 a 1,0 x 0,3 a 0,35, 2 a 3 semillas por golpe, presentación: Sacos 25 kg .

### **2.1.3. Densidad de siembra**

INIA (INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA 2005) para la siembra es necesario destacar dos aspectos fundamentales, la época y el método de siembra; la época de siembra está en función de las condiciones climáticas (precipitación y temperatura) que varía de zona a zona, y de las características de la variedad (precoces, semi precoces y tardías), que presentan las fases vegetativa y reproductiva, es muy importante tener en cuenta el tiempo que dura la fase vegetativa, porque es el período en que las plantas forman sus órganos como son raíces, tallos, hojas, botón floral, por lo tanto necesita de nutrientes, agua, luz, labores culturales apropiadas y control fitosanitario, y determina la productividad, por regla general, cuanto más tiempo dura la fase vegetativa se obtendrá mayor

producción y semilla de mejor calidad; por eso las variedades tardías siempre tienen mejores rendimientos; la fase reproductiva es irreversible por que la semilla ya está formada esperando solo la maduración.

Contreras y Remigio (2009) sostienen la teoría de Gardner (1985) quien indica que el incremento de la densidad de siembra del cultivo, va a depender si el rendimiento es el producto final del desarrollo de la planta en la fase reproductiva o en la fase vegetativa. En otras palabras, la consideración fundamental depende de si el rendimiento económico es un componente de la planta (por ejemplo, peso de las semillas o peso de los frutos) o la planta entera (producción de biomasa o rendimiento biológico). Cuando el rendimiento, es el producto del desarrollo de material vegetativo la respuesta al incremento de la densidad de siembra es asintótica (el rendimiento se incrementa hasta un punto en el cual se hace constante) similar al índice crítico de área foliar. En este caso, una plantación densa para la interceptación máxima de radiación solar debe ser alcanzada tan rápidamente como sea posible; pero si la plantación es muy densa, la única pérdida se atribuye al mayor gasto de semillas.

Ferraris (2007) indica que la elección de la densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo, ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento. La densidad de siembra óptima de cualquier cultivo, es aquella que: maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento y permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

Los diferentes cultivos en la cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de vainas y granos por planta,

originado por cambios en la capacidad de ramificación, lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta. A nivel fisiológico, en bajas densidades, aumenta el número de nudos potenciales y disminuye el aborto de flores.

Agriculture & Food Institute y Corporation (2008) el rendimiento de cultivos muchas veces se ve limitado por factores ajenos al control del agricultor, (ausencia de lluvias, temperaturas frías) y otras veces el rendimiento es limitado por factores que el agricultor puede controlar (semilla apropiada, la disponibilidad adecuada de nutrientes para el suelo, población de plantas, y época de siembra). Si estos factores son óptimos para cada cultivo, el rendimiento será sustancialmente alto.

El objetivo del espaciamiento de siembra, es, obtener el máximo rendimiento en una unidad de área sin sacrificar la calidad. La frecuencia de siembra la dirige el objetivo final de qué clase de cultivo se quiere.

Semillas espaciadas a distancia uniforme entre o grupos de plantas en una fila, se usa para cultivos como maíz, frijoles, arvejas, soya y garbanzo. Estos cultivos son sensibles al espaciamiento y necesitan distancia entre plantas.

La población de plantas por hectárea depende de los siguientes factores:

- a)** Fertilidad del suelo. En suelos de baja fertilidad, la población de las plantas debe ser más baja que los suelos con alta fertilidad.
- b)** Estructura del suelo. Los cultivos rendirán mejor en tipos de suelos pesados o livianos.
- c)** Disponibilidad de agua. En áreas donde el agua es un factor limitante la siembra se debe hacer a baja densidad.

- d) La profundidad de la siembra varía de acuerdo al tamaño de la semilla y la humedad del suelo. En general, se siembra la semilla a una profundidad de dos a cuatro veces el tamaño de la semilla. En suelos húmedos o secos se siembra a más profundidad.
  
- e) El número de semillas que se necesita sembrar por metro, a lo largo de la fila, depende completamente de la población de plantas y del ancho de las filas que se han escogido por recomendación. La preocupación principal es el tipo de siembra que se debe usar si se siembra la semilla sola o en grupo. Los pequeños agricultores que hacen la siembra manualmente, generalmente, usan siembra múltiple; siembran varias semillas en un hueco en lugar de hacerlo de una forma separada. Esto reduce tiempo y trabajo y también ayuda a brotar mejor las plántulas bajo condiciones de suelo con corteza, pero puede disminuir el rendimiento por el uso ineficiente de espacio e incrementar la competencia por luz, agua y nutrientes entre las plantas de una colina.

#### **2.1.4. Fertilización**

Salazar (1995) menciona para evitar el empobrecimiento de los suelos y que los cultivos puedan cumplir funciones físicas, químicas y biológicas necesarias para su crecimiento vegetativo, floración y fructificación es necesario devolver al suelo los nutrimentos que los cultivos extraen.

El abonamiento se debe realizar cuando el suelo se encuentra húmedo y si no tiene la humedad suficiente, es preferible no aplicar el fertilizante. Cuando el fertilizante se coloca cerca de la planta puede ocasionar quemaduras y si se pone muy distante no será aprovechado por las raíces de la planta. Asimismo si se aplica en la superficie del suelo y no se tapa se evapora. Del mismo modo las cantidades de abono necesarias están relacionadas con los factores de: fertilidad natural de los suelos, pendiente del terreno, grado de erosión, clima, estado vegetativo de los cultivos, tipo de abono y cantidad disponible. Para saber la cantidad de abono a utilizar es

importante realizar el análisis de suelo, que permitirá utilizar el abono disponible en forma adecuada. Las Dosis de fertilización son 96-50-50 kg de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) respectivamente y para la conservación de la fertilidad del suelo se recomienda realizar un abonamiento mixto (orgánico y químico).

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria 2005) reporta que los fertilizantes más utilizados en la agricultura son los nitrogenados, fosfóricos y potásicos. Los nitrogenados tienen efecto ambiental a consecuencia del aumento de los niveles de nitratos y fosfatos en las aguas con la “eutrofización”, que consiste en una proliferación masiva de algas y vegetales inferiores en las masas superficiales de agua por efecto del exceso de nutrientes minerales (nitrógeno y fósforo).

Durante la aplicación de fertilizantes al suelo hay que tener especial cuidado sobre los efectos del uso abusivo de los mismos. Las plantas son capaces de tomarlos del suelo en la cantidad precisa para su normal desarrollo. Cuando se aplica un fertilizante, es necesario saber que no vamos a obtener mayores rendimientos agrícolas si aumentamos la dosis de éstos. Lo que ocurre es que estos excesos no son asimilados por la vegetación y pueden ser arrastrados por la escorrentía superficial o penetrar en las aguas subterráneas.

Si se aplica NPK en exceso a un suelo, disminuye la capacidad de las plantas para absorber el calcio, cobre, zinc, magnesio, hierro y otros minerales, lo que se traduce en una pobreza de éstos en sus frutos.

Menciona que en años recientes se ha percibido mejor la importancia de la conservación del suelo y de la materia orgánica en un contexto de conservación del medio ambiente. El uso cada vez más importante de productos fitosanitarios y fertilizantes químicos con sus consecuencias negativas (costos elevados, aumento de la resistencia hacia ellos y degradación de la biología del suelo entre otros) está induciendo un cambio de mentalidad hacia una agricultura más ecológica y por lo tanto más

sostenible, con el uso de materiales orgánicos disponibles localmente. Esto representa uno de los métodos más importantes y satisfactorios de aumentar, o por lo menos mantener, el nivel de fertilidad y productividad de los suelos utilizados para la producción de alimentos y mejorar la economía del poblador rural.

El descubrimiento de algunos elementos nutritivos de importancia para la vida vegetal es reciente, destacando el nitrógeno, (N) el fósforo (P) y el potasio (K) que son esenciales en la agricultura moderna, la utilización racional de las sustancias nutritivas asegura un rápido crecimiento, un adecuado desarrollo de las raíces y por consiguiente una cosecha óptima.

Toda planta cultivada requiere fertilización y que la aplicación esté de acuerdo con el objeto del cultivo y fertilidad del suelo. Cuando el cultivo es para la producción de granos la aplicación de nitrógeno debe ser fraccionada, el fósforo y el potasio se puede aplicar en la preparación del terreno o al momento de la siembra; pero cuando el cultivo es para producir materia fresca la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio se deben aplicar una sola vez.

Sánchez (2006) para evitar el empobrecimiento de los suelos y que los cultivos puedan cumplir funciones físicas, químicas y biológicas necesarias para su crecimiento vegetativo, floración y fructificación es necesario devolver al suelo los nutrimentos que los cultivos extraen.

Mendoza y Quijano (2004) ante la aparición de plantas precoces de alto rendimiento y exigentes a elementos nutritivos, es buena la incorporación de fertilizantes inorgánicos y materia orgánica. La aplicación de materia orgánica resulta más eficiente en surco que cuando se arrojan en campo, aplicándose de 8 a 10 toneladas por hectáreas y empleando fertilizante inorgánico como suplemento.

Mencionan que el efecto de los elementos minerales, es mayor en presencia de materia orgánica, siendo incrementada en 10 a 15 % y que ésta al descomponerse produce ácidos orgánicos y bióxido de carbono que ayudan a disolver minerales como el potasio, de esta manera las plantas los obtienen más fácilmente.

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha estudiado y experimentado la utilización de diversas sustancias con el fin de alcanzar mayores resultados en las cosechas. Entre las sustancias que inicialmente fueron utilizables se encuentran el estiércol de los animales, las cenizas de los huesos y de la madera, de los desperdicios de lana, del pescado descompuesto, la marga calcárea, etc.

Walton y Holt (1979) y Gros (1986) informan que toda planta cultivada requiere fertilización y la aplicación de los fertilizantes está de acuerdo con el objeto del cultivo y fertilidad del suelo. Cuando el cultivo es para la producción de granos la aplicación de nitrógeno debe ser fraccionada, el fósforo y el potasio se puede aplicar en la preparación del terreno o al momento de la siembra; pero cuando el cultivo es para producir materia fresca la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio se deben aplicar una sola vez.

Mendoza (1994) ante la aparición de plantas precoces de alto rendimiento y exigentes a elementos nutritivos, es buena la incorporación de fertilizantes inorgánicos y materia orgánica y la aplicación de materia orgánica resulta más eficiente en surco, que cuando se arrojan en campo, aplicándose de 8 a 10 toneladas por hectáreas y empleando fertilizante inorgánico como suplemento.

Gros (1986) menciona que el efecto de los elementos minerales, es mayor en presencia de materia orgánica, siendo incrementada en 10 a 15% y que ésta al descomponerse produce ácidos orgánicos y bióxido de carbono

que ayudan a disolver minerales como el potasio, de esta manera las plantas los obtienen más fácilmente.

Coraminas y Pérez (1994) informan que los abonos orgánicos, también conocidos como enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes naturales entre otros, presentan diversa fuentes como los abonos verdes, estiércol, compost, humus de lombriz, bioabonos, de las cuales varía su composición química según el proceso de preparación e insumos que se emplean.

Rodrigo, citado por Morales (2002) indica que la materia orgánica facilita la formación de macroporos, lo que generalmente favorece la tasa de infiltración, facilita la labranza y promueve una adecuada aireación para el desarrollo de las plantas.

Beltrán (1993) menciona que los nutrientes contenidos en la materia orgánica así como el humus que proviene de su descomposición hacen del abonamiento orgánico un alimento para las plantas y una enmienda para el suelo. Debe tenerse presente la importancia fundamental de la materia orgánica en la agricultura la cual constituye el único medio verdaderamente práctico de mantener y mejorar la estructura de los suelos.

Del Pilar (2007) indica la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental.



## 2.2. HIPÓTESIS

### Hipótesis de investigación (Hi)

Si, aplicamos distanciamientos de siembra entre surcos adecuados con fertilización y adición del compost, entonces tendremos efecto significativo en el rendimiento en condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Olerícola Frutícola Huánuco

## 2.3. VARIABLES

### Variable Independiente.

Distanciamientos de siembra más fertilización con compost

#### Indicadores

D<sub>1</sub>: DS 0,80 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost

D<sub>2</sub>: DS 0,90 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost

D<sub>3</sub>: DS 1,00 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost

Do DS 0,80 y DG 0,35 (Testigo)

### Variable dependiente

#### Rendimiento

Longitud de vainas

Vainas por planta

Peso de vainas por área neta experimental

Peso estimado a hectárea

### Variable interviniente

Condiciones edafoclimáticas

#### Indicadores

Clima

Suelo

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se realizó en el Instituto de Investigación Frutícola Oleícola (IIFO) – Cayhuayna ubicado en la región Huánuco, durante los meses de abril a agosto del 2016.

##### Ubicación política

**Lugar** : IIFO  
**Región** : Huánuco  
**Provincia** : Huánuco  
**Distrito** : Pillco Marka

##### Posición geográfica

**Lugar** : IIFO  
**Latitud sur** : 9°58'12"  
**Longitud oeste** : 76°15'8"  
**Altitud** : 1920 msnm

**Características agroecológicas del Instituto de Investigación Frutícola Oleícola (IIFO)**

Según el mapa ecológico del Perú, el lugar se encuentra en la zona de vida monte espinoso - Pre Montano Tropical (mte – PT), cuyas características son las siguientes: temperatura anual media máxima de 24,5 °C y la mínima de 16,6 °C, el promedio de la precipitación total anual de 532,6 mm y el promedio mínimo 226,0 mm .

#### a) Condiciones climáticas

**Cuadro N° 01:** Promedio de temperaturas (°C) medias mensuales

ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
22,3	21,2	20,1	19,9	20,6

ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
28,7	27,6	26,8	27,2	27,2

ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
16,3	14,3	12,9	11,9	13,9

Fuente: SENAMI – 2016

**Cuadro N° 02:** Promedio de precipitación acumulado mes (mm)

ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
11,6	0,2	0,8	0,2	1,1

**Cuadro N° 03:** Humedad relativa promedio mensual (%)

ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
63	62	60	57	59

Fuente: SENAMI - 2016

**Cuadro N° 04:** Horas de sol promedio mensual (hr/mes)

ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
203,8	232,1	232,7	259,8	231,8

Fuente: SENAMI – 2016

## b) Condiciones edáficas

**Cuadro N° 05:** Análisis de suelo

ANÁLISIS	Métodos analíticos	
<b>Mecánico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Método</b>
Arena (Ar)	51,68%	Hidrómetro
Arcilla (Ao)	27,04%	
Limo (Lo)	21,28%	
Clase textural	Franco Arcillo Arenoso (FrAoAr)	
<b>Químico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Método</b>
pH	7,27 1:1	Potenciómetro
Materia orgánica	1,72%	Walkey y Black
Nitrógeno total	0,08%	Micro Kjeldahl
<b>Elementos disponibles</b>	<b>Resultados</b>	<b>Método</b>
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	15,95 ppm	Olsen modificado
Potasio (K <sub>2</sub> O)	188,92 ppm	Acetato de amonio
<b>CICe</b>	7,81	Yuan
Calcio (Ca)	6,56	Absorción atómica
Magnesio (Mg)	0,74	
Potasio (K)	0,48	
Sodio (Na)	0,04	

Fuente: Universidad Nacional Agraria de la Selva – Laboratorio de Suelos (2016)

El suelo pertenece a la clase textural Franco Arcillo Arenoso (FrArAo), presenta pH neutro, nivel bajo de materia orgánica y nitrógeno total. Los elementos disponibles como el fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) bajo, potasio (K<sub>2</sub>O) alto y la capacidad de intercambio catiónico efectivo bajo.

### 3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

#### Tipo de investigación

Aplicada, porque generó conocimientos tecnológicos expresados en el distanciamiento de siembra en la vainita, destinados a la solución del problema de los bajos rendimientos que obtienen los agricultores del valle de Huánuco dedicados al cultivo de frijol.

### Nivel de investigación

Experimental, porque se manipuló la variable independiente distanciamiento de siembra con fertilización y adición de compost, se midió su efecto en el rendimiento y se comparó con el testigo que fue el distanciamiento local y no se aplicó ningún abono.

### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS

#### Población

Constituida por 1 920 plantas de frijol por experimento y 120 por parcela experimental.

#### Muestra

Constituida por 384 plantas de frijol de las áreas netas experimentales y cada área neta experimental con 24 plantas.

#### Tipo de muestreo

Probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de frijol al momento de la siembra tuvieron la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

La unidad de análisis fue las parcelas experimentales con los distanciamientos de siembra.

### 3.4. FACTOR Y TRATAMIENTOS

**Cuadro N° 06.** Factor y tratamientos en estudio

Factores	Niveles	Tratamientos
Distanciamientos	D <sub>1</sub>	DS: 0,80 DG: 0,35 + 50-80-90 de NPK + compost (7 kg/parcela)

de siembra	D <sub>2</sub>	DS: 0,90 DG 0,35 + 50-80-90 de NPK y compost (7 kg/parcela)
	D <sub>3</sub>	DS: 1,00 DG 0,35 + 50-80-90 de NPK y compost (7 kg/parcela)
	Do	DS: 0,80 y DG 0,35 (Testigo)

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

El Diseño fue de Bloques completamente al azar (DBCA) con 4 distanciamientos de siembra entre surcos con aplicación de fertilización y compost, con 4 repeticiones, con 4 tratamientos haciendo un total de 16 unidades experimentales.

#### Esquema del análisis estadístico

Fue el Análisis de Variancia (ANDEVA) al 0,05 y 0,01 para determinar la significación estadística entre repeticiones y tratamientos, (Distanciamientos y fertilización) y para la comparación de los promedios la Prueba de Duncan, al 0,05 y 0,01 de nivel de significancia entre tratamientos.

**Cuadro N° 07.** Esquema de análisis de variancia para el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)

Fuente de variabilidad (FV)	Grados de libertad (GL)	Cuadrado medio (CM)
Repeticiones	$(r - 1)$	$a^2 e + t a^2 r$
Tratamientos	$(t - 1)$	$a^2 e + r a^2 t$
Error experimental	$(r - 1) (t - 1)$	$a^2 e$
TOTAL	$(rt - 1)$	

## Características del campo del campo experimental

### Características del Campo

Longitud del campo experimental	18 m
Ancho del campo experimental	21 m
Área total del campo experimental	378,2 m <sup>2</sup>
Área de calles y caminos	182,2 m <sup>2</sup>

### Características de los Bloques

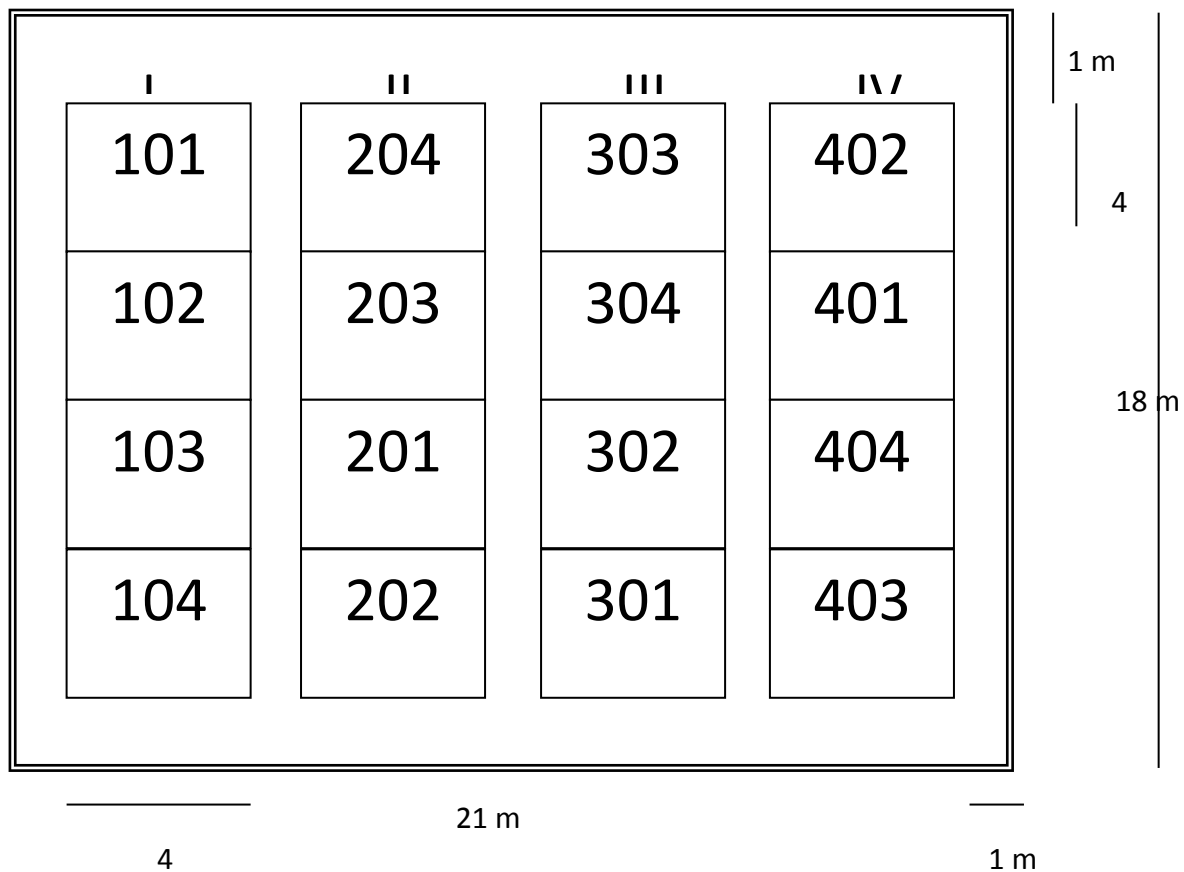
Bloques	4
Tratamientos por bloque	4
Longitud de bloque	18 m
Ancho de bloque	3,2 3,6 y 4 m
Área total de bloque	74 m <sup>2</sup>
Ancho de las calles	1,0 m

### Características de las sub-parcelas

Longitud de la parcela	4,0 m
Ancho de la parcela	3,20 3,60 y 4,0 m
Área total de parcela	11,2 , 12,6 y 14,0 m <sup>2</sup>
Área neta de parcela	2,24 2,52 y 2,8 m <sup>2</sup>

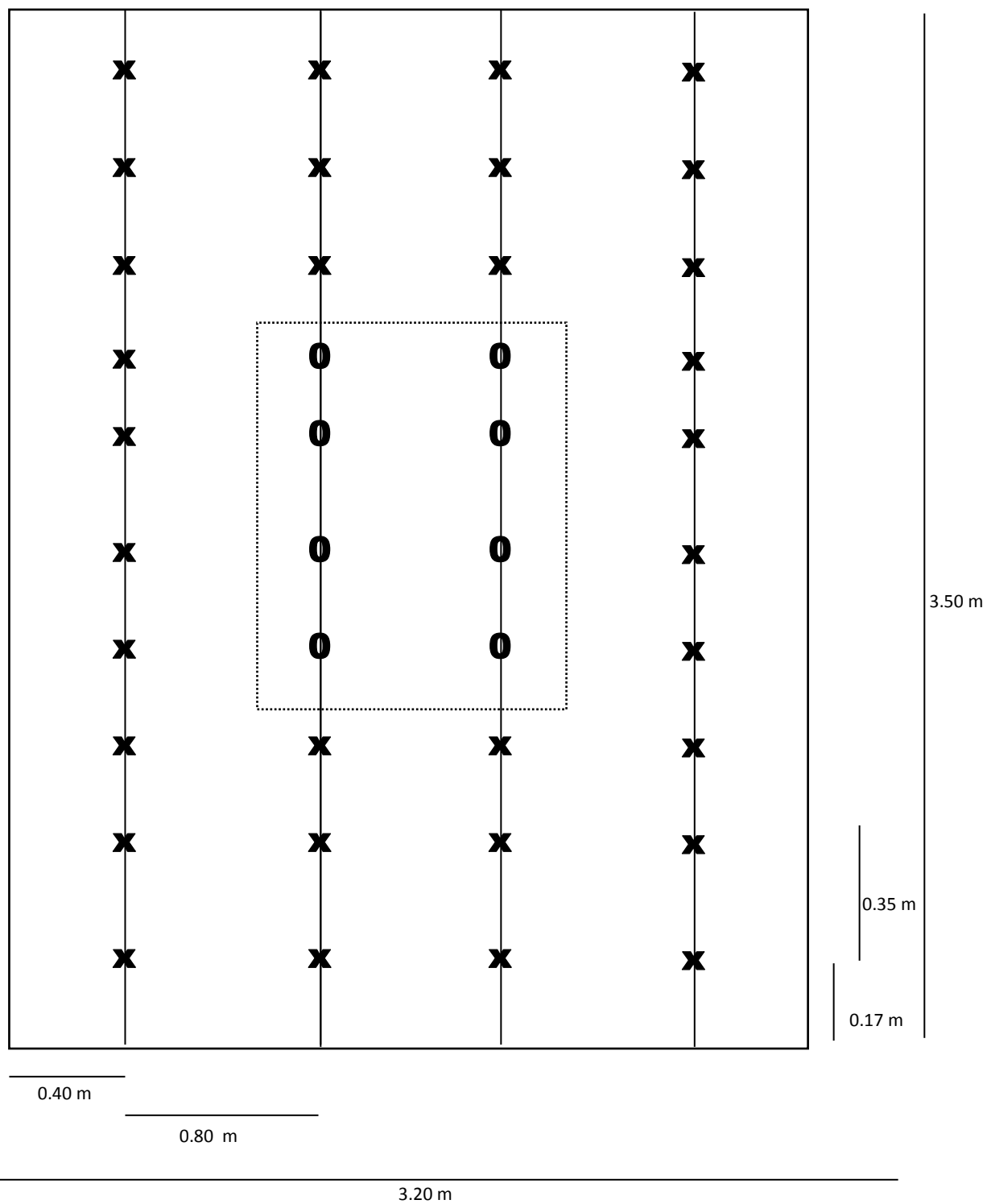
### Características de los Surcos.

Longitud de surcos por sub-parcela	4,0 m
Numero de surcos por sub-parcela	4
Distanciamiento entre surcos	0,80 0,90 y 1,0 m
Distanciamiento entre golpes	0,35 m
Numero de semillas	3

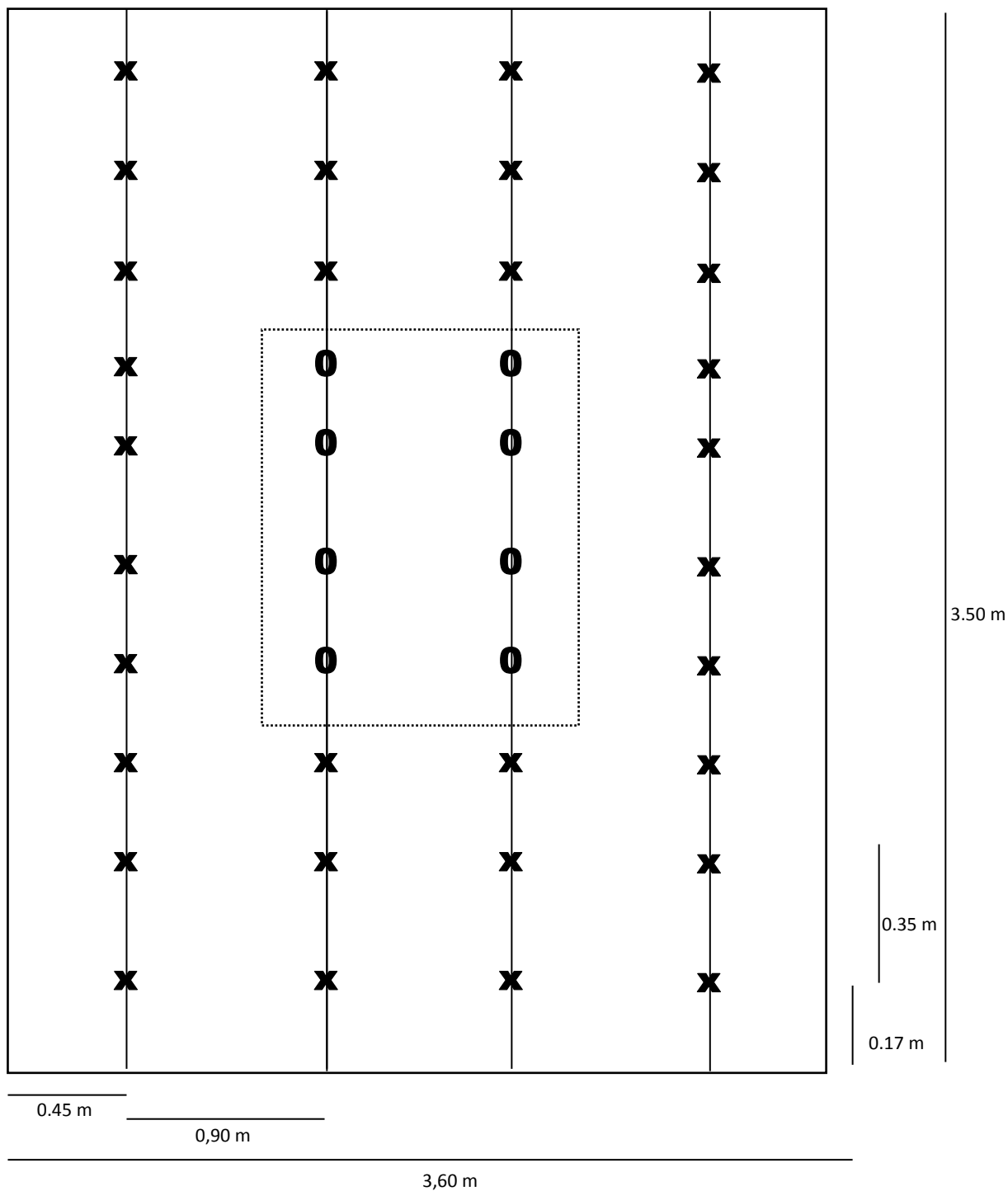


**FIG 01. DETALLE DEL CAMPO EXPERIMENTAL – FRIJOL VAINITA**





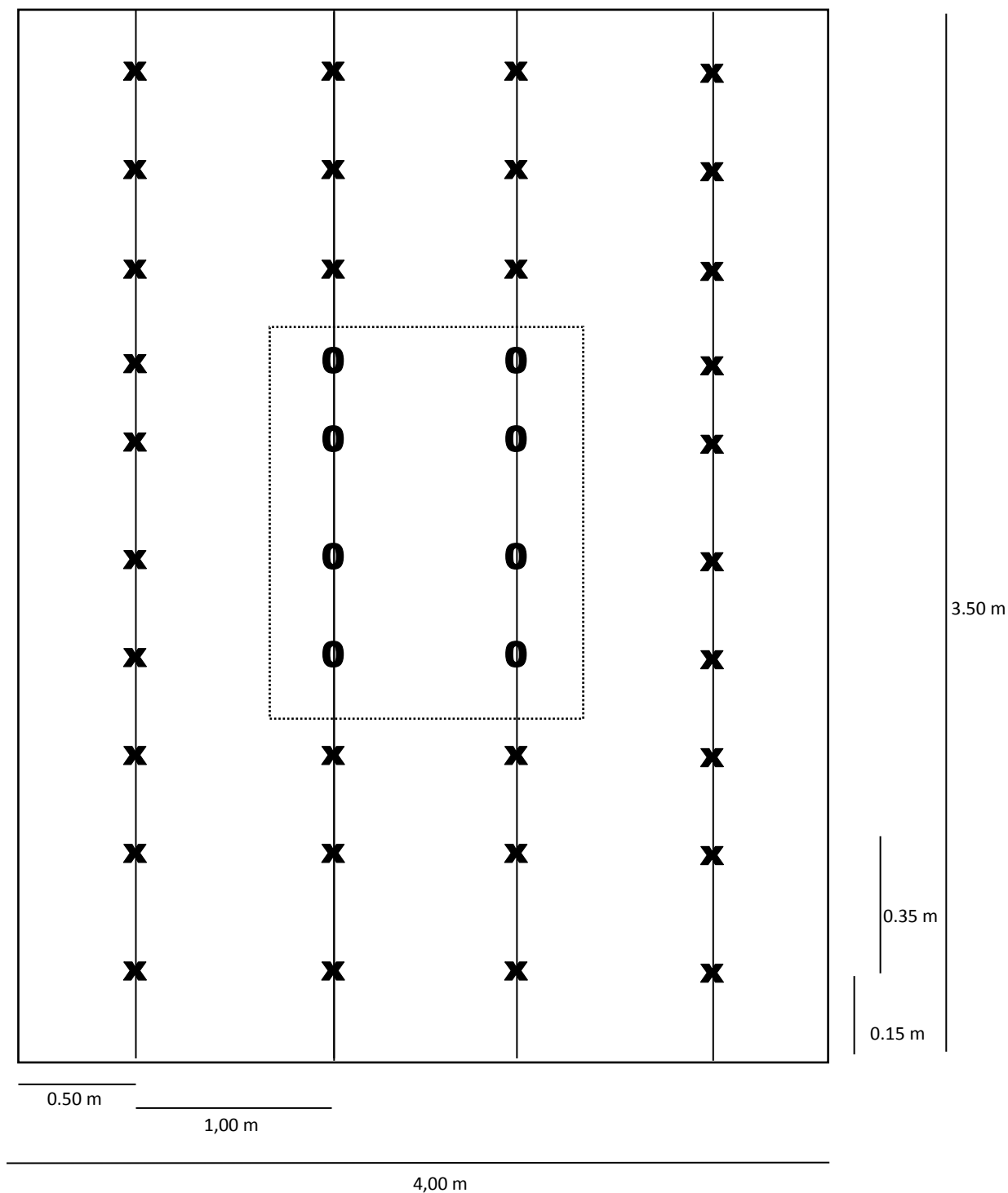
**FIG 02. DETALLE DE PARCELA EXPERIMENTAL – FRIJOL VAINITA**



O = Plantas Experimentales

X = Plantas no Experimentales

**FIG 03. DETALLE DE PARCELA EXPERIMENTAL – FRIJOL VAINITA**



O = Plantas Experimentales

X = Plantas no Experimentales

**FIG. 04. DETALLE DE PARCELA EXPERIMENTAL – FRIJOL VAINITA**

### **3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de información**

#### **3.5.2. 1. Técnicas bibliográficas y de campo**

##### **Análisis de contenido**

Fue el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos bibliográficos y hemerográficas leídos para elaborar el sustento teórico, según normas técnicas del modelo de redacción IICA - CATIE.

##### **Fichaje**

Permitió obtener la información de los elementos bibliográficos de las fuentes de información para elaborar la literatura citada según normas técnicas del modelo de redacción IICA - CATIE.

##### **Observación**

Permitió obtener información de las observaciones realizadas directamente en campo del cultivo de frijol de las labores agronómicas y culturales, así como de los datos registrados.

#### **3.5.2.2. Instrumentos de recolección de información**

##### **Fichas**

Donde se registró la información producto del análisis de los documentos en estudio. Estas fueron de: Registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográficas) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción y resumen).

##### **Libreta de campo**

Donde se registraron las observaciones realizadas sobre la variable dependiente. Además se anotó las labores desde el inicio de ejecución del proyecto hasta la finalización, registrándose todas las actividades realizadas.

### **3.5.3. Datos registrados**

#### **1. Longitud de vainas**

Se cosecharon las vainas de las plantas del área neta experimental se tomó 10 vainas al azar, se midió y se obtuvo el promedio expresandose en cantidades.

#### **2. Vainas por planta**

Se contaron las vainas de las plantas del área neta experimental, se sumaron y se obtuvo el promedio por planta y los resultados se expresaron en cantidades.

#### **3. Peso de vainas por área neta experimental**

Cuando las vainas estuvieron en su madurez fisiológica se cosecharon las plantas del área neta experimental, se pesaron en una balanza de precisión y los resultados se expresarán en kilogramos.

#### **4. Rendimiento por hectárea**

Del peso de las vainas del área neta experimental se transformaron a hectárea (10 000 metros cuadrados) y los resultados se expresaron en kilogramos.

### **3.6. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Elección del terreno y toma de muestras**

El terreno elegido fue plano para permitir una buena aireación y con disponibilidad de agua todo el tiempo. El método de muestreo fue en zigzag, tratando de cubrir toda el área del terreno y consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 50 X 50 cm con la ayuda de una pala recta, se abrió un hoyo a una profundidad de 40 cm y se extrajo una tajada de 5 cm de espesor de suelo, luego se echaron en un balde limpio y se mezclaron las

sub muestras, obteniendo de ella una muestra representativa de 1 kg que se envió al laboratorio, para los análisis físicos y químicos respectivos.

### **La preparación del terreno**

Se realizó con la ayuda de yunta hasta que el suelo estuvo completamente mullido. Luego se niveló, demarcó y posteriormente el surcado, considerando los distanciamientos establecidos que fueron de 0,80, 0,90 y 1,00 m entre surcos.

### **Fertilización y abonamiento**

Se aplicó al momento de la preparación del terreno, la cantidad fue a razón de 5 000 kg por hectárea de compost (7 kg por parcela). La fertilización fue a razón de 50-80-90 de NPK aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno al aporque con la fórmula NPK .

### **Siembra**

La semilla fue certificada y tratada con el fungicida Desinfek a razón de 100 g por 100 kg de semilla, para evitar la chupadera fungosa. La siembra se realizó colocando cuatro semillas por golpe, en las costillas del surco, con distanciamientos de 0,35 m entre golpes a una profundidad de 5 cm .

### **Deshierbos**

Se realizó en forma manual, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia con las malezas en cuanto a luz agua y nutrientes, se aprovechó para realizar el desahíje, llegando a sacar las plantas más débiles y dejarlo cada uno con tres plantas vigorosas.

### **Aporque**

Se realizó con el objetivo de favorecer una adecuada humedad del terreno y propiciar un buen sostenimiento del área foliar, para evitar el tumbado y también prevenir el ataque de plagas y enfermedades.

**Riegos**

Se realizó riegos por gravedad de acuerdo a las necesidades de la planta en especial en las etapas críticas del cultivo.

**Control fitosanitario**

Se realizó en forma preventiva, con evaluaciones oportunas, para el control de plagas y enfermedades.

**Cosecha**

Se realizó en forma manual, cuando las plantas alcancen su madurez de cosecha con el 14 % de humedad.

## IV RESULTADOS

Los resultados fueron sometidos al Análisis de Varianza con el fin de establecer las diferencias entre bloques y tratamientos al nivel de 5 % y 1 % respectivamente y la significación se simboliza con (ns) cuando no es significativo, (\*) significativo y (\*\*) altamente significativo.

Para la comparación de promedios se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de 5 y 1 % de probabilidades de error, donde los tratamientos unidos por una misma letra denota que entre ellos no existen diferencias estadísticas significativas a los niveles indicados, por tanto estadísticamente son iguales, pero los tratamientos que no están unidos significa que existe diferencias estadísticas significativas. A continuación se presentan el análisis de los datos presentados en el ANDEVA y la Prueba de Significación de Duncan.



#### 4.1. LONGITUD DE VAINAS

En el anexo 01, se presentan los promedios obtenidos para longitud de vainas y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 01.** Análisis de Variancia para longitud de vainas.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM	Fc	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	3.53	1.11	1.14 <sup>ns</sup>	3,86	6,99
Tratamientos	3	15.19	4.16	27.73 <sup>**</sup>	3,86	6,99
Error Exp.	9	1.17	0.15			
Total	15	19.69				

CV = 1,95 %

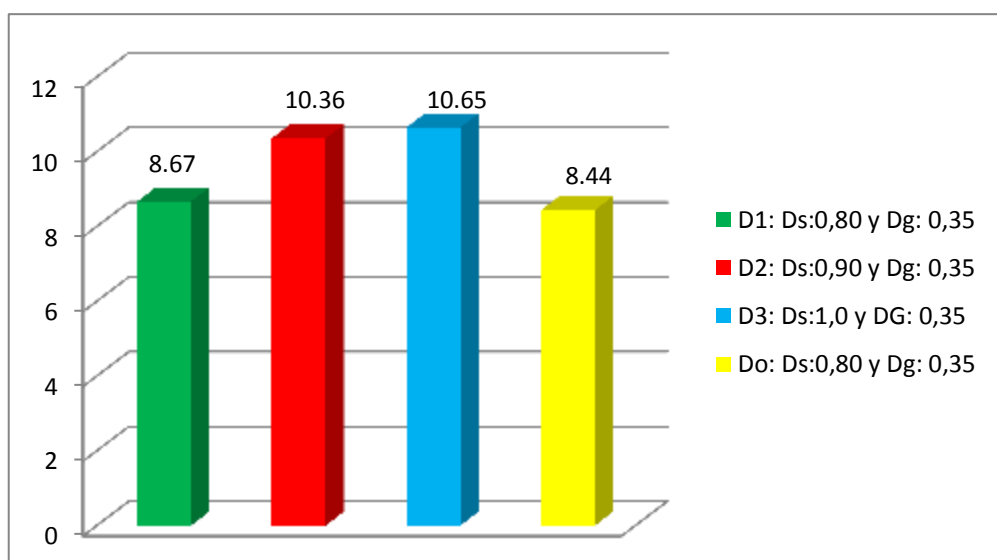
Sx = ± 0,19

El Análisis de Varianza reporta no significativo para repeticiones y alta significación estadística para tratamientos. El coeficiente de variabilidad es 1,95 % y la desviación estándar de ± 0,19 quienes dan confiabilidad a los resultados

**Cuadro 02.** Prueba de significación de Duncan para longitud de vainas.

OM	Tratamientos	Promedio cm	Significación	
			5%	1%
1º	D <sub>3</sub> : DS 1,00 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	10,65	a	a
2º	D <sub>2</sub> : DS 0,90 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	10,36	a	a
3º	D <sub>1</sub> : DS 0,80 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	8,67	b	b
4º	Do: DS 0,80 y DG 0,35 (Testigo)	8,44	b	b

La prueba de significación de Duncan reporta que al nivel del 5 y 1% los tratamientos D<sub>3</sub> y D<sub>2</sub> estadísticamente son iguales, y superan a los demás tratamientos. El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento D<sub>3</sub> con 10,65 cm , superando al testigo quien ocupó el último lugar con 8,44 cm existiendo una diferencia entre ellos de 2,21 cm .

**Fig 01.** Longitud de vainas

#### 4.2. VAINAS POR PLANTA

En el anexo 02, se presentan los promedios obtenidos para vainas por vainas y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 03.** Análisis de Variancia para vainas por planta

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM	Fc	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	138.66	46.22	6.09*	3,86	6,99
Tratamientos	3	102.08	30.42	4.01*	3,86	6,99
Error Exp.	9	113.75	7.58			
Total	15	354.48				

CV = 2,62 %

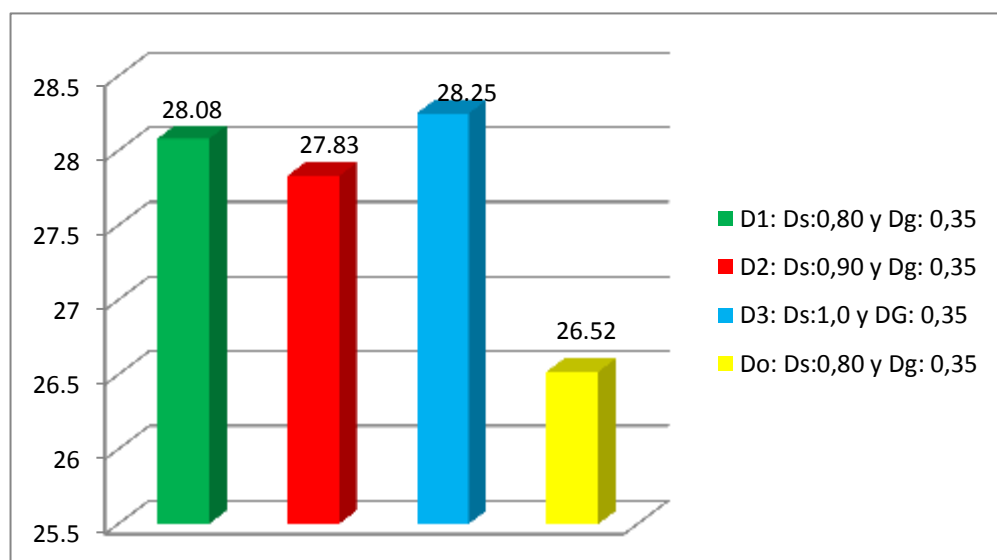
Sx = ± 1,376

El Análisis de Varianza reporta significativo para repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variabilidad es 2,62 % y la desviación estándar Sx = ± 1,376 quienes dan confiabilidad a los resultados

**Cuadro 04.** Prueba de significación de Duncan para vainas por planta.

OM	Tratamientos	Promedio N°	Significación	
			5 %	1 %
1°	D <sub>3</sub> : DS 1,00 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	28,25	a	a
2°	D <sub>2</sub> : DS 0,90 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	27,83	a	a
3°	D <sub>1</sub> : DS 0,80 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	27,08	b	a
4°	Do: DS 0,80 y DG 0,35 (Testigo)	26,52	b	a

La prueba de significación de Duncan reporta que al nivel del 5 % los tratamientos D<sub>3</sub> y D<sub>2</sub> estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos. Al nivel del 1 % los tratamientos estadísticamente son iguales. El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento D<sub>3</sub> con 28,25 vainas, superando al testigo quien ocupó el último lugar con 26,52 vainas por planta existiendo una diferencia entre ellos de 1,73 vainas..

**Fig 02. Vainas por planta**

### 4.3. PESO DE VAINAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

En el anexo 03, se presentan los promedios obtenidos para peso de vainas por área neta experimental y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 05.** Análisis de Variancia para peso de vainas por área neta experimental.

Fuente de Variabilidad	GL.	SC.	CM	Fc	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	3	138.66	56.22	8.54**	3,86	6,99
Tratamientos	3	102.08	38.42	5.83*	3,86	6,99
Error Exp.	9	113.75	6.58			
Total	15	354.48				

CV = 12,936 %

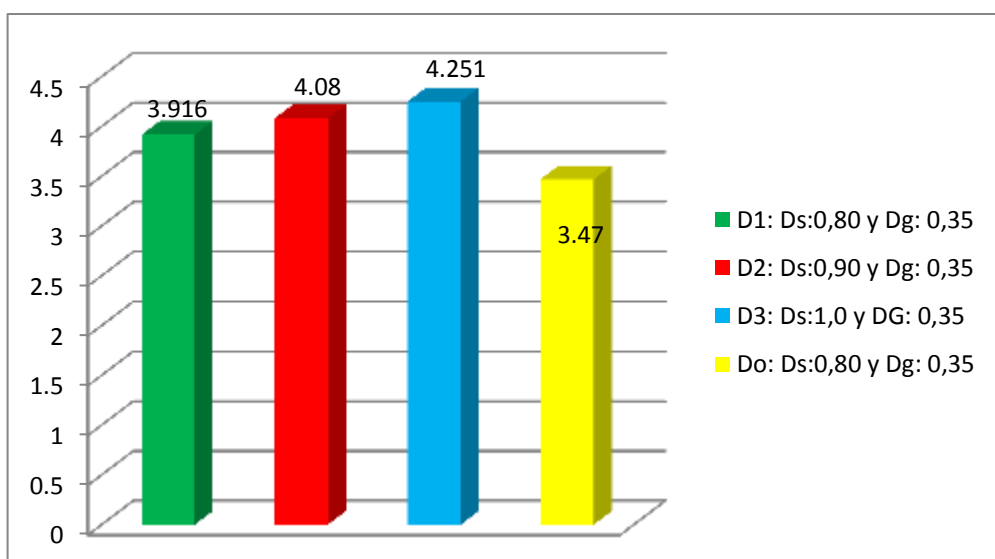
Sx = ± 1,28

El Análisis de Varianza reporta alta significación para repeticiones y significativo para tratamientos. El coeficiente de variabilidad es 12,936 % y la desviación estándar Sx = ± 1,28 quienes dan confiabilidad a los resultados

**Cuadro 06.** Prueba de significación de Duncan para peso de vainas por área neta experimental.

OM	Tratamientos	Promedio kg	Significación	
			5 %	1 %
1º	D <sub>3</sub> : DS 1,00 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	4,251	a	a
2º	D <sub>2</sub> : DS 0,90 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	4,082	a	a
3º	D <sub>1</sub> : DS 0,80 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	3,916	b	a
4º	Do: DS 0,80 y DG 0,35 (Testigo)	3,470	b	a

La prueba de significación de Duncan reporta que al nivel del 5 % los tratamientos D<sub>3</sub> y D<sub>2</sub> estadísticamente son iguales, y superan a los demás tratamientos. Al nivel del 1 % los tratamientos estadísticamente son iguales. El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento D<sub>3</sub> con 4,251 kilos, superando al testigo quien ocupó el último lugar con 3,470 kilos, existiendo una diferencia entre ellos de 0,775 kilos.



**Fig. 03.** Peso de vainas por área neta experimental en kilos

**Cuadro 07.** Rendimiento estimado por hectárea de vainita

OM	Tratamientos	Rendimiento kg/ane	Rendimiento kg/ha
1º	D3: DS 1,00 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	4,251	15 182,14
2º	D2: DS 0,90 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	4,082	16 198,41
3º	D1: DS 0,80 y DG 0,35 + 50 – 80 – 90 de NPK mas compost	3,916	17 482,14
4º	Do: DS 0,80 y DG 0,35 (Testigo)	3,470	15 491,07

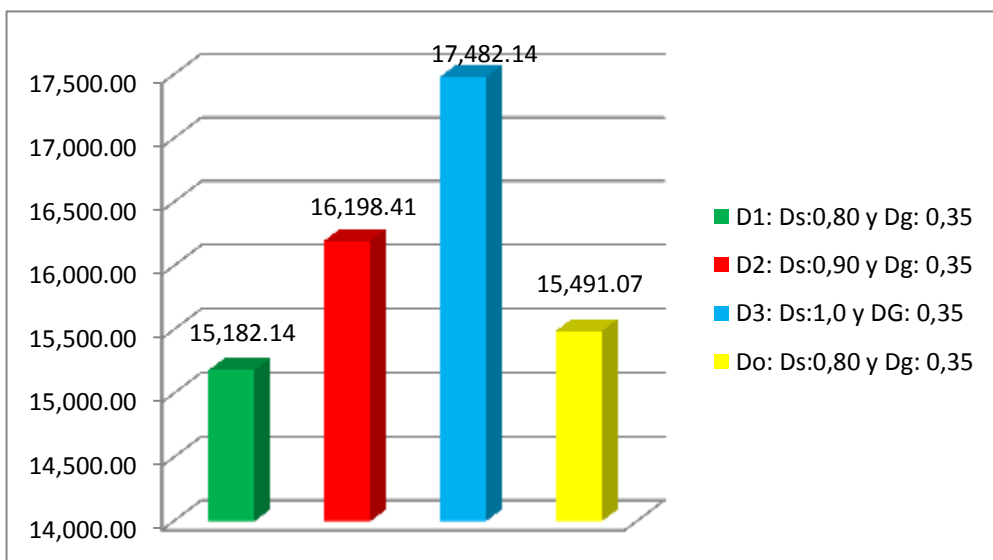


Fig 04. Rendimiento estimado a hectárea

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. LONGITUD DE VAINAS

Los resultados reportan, que el tratamiento D<sub>3</sub> con los distanciamientos de siembra de 1 entre surcos y 0,35 entre golpes, difiere estadísticamente de los tratamientos con promedio de 10,65 cm de longitud por vaina, superando al testigo Do con los distanciamientos entre surcos de 0,80 y entre golpes de 0,35 quien ocupó el cuarto lugar en orden de mérito con 8,44 cm .

Estos resultados tienen su sustento teórico en Contreras y Remigio (2009) quien reporta la teoría de Gardner (1985) cuando se incrementa la densidad de siembra del cultivo, va a depender si el rendimiento es el producto final del desarrollo de la planta en la fase reproductiva o en fase vegetativa.

De igual forma en Ferraris (2007) la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento. La densidad de siembra óptima de cualquier cultivo es aquella que maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento y la que permite alcanzar el índice de cosecha máximo (Vega y Andrade, 2000).



Los diferentes cultivos de cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de vainas y granos por planta (Carpenter y Board, 1997), originado por cambios en la capacidad de ramificación (Valentinuz, 1996; Carpenter y Board, 1997), lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta.

## **5.2. NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA**

Los resultados reportan que los tratamientos  $D_3$  con distanciamientos entre surcos de 1 metro y entre surcos de 0,35 metros y  $D_2$  con distanciamientos entre surcos de 0,90 y entre golpes 0,35 estadísticamente son iguales, con promedios de 28,28 y 27,83 vainas por planta superando al testigo  $D_0$  con distanciamientos entre surcos de 0,80 y entre golpes de 0,35 quien ocupó el cuarto lugar en orden de mérito con 26,52 vaina por planta.

Al respecto Ferraris (2007) indica que los diferentes cultivos de cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de vainas y granos por planta (Carpenter y Board, 1997), originado por cambios en la capacidad de ramificación (Valentinuz, 1996; Carpenter y Board, 1997), lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta. A nivel fisiológico, en bajas densidades aumenta el número de nudos potenciales y disminuye el aborto de flores (Valentinuz, 1996). A medida que la densidad aumenta, disminuye el crecimiento y el número de granos por individuo.

## **5.3. PESO DE VAINAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL**

Los resultados reportan que los tratamientos  $D_3$  con distanciamientos entre surcos de 1 metro y entre golpes de 0,35 metros y el  $D_2$  con distanciamientos entre surcos de 0,90 y entre golpes de 0,35 metros

estadísticamente son iguales, sin embargo el primero obtiene el mayor peso promedio con 4,281 kilos por área neta experimental.

Sin embargo al ser transformados a hectárea tenemos al tratamiento  $D_1$  con distanciamientos de siembra entre surcos de 0,80 y entre golpes 0,35 obtuvo 17 482,14 kilos por hectárea, superando al testigo y al tratamiento  $D_3$  quienes obtuvieron 15 491,07 y 15 182, 14 kilos por hectárea.

## CONCLUSIONES

1. Existe efecto significativo de las diferentes densidades de siembra en los parámetros de rendimiento longitud de vainas, vainas por planta donde el tratamiento D<sub>3</sub> con distanciamientos entre surcos de 1 metro y 0,35 metros y 50-80-90 de NPK con adición de compost a razón de 5 000 kilos por hectárea obtuvo 10,65 cm y 28,25 vainas por planta.
2. Existe efecto significativo del tratamiento D<sub>1</sub> con distanciamientos de siembra entre surcos de 0,80 metros entre surcos y 0,35 entre golpes más 50-80-90 de NPK y compost a razón de 5 000 kilos por hectárea que obtuvo 17 482,14 kilos por hectárea, seguido del tratamiento D<sub>2</sub> con distanciamiento de siembra de 0,90 entre surcos y 0,35 metros entre golpes más 50-80-90 de NPK y compost a razón de 5 000 kilos por hectárea obtuvo 16 198,41 kilos por hectárea.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos con abonamiento, y épocas de siembra con el distanciamiento de siembra de 0,80 metros por surco y 0,35 metros entre golpes para determinar el efecto en el rendimiento de frijol vainita en diferentes condiciones agroecológicas de la provincia de Huánuco.
2. Introducir nuevas variedades de frijol vainita y evaluar su adaptación, comportamiento fenológico y rendimiento
3. Estimar el costo económico y su efecto en la rentabilidad económica del cultivo del frijol vainita.

## LITERATURA CITADA

Agriculture & Food Institute y Corporation. 2008. (En línea) (Consultado el 20 de octubre del 2015) Disponible en <http://bensoninstitute.org/Publication/Lessons/SP/Agronomia/Arreglos.asp>.

Aguirre y Salas 1990. Leguminosas alimenticias. Editado por FROELE, auspiciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima Perú.

Beltrán. 1993. Abonos Orgánicos, Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Edición, Rede de Acciones en Alternativas al Uso de Agroquímicos RAAA. 90 p.

Castillo de Bonilla, M. 1983. Bibliografía sobre cultivo de frijol. Costa Rica Editorial Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 38 p.

Coraminas y Pérez, ML. 1994. Compost: Elaboración y características. Agrícola Vegetal. Febrero 1994: 88-94. Domínguez V. 1986. Tratado de fertilización ed. "Mundi prensa" Edit Madrid – España 137 p.

Contreras R. V. y Remigio V. J. 2009. Efecto de la Densidad de Siembra sobre el Establecimiento y Supervivencia de (Gliricidia sepium) Propagada Sexualmente. Técnicos Asociados a la Investigación del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), Centro

de Investigaciones Agropecuarias del Estado Táchira (CIAE Táchira).  
[http://vcontrer .tripod. com/gliricidia7/proy7.htm](http://vcontrer.tripod.com/gliricidia7/proy7.htm).

Del Pilar, M. Agricultura Ecológica. [en línea]. [Consulta octubre. 2015].  
Disponible en: [http://www.infoagro.com/agricultura ecológica](http://www.infoagro.com/agricultura/ecologica).

Ferraris G. 2007. (Consultado 20 de octubre 2015) (En Línea) Disponible  
<http://www.elsitioagricola.com/articulos/ferraris/Densidad%20de%20Siembra%20y%20Espaciamientos%20en%20Soja.asp>

Gros, A. 1986. Abonos guía práctica de fertilización. Traducción de Alonso Domínguez Vivanco. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 585 p.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) 2005. Primera reunión bianual del programa de 70 investigación en leguminosas de grano. La Molina Lima - Perú.

López A. 2002. Manual de cultivo de frijol y su evaluación bajo riego en bramaderos, tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional de Loja, México, 70 p.

Melgarejo G. 1979. Cursillo de Frijol. Huaraz Editorial la Molina. p.27.

Mendoza 1994. Propuestas y experiencias de la agricultura orgánica. Huancayo, Perú, CEAR. 129 p.

Morales, M. 2002. Efecto de la incorporación del compost. Tesis par optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. 98 p.

Porsons, D. 1990. Frijol y Chicharro 2 Ed. México. Editorial Trillas p. 34.

Sánchez 2006. Suelos trópicos. IICA. San José Costa Rica. 634 p.

Voysett, B. 2004. Manual del cultivo de frijol, Huancayo edit. GRAPEX-Perú CRL 42 p.

Virgilio Gonzales M. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2003. Cultivo del ejote. Guía técnica N° 18. 32 p.

Wite, J. W. 1985. Conceptos básicos de la fisiología del frijol, investigación y producción. Cali, Colombia. 43 p.

Walton, EV. y Holt, ON. 1979. Cosechas productivas. Traducido por Ángel Zamora de la Fuente. Edit. CIESA, México DF. 598 p.

# ANEXOS



**Anexo 01.** Longitud de vainas

Tratamientos	I	II	III	IV	Sumatoria	Promedio
D1	7.20	8.4	9.28	9.8	34.68	8.67
D2	9.40	10.3	11.44	10.3	41.44	10.36
D3	9.50	10.5	11.8	10.8	42.60	10.65
Do	7.00	8.0	10.76	8.0	33.76	8.44
Total	33.10	37.2	43.28	38.9	152.48	9.53

**Anexo 02.** Vainas por planta

Tratamientos	I	II	III	IV	Sumatoria	Promedio
D1	28,875	29,063	25,000	28,375	111,313	27,83
D2	30,438	24,500	27,438	23,688	106,064	26,52
D3	30,938	30,875	28,175	23,000	112,988	28,25
Do	25,875	29,063	25,000	28,378	108,316	27,08
Total	116,126	113,50	105,613	103,441	438,68	109,67

**Anexo 03.** Peso de vainas por área neta experimental

Tratamientos	I	II	III	IV	Sumatoria	Promedio
D1	4,445	3,420	3,900	3,900	15,665	3,916.25
D2	3,850	4,280	4,100	4,100	16,330	4,082.5
D3	4,345	4,290	4,185	4,185	17,005	4,251.25
Do	3,770	2,695	3,720	3,720	13,905	3,476.25
Total	16,410	14,685	15,905	15,905	62,905	3,931.56