



## Comportamiento de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidos a dos densidades de siembra en la Estación Experimental Sapecho – Alto Beni

### Behavior of four varieties of frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) submitted to two seeding densities in the Experimental Centre Sapecho - Alto Beni

*Rodrigo Arismendi Sirpa*

**RESUMEN:** El comportamiento de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidos a dos densidades de siembra, con el fin de determinar la variedad, densidad y rendimiento recomendable para el agricultor de la localidad de Sapecho. La investigación se realizó en 336 m<sup>2</sup>, con un diseño estadístico de parcelas divididas, donde hubo 2 factores con 3 bloques, dando un total de 24 tratamientos; el factor A, parcela grande, variedades de frijol: Blanco Othebo, Negro Chane, Negro Sen y Perla Oriental y el factor B, parcela pequeña, densidades de siembra: (40 x 30) cm y (50 x 50) cm. Para el caso de número de granos por vaina, la mejor variedad fue Negro Chane, tratamiento T4 con 4 granos o semillas. Con respecto a la variable de respuesta peso cien granos o semillas la variedad con mejor peso fue Blanco Othebo, variedad v1, con 22 gramos. Con el mejor rendimiento en la producción de frijol se llegó a conocer que el mejor tratamiento en estudio es la variedad Negro Sen con la densidad 40 x 30 cm logrando un rendimiento de 816,24 kg/ha respectivamente.

**PALABRAS CLAVE:** Densidad de Siembra, variedades de frijol, parcelas divididas, variables de respuesta, rendimiento.

**ABSTRACT:** The behavior of four varieties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) subjected to two planting densities, with the aim To determine the variety, density and yield recommended for the farmer of the town of Sapecho. The research was carried out in 336 m<sup>2</sup>, with a statistical design of divided plots, where there were 2 factors with 3 blocks, giving a total of 24 treatments; The factor A, large plot, varieties of bean: Othebo White, Chane Black, Black Sen and Oriental Pearl and factor B, small plot, planting densities: (40 x 30) cm and (50 x 50) cm. For the case of number of grains per pod, the best variety was Black Chane, T4 treatment with 4 grains or seeds. With regard to the variable response weight one hundred grains or seeds the variety with best weight was Othebo White, variety v1, with 22 grams. With the best performance in bean production, it became known that the best treatment in the T5 study was the Black Sen variety with a density of 40 x 30 cm, yielding a yield of 816, 24 kg/ha respectively.

**KEYWORDS:** Density of sowing, bean varieties, split plots, response variables, yield.

**AUTOR:** *Rodrigo Arismendi Sirpa:* Facultad de Agronomía- UMSA. Nuestra Señora de La Paz, Bolivia.  
[rodris33@hotmail.com](mailto:rodris33@hotmail.com)

*Recibido: 15/02/2018. Aprobado: 30/03/2018.*

## INTRODUCCIÓN

El frijol recibe distintos nombres alrededor del mundo como “frejol”, “guisantes”, “habichuelas”, “porotos”, entre las muchas regiones que demandan su consumo, el cual contiene una gran cantidad de proteínas, fibras y minerales, constituyéndose en una de las leguminosas más importantes para el consumo. Los frijoles son un alimento básico en los hogares de casi todo el mundo y su consumo se enfoca dentro de las costumbres alimenticias de los consumidores finales que tiene cada país. (IBCE,2015)

Investigaciones del programa frejol (IIA) El vallecito dan cuenta de que pese a que Bolivia es el octavo país

productor de frejol en el mundo el consumo per cápita, por año, en el país alcanza a 300 gramos. En Brasil, es de aproximadamente 20 kilos, en México 18, Chile 12, Cuba 10 y Colombia 3 (Agronomía, 2014). El principal departamento exportador de este producto es Santa Cruz, que aportó con el 99,5% del total exportado en el 2014. También se registraron mínimas exportaciones de Cochabamba y Chuquisaca. (IBCE, 2015)

Con el presente trabajo de investigación se evaluó el comportamiento de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos densidades de siembra en la localidad de Sapecho. Por otra parte se pretende promover el consumo de frijol en los

Comportamiento de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) sometidos a dos densidades de siembra en la Estación Experimental Sapecho – Alto Beni.

agricultores y en la zona, difundiendo la información sobre las bondades de este grano y las formas para su aprovechamiento.

## LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental de Sapecho. En el municipio de Palos Blancos cuarta sección de la

provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, se encuentra localizado a 239 Km de distancia de la ciudad de La Paz, para su acceso desde la sede de gobierno se recorre un primer tramo hasta llegar a Sapecho (Ruta 3 de la Red Fundamental: La Paz – Trinidad), para continuar hacia el desvío que se dirige a la localidad de Covendo y que pasa por la capital del municipio la ciudad de Palos Blancos ubicado a 10 Km de Sapecho (Chipana G, 2015).



Figura 1. Ubicación geográfica del área del experimento.

## MATERIALES Y METODOS

### Materiales

- Materiales de campo:** Cámara fotográfica digital, Machete, Pala, picota, Wincha (50 m), Flexo metro (5 m), Regla, Lineada (lienza), cuaderno de Campo, Estacas (54 de 50 cm), Letreros (24 de 10 x 20 cm), Mochila fumigadora (20 L).
- Material de gabinete:** Marcadores y resaltadores, Flash memory, Laptop, Sobre manilas, Balanza digital.
- Material biológico experimental:** Para el trabajo de investigación se utilizó semillas de frijol las cuales fueron: Blanco Othebo, Negro

Chane, Negro Sen y Perla Oriental, adquiridas de él “El Vallecito” departamento de Santa Cruz.

### Metodología

#### Procedimiento experimental

Se realizó un estudio descriptivo siguiendo los pasos de la cadena lógica de la investigación habiendo los siguientes pasos: Preparación del terreno, siembra, prácticas culturales, cosecha, arrancado, trilla secado.

- **Preparación del terreno;** se realizó la remoción del suelo el cual se encontraba con la maleza kudzú (*Pueraria phaseoloides*), especie leguminosa herbácea rastrera perenne, el cual evita la erosión del suelo y la conserva la

humedad en la tierra de cultivo. Luego se realizó la respectiva delimitación y trazado de la parcela experimental.

- **Siembra;** la planificación de los tratamientos se realizó de forma manual el 28 de octubre de 2015, La siembra se realizó con la apertura de hoyos en hileras, se realizó manualmente, bajo el sistema de golpe en línea, depositando 3 semillas en cada hoyo. La profundidad de siembra fue de 5 a 6 cm y la semilla se cubrió levemente de manera manual. Se empleó dos tipos de densidades de 50, 40 cm línea y 50, 30 cm plantas.

### **Prácticas culturales**

#### **- Control de malezas**

Se controló mediante deshierbe manual durante la etapa vegetativa, con ayuda de machete y azadón a los 15 días después de la emergencia, el rendimiento es influenciado en la atapa de crecimiento vegetativo, antes del periodo de la floración, una vez que las plantas alcanzaron suficiente desarrollo para “cerrar o cubrir” la planta no fue necesario el deshierbe con machete y azadón.

Las hierbas quedaron ahogadas por el cultivo, solo se realizó algunas escardas de forma manual durante la fase reproductiva, para no tener inconveniente en la cosecha.

El control de malezas en los bordes del cultivo, durante el ciclo se conservó en todo momento el suelo limpio de malas hierbas para evitar que produzcan semillas para no tener reinfección de malezas en la parcela. Se realizó con azadón antes del cierre de calle hasta los 30 días cuando la planta alcanza el máximo de follaje, momento en el cual la planta realiza su propio control de las malezas, ya que gana la competencia por nutrientes, luz y agua (Padilla, 2013).

#### **- Control de insectos plaga**

Durante el ciclo del cultivo se efectuó el monitoreo para identificar las plagas principales y su control oportuno evitando perjuicio al desarrollo normal de las plantas y el rendimiento.

Los insectos fitófagos que tienen preferencias alimentarias por las especies cultivadas por el hombre, se los denomina insectos plaga cuyo alcance incluye a los ácaros fitófagos, porque al alimentarse ya están causando un efecto mecánico y tienen la capacidad de provocar pérdidas en las cosechas que pueden llegar hasta el 100% si no se toman medidas de control de manera oportuna, por eso se dice que ellos compiten por los alimentos que produce el hombre (Vargas, 2012).

#### ***Plagas observadas:***

Las plagas observadas son: el escarabajo de hojas, la vaquita, el gusano de hoja, los saltamontes y los grillos. Para controlar las plagas en campo se aplicó un insecticida ante la aparición de las mismas.

#### **- Para la aplicación**

Se puso el producto en la mochila Aspersora de 20 L, agregando 13,28 ml de CYPERTIN y se procedió a asperjar el cultivo, repitiendo el procedimiento solo ante la aparición de la plaga y su posterior control.

#### **- Control de enfermedades**

Las variedades estudiadas no mostraron susceptibilidad a enfermedades durante su etapa de desarrollo, sino en etapa reproductiva, en la variedad blanco Othebo se hizo notoria la decoloración de las hojas, aparición de micelio en tallo, causado por *Rhizoctonia (Rhizoctonia solani)*, se hizo el uso de 6,68 ml de FUNGIZIM 50, para 20 L, y su aplicación en hojas y tallos.

#### **Cosecha**

La cosecha es la última etapa dentro del proceso productivo, en esta etapa todas las inversiones y esfuerzos para alcanzar un buen rendimiento del

cultivo ya fueron realizadas. En esta operación es necesario además de un cuidadoso planeamiento de la cosecha, un correcto conocimiento de las características del cultivo. Es bueno señalar que la cosecha comprende tres pasos, el primero es el arrancado de las plantas, el segundo es la trilla que es la operación de separar los granos de la vainas y el tercero es la limpieza de los granos trillados (Choque, 2013).

### Arrancado

La cosecha manual de frijol en Bolivia consiste en realizar inicialmente el arrancado de las plantas, secado y posteriormente apilado de los montones o amontonado para realizar la trilla por medio de garroteo utilizando palos. Este proceso se ejecuta sobre una carpa tendida en el piso, pero en muchos casos se forman armazones de palos denominados como “chapapas” (Choque, 2013).

### Trilla

La trilla se ejecutó manualmente por garroteo utilizando palos. Este proceso se establece sobre una carpa tendida en el piso. Una vez realizada la trilla, se procedió al venteado para apartar los granos del rastrojo.

Esta práctica es de mucho cuidado para la semilla, y debe evitarse al máximo el daño físico a la misma. Es recomendable realizar esta actividad cuando el porcentaje de humedad es aproximadamente del 14 al 16% (Padilla, 2013).

Esta forma de realizar la cosecha de frijol se realiza en zonas donde la superficie sembrada no es mayor a una hectárea, como también en sistemas de producción en sistema “chaqueado” y en variedades que son muy susceptibles al daño mecánico como la variedad blanquiscal; en cualquiera de los casos una vez realizada la trilla, se procede al venteado para separar los granos de rastrojo (Choque, 2013).

### Secado

Una vez finalizada la trilla se procedió el secado de las semillas, retirando la humedad presente en la semilla, garantizando el almacenamiento de la semilla.

Padilla (2013), menciona que la semilla es un ser vivo, y el recalentamiento o demasiada exposición al sol influye sobre la viabilidad. Se debe realizar el secado preferiblemente en horas de menor intensidad solar. El porcentaje de humedad requerido para almacenamiento debe ser entre 12 y 13%.

### Modelo estadístico

Para el análisis estadístico en el Diseño Experimento se hace uso de Parcelas Divididas de Bloques al Azar (Arteaga, 2004).

### Modelo lineal aditivo

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_a + \gamma_j + (\alpha \gamma)_{ij} + \epsilon_b$$

Donde:

- $X_{ijk}$  = Una observación cualquiera
- $\mu$  = Media general del experimento
- $\beta_k$  = Efecto del k – ésimo bloque
- $\alpha_i$  = Efecto del i – ésimo nivel del factor A (variedades de frijol)
- $\epsilon_a$  = Error experimental de la parcela grande ( $\epsilon_a$ )
- $\gamma_j$  = Efecto del j – ésimo nivel del factor B (densidades de siembra)
- $(\alpha \gamma)_{ij}$  = Interacción del Factor A x B
- $\epsilon_b$  = Error experimental de la parcela pequeña ( $\epsilon_b$ )

### Factores en estudio

#### Parcela grande

Factor A: Variedades  
 v1 = Blanco Othebo  
 v2 = Negro Chane  
 v3 = Negro Sen  
 v4 = Perla Oriental

#### Parcela pequeña

Factor B: Densidades  
 d1 = 40 x 30 cm  
 d2 = 50 x 50 cm

#### - Tratamientos

- T1:** v1 \* d1 variedad blanco othebo, densidad 40 cm x 30 cm
- T2:** v1 \* d2 variedad blanco othebo, densidad 50 cm x 50 cm
- T3:** v2 \* d1 variedad negro chane, densidad 40 cm x 30 cm
- T4:** v2 \* d2 variedad negro chane, densidad 50 cm x 50 cm
- T5:** v3 \* d1 variedad negro sen, densidad 40 cm x 30 cm

- T6: v3 \* d2 variedad negro sen, densidad 50 cm x 50 cm
- T7: v4 \* d1 variedad perla oriental, densidad 40 cm x 30 cm
- T8: v4 \* d2 variedad perla oriental, densidad 50 cm x 50 cm

**- Croquis del experimento**

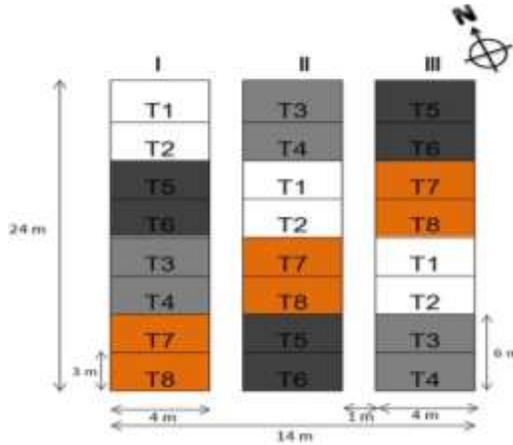


Figura 2. Croquis de campo para el diseño experimental.

**Area dimensional del campo experimental**

- Área total : 336 m<sup>2</sup>
- Área del bloque : 96 m<sup>2</sup>
- Área de la parcela grande: : 24 m<sup>2</sup>
- Área de unidad experimental : 12 m<sup>2</sup>
- Distancia entre bloque : 1 m
- Número de bloques : 3
- Número de parcelas grandes : 12
- Total de unidades experimentales : 24
- Número de tratamientos : 8

**VARIABLES DE RESPUESTA**

**a) Porcentaje de emergencia**

Para esta variable se realizó el conteo manual, se tomaron en cuenta a 5 plantas al azar en la parte central de cada tratamiento con la ayuda de una regla 3 días después de la siembra en cada variedad.

**b) Altura de la planta**

Para la toma de esta variable se procedió a registrar la altura de planta, se registró la medición en centímetros con ayuda de una regla desde la base del tallo hasta el ápice de la planta. Donde se registraron

5 plantas por unidad experimental desde el momento que hubo un homogéneo prendimiento de las plantas hasta la conclusión de la investigación, cada 15 días.

**c) Número de vainas por planta**

Para el número de vainas se determinó el conteo de 5 plantas seleccionadas al azar en la etapa de la defoliación y madurez fisiológica, el número de vainas por planta, en cada parcela pequeña seleccionada al azar.

**d) Longitud de vaina**

Para dicha variable se tomaron muestras de forma manual de la longitud de vaina, en plantas seleccionadas al azar, realizando una medición desde su inserción en el pedicelo hasta el extremo libre de ápice con la ayuda de una regla.

**e) Número de granos por planta**

Para esta variable se procedió con conteo del número de granos por planta en 5 plantas elegidas al azar por cada parcela pequeña, con la ayuda de una balanza cuando llegaron a su completa maduración.

**f) Peso de 100 granos**

Para el peso se tomaron muestras de cada variedad de frijol, semillas elegidas completamente al azar, posteriormente se procedió al pesaje individual de 100 semillas en una balanza expresado en gramos, después del secado.

**g) Rendimiento**

Para lograr el rendimiento del frijol del ensayo, fueron cosechadas 5 plantas de cada tratamiento al azar para cada densidad, luego llevados a 1m2 posteriormente se procedió a expresar en hectárea para el respectivo estudio. La viabilidad económica del cultivo se determinó por medio de un análisis de Beneficio/Costo para cada variedad estudiada y recomendar su producción en la localidad de las

variedades que ofrezcan mayor ganancia para el productor.

**RESULTADOS Y DISCUSIONES**  
**Porcentaje de emergencia**

Con respecto al porcentaje de emergencia en el estudio de las variedades de frijol introducidas en campo, se determina la calidad de semilla y adaptabilidad con que se desarrolla, evitando pérdidas

posteriores y tiempo, estos dieron como resultado las siguientes cifras.

En la figura 3, se puede contrastar los porcentajes de emergencia de los tratamientos en estudio, donde las variedades de frijol no tuvieron cambios al inicio de emergencia, el porcentaje fue de un 96%, siendo todos estos catalogados como resultados excelentes. No hubo variaciones en las cuatro variedades de frijol, todos con un porcentaje mayor de emergencia.

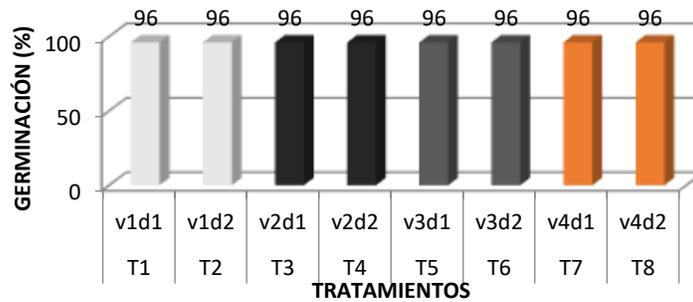


Figura 3. Porcentaje de emergencia del frijol.

Según Roman, (2009), mencionado por Chipana (2015) El concepto de semilla de mala calidad comprende una serie elementos incorporados a la semilla dentro de los cuales los más comunes son: bajo poder germinativo, bajo vigor, daño mecánico, contaminación de las semillas de otros cultivos y materia inerte (impurezas, tierra, palos hojas, etc.).

**Altura de planta del frijol**

Como se observa en la tabla 1, para el análisis de varianza de la variable de altura de planta, presentan

diferencias no significativas tanto para los factores de variedad y densidad como para su respectiva interacción, presentando un coeficiente de variación de 22,54%, que muestra que los datos tomados y analizados son aceptables ya que tuvieron un buen manejo. En la figura 4, se observa claramente las diferencias en altura de planta donde el Tratamiento 4, variedad Negro Chane presento una altura mayor de 184 cm y el Tratamiento 2, variedad Blanco Othebo presento una altura menor de 50 cm respectivamente.

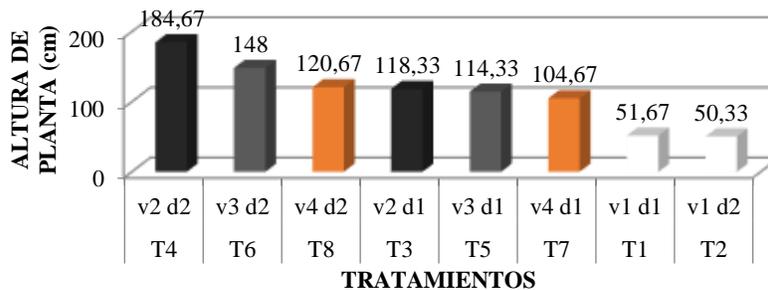


Figura 4. Altura de planta del frijol .

Variedad México 29, hábito de crecimiento indeterminado, trepador o de guía, cuya altura es de 1,50 a 2 m. Su floración es escalonada y se inicia a los treinta y ocho días, la maduración es des uniforme y el ciclo de cultivo es de ochenta y cinco a noventa días (CIAT, 1991 citado por Álvarez, 2010).

**Número de vainas de las cuatro variedades de frijol**

El análisis de varianza de la tabla 2, para la variable de número de vainas, no presenta significancia

estadística para los factores variedad, densidad, al igual que la interacción, mostrando un coeficiente de variación de 4,34%, el cual indica que los datos tomados y analizados son aceptables.

En la figura 5, se observa claramente que existieron diferencias en el número de vainas en cada variedad de frijol, siendo la mejor el Tratamiento 6, Negro Sen con 16 Vainas y el Tratamiento 3, Negro Chane con 7 vainas respectivamente.

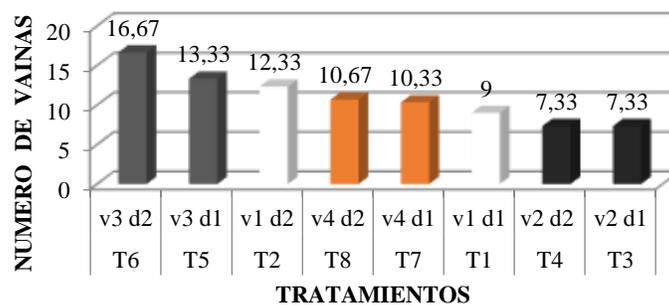


Figura 5. Número de vainas del frijol.

Mantilla (1995), mencionado por Quispe (2008), determinó que el número de vainas por planta cambia según el lugar en que se siembre el frijol, donde con respecto a sus diferentes variedades de frijol, reportó 10,8 – 8,9 – 12,6 vainas por planta en Coroico respectivamente y 3,6 – 8,9 – 5,0 en Caranavi correspondientemente, que muestra que el cultivo ce frijol por lo menos esta zona del país requiere ambientes más frescos con menores temperaturas.

Cabe recalcar que le estudios se lo hizo durante las estaciones de primavera – verano, donde se sienten mayores temperaturas y precipitaciones, lo que explica las bajas obtenciones de número de vainas por planta, con lo que sería mejor realizar la producción de cultivo en la época de invierno.

**Longitud de vaina del frijol**

En la tabla 3, el análisis de varianza de la variable longitud de vaina, muestra que se tienen diferencias altamente significativas para los factores de variedad y densidad, al igual que para su interacción, y presentan un coeficiente de variación de 3,36%, el cual indica que los datos tomados y analizados son aceptables. Esto significa que los tratamientos utilizados tienen un efecto positivo al momento de incrementar el tamaño de la longitud de las vainas.

En la prueba de Duncan de la Figura 6, muestra que los tratamientos estadísticamente son diferentes, presentando a la variedad Negro Chane v2 como la de mayor longitud en vaina con 8 cm a diferencia de la variedad Blanco Othebo v1 con una menor longitud de vaina con 6 cm. Ambas variedades difieren de su comportamiento fisiológico con relación a longitud de vaina.

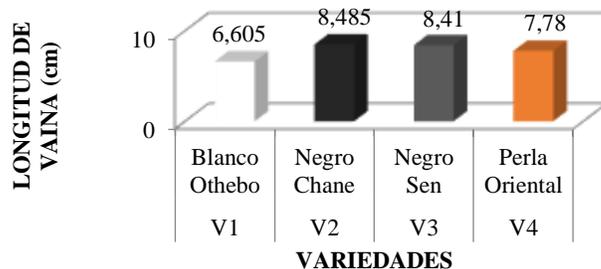


Figura 6. Longitud de vainas.

Quispe (2008), menciona a Tonconi (2003), que trabajando con sus respectivas variedades de frijol obtuvo promedios de longitud de vaina de 9,75 a 10,50 cm en Irupana, 10 a 9 cm en Chulumani y 9,25 a 11 cm en la Asunta. Lo que nos muestra que la longitud de la vaina en frijol es principalmente debido a la genética de variedad.

En la tabla 4, el análisis de efectos simples para la variable longitud de vaina por planta en frijol, entre los niveles de las densidades en las variedades v1, v2, v3, v4 existen diferencias significativas, y de acuerdo en la figura 12, es d1 la densidad (40x30) cm, la que da una mayor longitud de vaina de frijol.

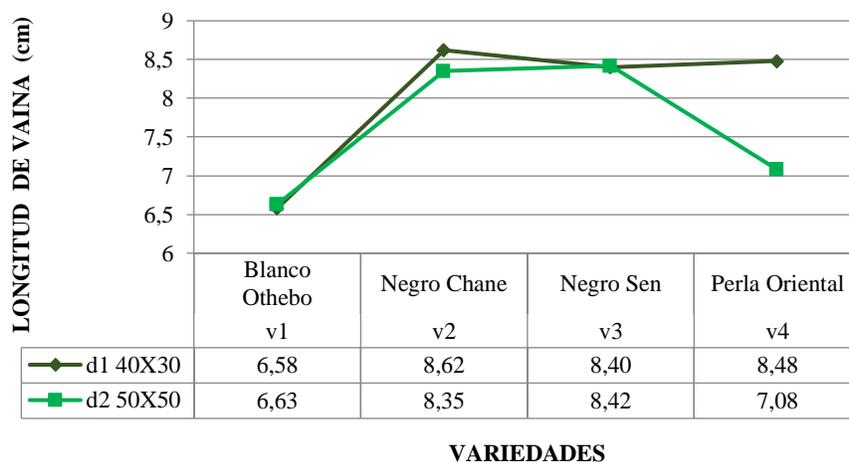


Figura 7. Efectos simples de las variedades de frijol con respecto a las densidades, en función de longitud de vaina.

Así mismo en la figura 7, no existen diferencias significativas entre densidades d1 y d2, estadísticamente no presenta diferencia en longitud de vainas; para los niveles de las densidades en v2 existen diferencias significativas, y es con la densidad d1 que se pueden obtener una mayor longitud de vaina de frijol.

En la tabla 5, para el análisis de varianza de la variable números de granos por vaina en el frijol, presenta un resultado estadístico no significativo en los factores de variedad y densidad al igual que la interacción, presentando un coeficiente de variación de 4,89 %, el cual muestra que los datos tomados y analizados son aceptables.

### Número de Granos por vaina de cuatro variedades de frijol

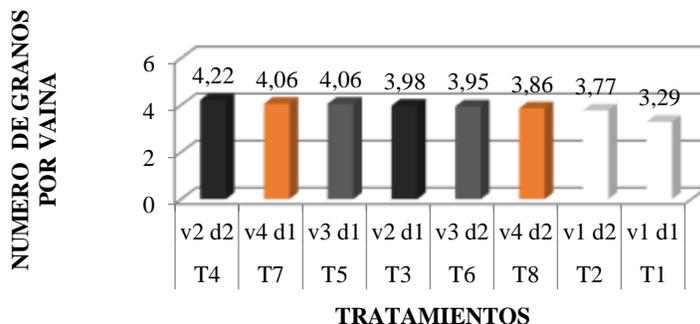


Figura 8. Número de granos por vaina de frijol.

En la figura 8, se observa diferencias en el número de granos por vainas en cada variedad de frijol, presentando una mayor cantidad en el Tratamiento 4, Negro chane con 4 granos y con menor cantidad el Tratamiento 1, Blanco Othebo con 3 granos respectivamente.

Para Bonilla (1990), citado por Aguilar (2015), los granos por vaina es una variable determinada por sus características genéticas propias de cada variedad, que varía con las condiciones ambientales existentes de cada región, dicho componente es heredable y se toma como indicador el que ejerce el medio ambiente.

**Peso de 100 granos de frijol**

El análisis de varianza, para la variable de peso de 100 granos de frijol, presenta una significancia alta para el factor variedad y un efecto estadístico no significativo para el factor densidad al igual que para la interacción, presentando un coeficiente de variación de 8,29%, el cual señala que los datos tomados y analizados son aceptables (ver tabla 6). Esto significa que el material genético influye de gran manera en la obtención de mayor peso en 100 granos de frijol.

En la prueba de Duncan de la Figura 7, muestra que los tratamientos estadísticamente son diferentes, presentando a la variedad Blanco Othebo v1 con mayor peso de granos, presentando 22 gramos, a diferencia de la variedad Negro Chane v2, con menor peso en granos, presentando 16 gramos respectivamente.

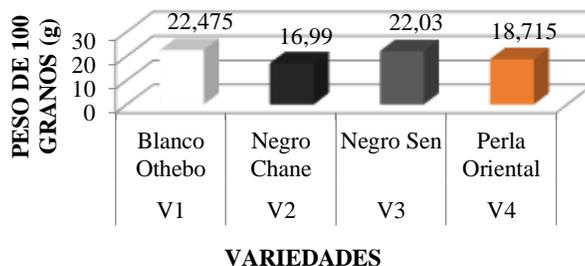


Figura 9. Peso de 100 granos de frijol.

Para Choque (2016), el peso de 100 semillas de frijol varía en un rango de 25 a 32 gramos, presentando una diferencia de 3 gramos con respecto al estudio presente, lo que indica que a pesar de que se sembró

el frijol en una época de primavera – verano no marco una gran discrepancia con relación al peso estándar, donde se puede asumir que la variedad genética es la

que más influye en variable de peso de 100 semillas en el frijol.

**Rendimiento de frijol**

Los resultados para la variable de respuesta del rendimiento de 4 variedades del frijol se muestran a continuación:

El análisis de varianza, para la variable rendimiento, presenta diferencias altamente significativas para los

factores de variedad y densidad, y significativo para su interacción, presentando un coeficiente de variación de 9,28 %, el cual indica que los datos tomados y analizados son aceptables. (ver tabla 7).

En la prueba de Duncan de la figura 8, muestra que los tratamientos estadísticamente son diferentes, presentando a la variedad Negro Sen v3 con el mayor rendimiento, a diferencia de la variedad Negro Chane v2, con el menor rendimiento.

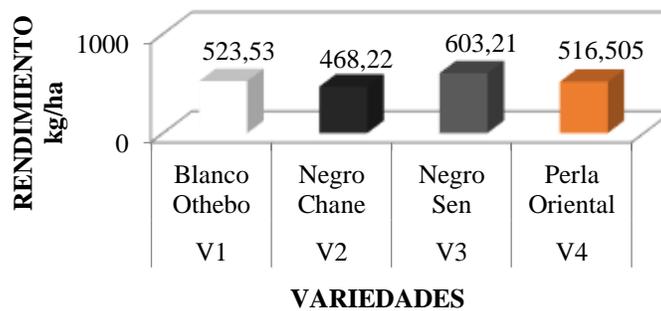


Figura 10. Rendimiento de frijol.

Aguilar (2015) nombrando a Gutiérrez (2009), en Carmen Pampa Coroico en el ensayo se identificó a las variedades Rojo Oriental y Carioca con un rendimiento de 1,210 y 637 kg/ha. Las variedades Mantequilla mairana, reporto un rendimiento. (ver tabla 8)

En la tabla 8, el análisis de efecto simple para la variable rendimiento, se encontraron diferencias en las variedades de v1, v2, v3 y v4. Es d1, la densidad 40 x 30 cm, la que proporciona mayor rendimiento.

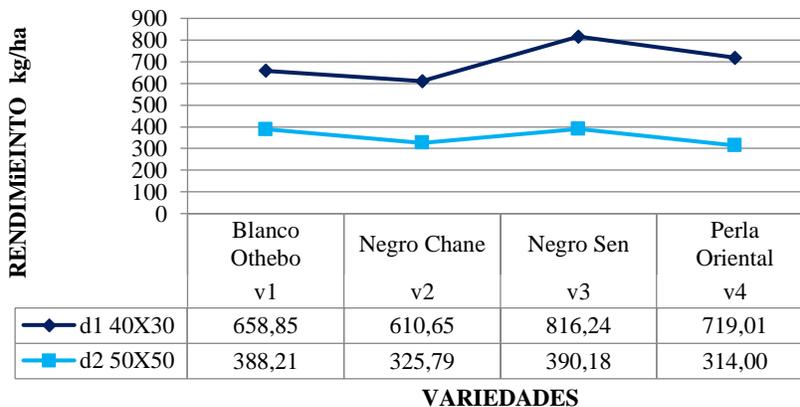


Figura 11. Efecto simple de las variedades de frijol con respecto a las densidades, en función del rendimiento.

En la figura 11, el análisis de efectos simples para la variable rendimiento de frijol, entre los niveles de las densidades en las variedades, v3 Negro Sen, existen diferencias significativas y es la densidad d1, 40 x 30 cm; el cual obtiene un mayor rendimiento.

### Análisis Económico

Realizando un análisis económico para determinar el mejor tratamiento con el objetivo de obtener mejores ganancias, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 9. Análisis económico para la producción de frijol en la zona de Alto Beni.

INGRESOS TOTALES (kg/ha)								
Producción de frijol (kg/ha)	4222,96							
Precio por kg (Bs)	20							
Ingreso Bruto Total (Bs)	84459,173							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
INGRESOS								
Rendimiento de frijol (kg)	658,85	388,21	610,65	325,79	816,24	390,18	719,01	314,00
precio por kg (Bs)	20	20	20	20	20	20	20	20
Ingreso bruto (Bs)	13177,084	7764,27	12213,092	6515,85	16324,825	7803,68	14380,276	6280,10
EGRESOS								
semilla	600	300	600	300	600	300	600	300
limpieza	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
siembra	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
Labores culturales	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
cosecha	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
empaquetado	900	900	900	900	900	900	900	900
transporte	100	100	100	100	100	100	100	100
INSUMOS								
insecticida	343,85	343,85	343,85	343,85	343,85	343,85	343,85	343,85
fungicida	1976,2	1976,2	1976,2	1976,2	1976,2	1976,2	1976,2	1976,2
Costos Variables (Bs)	10520,05	10220,05	10520,05	10220,05	10520,05	10220,05	10520,05	10220,05
Alquiler de la Moto deshierbadora	50	50	50	50	50	50	50	50
Herramientas	60	60	60	60	60	60	60	60
Alquiler de terreno	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Costos Fijos (Bs)	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610	1610
Costo total de producción (Bs)	12130,05	11830,05	12130,05	11830,05	12130,05	11830,05	12130,05	11830,05
Ingreso neto (Bs)	1047,03	-4065,78	83,04	-5314,20	4194,78	-4026,37	2250,23	-5549,96
Relación B/C (Bs)	1,09	0,66	1,01	0,55	1,35	0,66	1,19	0,53

Fuente: Elaboración propia (2017).

En la tabla 9, nos muestra que los tratamientos de mejor rendimiento son T5 variedad Negro Sen y T7 variedad Perla Oriental, con 816,24 y 719,01 kg/ha respectivamente, por otra parte los tratamientos T8 Perla Oriental y T4 Negro Chane, obtuvieron los rendimientos más bajos 314,00 y 325,79 kg/ha respectivamente.

El mismo cuadro mediante el análisis Beneficio/Costo obtuvo que en el Tratamiento 5 perteneciente a la interacción de la Variedad Negro

Sen con la Densidad 40 x 30 cm, tiene un costo total de producción de 12130,05 Bs, siendo el que mejor con respecto a los demás, el Tratamiento que dio menor ingreso, registrando un saldo de 11830,05 Bs, es el Tratamiento 8, que es la interacción de la Variedad Perla Oriental con la Densidad 50 x 50 cm en la producción de frijol.

En cuanto a la relación Beneficio/Costo en el cuadro 9, muestra que los tratamientos más rentables son T5 y T7 con los valores 1,34 y 1,19 Bs respectivamente siendo los más aceptables.

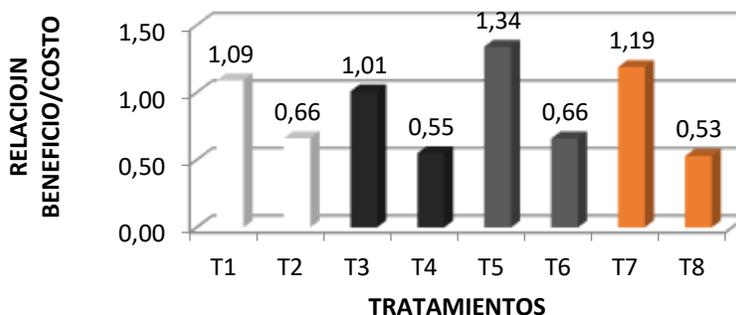


Figura 12. Relación Beneficio/Costo de las variedades y densidades estudiadas.

Como se observa en la figura 12, el mejor tratamiento el cual muestra un mayor Beneficio/Costo es el Tratamiento 5, que interactúa la Variedad Negro Sen con una densidad de 40 x 30 cm, que muestra un resultado de 1,34 Bs, y es así que por cada unidad monetaria invertida se gana netamente 0,34 Bs.

Las variedades empleadas las cuales fueron mejores que otras se las describe de la siguiente manera; el tratamiento T1 de la variedad Blanco Othebo con densidad de 40 x 30 cm fue mejor que el tratamiento T2 con la Densidad 50 x 50 cm, obteniendo un B/C de 1,09 Bs de T1 ante un B/C de 0,66 Bs de T2 respectivamente.

En el tratamiento T3 de la variedad Negro Chane con la Densidad 40 x 30 cm fue mejor que el tratamiento T4 con la densidad 50 x 50 cm, obteniendo un B/C de 1,01 Bs de T3 ante un B/C de 0,55 Bs de T4 respectivamente.

Para el tratamiento T5 de la variedad Negro Sen con la Densidad 40 x 30 cm fue la mejor que el T6 con la densidad 50 x 50 cm, obteniendo un B/C de 1,34 Bs de T5 ante un B/C de 0,65 Bs de T6 respectivamente.

En el tratamiento T7 de la variedad Perla Oriental con la densidad 40 x 30 cm fue mejor que el tratamiento T8 con la densidad 50 x 50 cm, obteniendo un B/C de 1,19 Bs de T7 ante un B/C de 0,55 Bs de T8 respectivamente.

## CONCLUSIONES

Para el porcentaje de emergencia de las cuatro variedades de frijol ensayadas en la localidad Sapecho son excelentes, todas llegando a más de 96% de emergencia en un tiempo mínimo.

En cuanto a la altura de planta, la mejor variedad de frijol se dio en la variedad Negro Chane, tratamiento T4 con 184,67 cm, seguido de Negro Sen, T6 con 148,00 cm. Concluyendo que estas mismas se desarrollan mejor en el lugar, donde el factor genético es influyente.

Con respecto al número de vainas por planta de frijol, la variedad de mejor respuesta en la localidad Sapecho es Negro Sen, tratamiento T6 con 16 vainas, y para la misma variedad seguido de Negro Sen, tratamiento T5 con un número de 13 vainas.

La variedad con la que se obtuvo una mejor longitud de vaina de frijol en la localidad de Sapecho, estadísticamente significativas, son las variedades: Negro Chane, variedad v2 con 8 cm de longitud de vaina, seguido de Negro Sen variedad v3 consiguiendo valores óptimos de crecimiento y desarrollo, en las dos densidades empleadas.

Para el caso de número de granos por vaina, la mejor variedad fue Negro Chane, tratamiento T4 con 4 granos o semillas, seguido de la variedad Perla Oriental, tratamiento T7 con 4 granos respectivamente.

Con respecto a la variable de respuesta peso cien granos o semillas se obtuvo que la variedad con mejor peso fue Blanco Othebo, variedad v1, con 22 gramos de peso, seguido de Negro Sen v3. La variedad genética influye en el peso de granos de frijol.

Con el mejor rendimiento en la producción de frijol se concluye que el mejor tratamiento en el estudio es para la variedad Negro Sen con densidad de 40 x 30 cm logrando un rendimiento de 816,24 kg/ha en el estudio.

## RECOMENDACIONES

Es importante realizar más investigaciones puntuales sobre las plagas y enfermedades de frijol en la localidad de Sapecho, debido a que estas afectan de gran manera la producción de leguminosas.

Es de conocimiento, al recomendar producir frijol en la localidad de Sapecho durante las épocas de invierno que científicamente si se produce más en este periodo pero es de vital importancia seguir investigando sobre la producción de frijol en la época de primavera – verano donde presenta diferentes aspectos debido a la temperatura y las precipitaciones altas; esto con el fin de lograr más cosechas al año en la localidad de Sapecho para obtener rentabilidad en el productor y por ende una mejor calidad de vida.

La variedad Blanco Othebo con las densidades 40 x 30 cm y 50 x 50 cm. No fueron las adecuadas a las condiciones del medio para conseguir mayores longitudes de vaina del frijol.

Se recomienda realizar un análisis riguroso del suelo en las próximas investigaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aguilar S, M. (2015). *Introducción de tres Variedades de Frejol (Phaseolus vulgaris sp) con la aplicación de inoculante en la comunidad pariguaya, Provincia sud yungas del departamento de la paz.* Facultad de

Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. 100 p.

Alvarez CH, S. (2010). *Comportamiento de siembra en el cultivo de frejol (Phaseolus vulgaris L.) Variedad BAT-76, en la Nueva Collasuyo, zona del Alto Beni.* Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. 91 p.

Arteaga G, Y. (2004). *Diseños experimentales*, Ed. AGAETRA. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. 80 p.

Chipana, G. (2015). *Comportamiento agronómico de ocho variedades de soya (Glycine max) en relación las tres densidades de siembra, en la estación experimental de Sapecho alto Beni – La Paz.* Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. 85 p.

Choque C, V. (2013). *El Cultivo del Frejol, instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito*, Bolivia. 1ª Ed. Santa Cruz – Bolivia. 116 p.

Choque C, V. (2016). *Compendio de variedades de frejol en Bolivia “El Vallecito”,* Bolivia. 1ª Ed. Santa Cruz – Bolivia. 55 p.

IBCE. (2015). *Comercio Exterior. Bolivia: productos alimenticios con potencial exportador.* Santa cruz – Bolivia. Cartilla N° 230. p 13.

Padilla A. J. (2013). *Guía de producción de semilla de Frejol.* Santa Cruz, Bolivia. 14-25p.

Quispe M, J. C. (2008). *Caracterización y evaluación agronómica de germoplasma de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la provincia Caranavi.* Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia. 127 p.

Vargas M. R. (2012). *Maestría en producción vegetal, modulo: protección vegetal.* Tesis de Maestría La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. 4p.

## ANEXOS

Tabla 1. Análisis de la varianza para altura de planta del frijol.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
Bloque	0,04	2	0,02	0,11 NS	0,9001
Variedad(A)	0,47	3	0,16	0,84 NS	0,4928
Error A	2,02	6	0,34		
Densidad(B)	0,19	1	0,19	1,03 NS	0,3272
A x B	0,16	3	0,39	0,29 NS	0,8334
Error Exp.	0,61	8	0,08		
Total	3,49	23			

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      CV= 22,54%

Tabla 2. Análisis de la varianza para número de vainas del frijol.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
Bloque	0,06	2	0,03	0,08 NS	0,9203
Variedad(A)	3,53	3	1,18	3,32 NS	0,0511
Error A	4,33	6	0,72		
Densidad(B)	0,22	1	0,22	0,61 NS	0,4469
A x B	0,36	3	0,12	0,34 NS	0,7975
Error Exp.	0,64	8	0,08		
Total	9,14	23			

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      CV= 4,34 %

Tabla 3. Análisis de la varianza para longitud de vaina del frijol.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
Bloque	0,19	2	0,095	1,10 NS	0,3598
Variedad(A)	13,59	3	4,53	53,57 **	<0,0001
Error A	0,19	6	0,032		
Densidad(B)	1,08	1	1,08	12,72 **	0,0031
A x B	1,97	3	0,66	7,78 **	0,0027
Error Exp.	0,99	8	0,12		
Total	18,01	23			

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      CV= 3,36%

Tabla 4. Análisis de varianza efecto simple para longitud de vaina del frijol.

FV	GL	SC	CM	FC	FT	SIGN.
					<b>0,05    0,01</b>	
A(v1)	3	130,87	43,63	363,58	3,03    4,76	*
A(v2)	3	218,98	71,99	599,91	3,03    4,76	*
A(v3)	3	212,02	70,67	588,91	3,03    4,76	*
A(v4)	3	181,43	60,47	503,91	3,03    4,76	*
EE	8	0,99	0,12			

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo

Tabla 5. Análisis de varianza para número de granos por vaina del frijol.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
Bloque	0,03	2	0,015	1,72 NS	0,2145
Variedad(A)	0,08	3	0,03	2,79 NS	0,0792
Error A	0,059	6	0,0098		
Densidad(B)	0,0046	1	0,0046	0,49 NS	0,4948
A x B	0,03	3	0,01	1,06 NS	0,3988
Error Exp.	0,07	8	0,00875		
Total	0,274	23			

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      CV= 4,89%

Tabla 6. Análisis de varianza para peso de 100 granos de frijol.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
Bloque	5,34	2	2,67	0,97 NS	0,4014
Variedad(A)	125,73	3	41,91	15,31 **	0,0001
Error A	18,14	6	3,023		
Densidad(B)	0,05	1	0,05	0,02 NS	0,8930
A x B	4,26	3	1,42	0,52 NS	0,6760
Error Exp.	20,18	8	2,52		
Total	173,69	23			

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      CV= 8,29%

Tabla 7. Análisis de varianza para el rendimiento del frijol.

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	F	P-valor
Bloque	8965,22	2	4482,61	1,89 NS	0,1872
Variedad(A)	56292,42	3	18764,14	7,92 **	0,0025
Error A	16211,43	6	2701,91		
Densidad(B)	720965,10	1	720965,10	340,50 **	<0,0001
A x B	28959,73	3	9653,24	4,08 *	0,0283
Error Exp.	16939,28	8	2117,41		
Total	848333,193	23			

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo      CV= 9,28%

Tabla 8. Análisis de varianza de efecto simple para el rendimiento del frijol.

FV	GL	SC	CM	FC	FT		SIGN.
					0,05	001	
A(v1)	3	822261,45	274087,150	2284059,59	3,03	4,76	*
A(v2)	3	657699,27	219233,090	1826942,41	3,03	4,76	*
A(v3)	3	1091592,94	36386,647	303222,00	3,03	4,76	*
A(v4)	3	800342,57	266780,857	2223173,75	3,03	4,76	*
EE	8	0,99	0,12				

NS = No significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente significativo