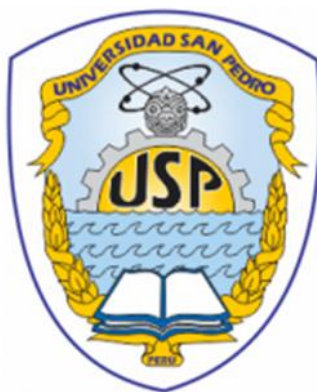


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA
AGRÓNOMA



**Influencia de la densidad de plantas y la fertilización
fosforada en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna
unquiculata* L. Walp.) en Cieneguillo Centro – Sullana**

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

AUTOR: Bach. Nitidad Chamba Huamán

ASESOR: M.Sc. César Augusto Puicòn Añezco

SULLANA – PERÚ

2018

Palabras claves

Tema : Densidad de plantas

Especialidad : Ingeniería

Keywords

Topic : Density of plants

Specialty : Engineering

Línea de investigación: Agronomía

**Influencia de la densidad de plantas y la fertilización
fosforada en el rendimiento del frijol caupí (*vigna
unquiculata* l. walp.) en Cieneguillo centro – Sullana**

Resumen

El presente trabajo de investigación experimental tuvo como propósito evaluar la influencia de la densidad de plantas y la fertilización fosforada en el rendimiento del frijol caupi, en Cieneguillo Centro - Sullana, empleando un área de terreno de 810 m², donde se instaló el cultivo, estudiando nueve tratamientos bajo un diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo factorial de tres densidades por tres dosis de fósforo, con cuatro repeticiones, llegándose a determinar que la densidad de plantas más adecuada fue 250 000 plantas por hectárea, con un rendimiento de 9 438 kg/ha. La dosis de fósforo de mejor respuesta fue 120 kg P₂O₅/ha, para un rendimiento de 9 414 kg/ha. Con la interacción de ambos factores, de la densidad de 250 000 plantas/ha, por la dosis de 120 kg P₂O₅/ha se obtuvo 10 221 kg/ha de frijol caupí, en vaina verde. En cambio para los componentes de producción del frijol caupí, la mejor densidad de plantas fue 166 667 plantas/ha, con la dosis de 120 kg P₂O₅/ha.

Abstract

The purpose of this experimental research work was to evaluate the influence of plant density and phosphorus fertilization on the yield of cowpea beans, in Cieneguillo Centro - Sullana, using a land area of 810 m², where the crop was installed, studying nine treatments under a statistical design of randomized complete blocks with factorial arrangement of three densities for three doses of phosphorus, with four repetitions, reaching to determine that the most suitable plant density was 250 000 plants per hectare, with a yield of 9 438 kg/ha. The best response phosphorus dose was 120 kg. P₂O₅ / ha, for a yield of 9 414 kg/ha. The interaction of both factors, given by the density of 250 000 plants per hectare with the dose of 120 kg P₂O₅ /ha, was the best response, with which a yield of 10 221 kg/ha of cowpea beans in green pod was obtained. On the other hand, for the production components of cowpea beans, the best density of plants was 166 667 plants / ha with a dose of 120 kg P₂O₅ / ha.

INDICE GENERAL

TEMA	PÁGINA Nº
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y METODOS	15
III. RESULTADOS	19
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	39
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
DEDICATORIA	42
AGRADECIMIENTO	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

TEMA	PÁGINA N°
01. Factores en estudio	15
02. Tratamientos en estudio	16
03. Análisis de varianza para rendimiento de frijol en vaina verde (kg./10.50 m ²)	19
04. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el rendimiento de frijol caupí en vaina verde (kg./ha.).	19
05. Análisis de varianza para número de vainas por planta.	22
06. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el número de vainas por planta.	22
07. Análisis de varianza para longitud de vaina (cm.).	25
08. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre la longitud de vaina (cm.).	25
09. Análisis de varianza para número de granos por vaina.	28
10. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el número de granos por vaina.	28
11. Análisis de varianza para altura de planta (cm.).	30
12. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre la altura de planta (cm.).	31
13. Análisis de varianza para porcentaje de grano.	33
14. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el porcentaje de grano.	34

15. Análisis de varianza para índice de cosecha.	36
16. Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el índice de cosecha.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

TEMA	PÁGINA N°
01. Efecto de las densidades de plantas sobre el rendimiento de frijol caupí en vaina verde (kg./ha.).	20
02. Efecto de las dosis de fósforo sobre el rendimiento de frijol caupí en vaina verde (kg./ha.).	21
03. Efecto de las interacciones sobre el rendimiento de frijol caupí en vaina verde (kg./ha.).	21
04. Efecto de las densidades de plantas sobre el número de vainas por planta.	23
05. Efecto de las dosis de fósforo sobre el número de vainas por planta.	23
06. Efecto de las interacciones sobre número de vainas por planta.	24
07. Efecto de las densidades de plantas sobre la longitud de vaina (cm.).	26
08. Efecto de las dosis de fósforo sobre la longitud de vaina (cm.).	26
09. Efecto de las interacciones sobre la longitud de vaina (cm.).	27
10. Efecto de las densidades de plantas sobre el número de granos por vaina.	29
11. Efecto de las dosis de fósforo sobre el número de granos por vaina.	29
12. Efecto de las interacciones sobre el número de granos por vaina.	30
13. Efecto de las densidades de plantas sobre la altura de planta (cm.).	31
14. Efecto de las dosis de fósforo sobre la altura de planta (cm.).	32
15. Efecto de las interacciones sobre el índice de cosecha.	33
16. Efecto de las densidades de plantas sobre el porcentaje de grano.	34
17. Efecto de las dosis de fósforo sobre el porcentaje de grano.	35
18. Efecto de las interacciones sobre el porcentaje de grano.	36
19. Efecto de las densidades de plantas sobre el índice de cosecha .	37
20. Efecto de las dosis de fósforo sobre el índice de cosecha.	38
21. Efecto de las interacciones sobre el índice de cosecha.	38

I. INTRODUCCIÓN

Los antecedentes y fundamentación científica se sustentan en; Vega y Andrade (2000) concluye en su estudio de *Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras en soja*, que 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 permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

Ferraris, *et al.* (2003) en su estudio sobre *Densidad de siembra y espaciamientos en Soja*, concluyen que al aumentar la densidad de siembra se incrementó la altura del cultivo, debido a un efecto de ahilamiento como consecuencia de la competencia por la luz solar. En los tratamientos de baja densidad, se incrementó significativamente el número de nudos y vainas por planta, debido a un aumento en la ramificación, donde precisamente se ubicaron la mayor cantidad de órganos reproductivos. Asimismo, se determinaron diferencias significativas en el número de nudos y vainas sobre el tallo principal, aunque estas fueron de menor magnitud respecto de las ramificaciones. No observaron diferencias significativas en el número de vainas y granos/m², lo que estaría indicando una notable capacidad compensatoria del cultivo hasta densidades muy bajas. Aun no existiendo diferencias estadísticas, hubo una leve tendencia hacia un mayor número de vainas y granos/m² al incrementarse la densidad. Los cambios en la densidad no afectaron el peso de los granos. En densidades altas y en el espaciamiento reducido se determinó mayor altura.

Valentinuz (1996) en su estudio sobre el *Crecimiento y rendimiento comparados de girasol, maíz y soja ante cambios en la densidad de plantas*, concluye que 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. A medida que la densidad aumenta, disminuye el crecimiento y el número de granos por individuo.

Talledo (2003) estudiando el *Efecto del distanciamiento de siembra entre golpes y número de plantas por golpe sobre el rendimiento de frijol Caupí (Vigna unguiculata L. Walp)*, en el Valle del Medio Piura, concluye que obtuvo los mayores rendimientos de 4 411 y 5 157 kg/ha, con los distanciamientos de 0,70 x 0,10 m., con 2 plantas/golpe y 0,70 x 0,10 m., con 3 plantas/golpe, respectivamente, incrementándose los rendimientos conforme se aumentaron las densidades de siembra, debido a un mayor número de plantas cosechables. En cambio los componentes del rendimiento, como número de vainas por planta y número de granos por vaina, aumentaron a menores densidades de siembra, como consecuencia de la disponibilidad de un mayor espacio de crecimiento, mejor disponibilidad de nutrientes, agua y luz, que hace que el cultivo tenga un mejor aprovechamiento de estos elementos para los procesos metabólicos, que repercuten directamente sobre la floración y formación de vaina y granos.

Fueyo, *et al.* (1998) en su estudio sobre la *Influencia de la densidad y del espaciado entre plantas en el rendimiento de grano del frijol (Phaseolus vulgaris L.)* concluye que desde el punto de vista productivo para un mismo distanciamiento entre líneas a medida que se incrementa la distancia entre plantas, con la correspondiente reducción de la densidad de plantas, se produce un descenso en el rendimiento de grano. El número de vainas por planta, se presenta como la componente de producción más influida por la densidad de plantas, a parte del peso de 100 semillas que decrecen drásticamente al incrementarse la densidad de plantas.

Puicón (1995) en su *Estudio de distanciamientos de siembra y dosis de nitrógeno en el cultivo de frijol Castilla (Vigna unguiculata L. Walp)*, en el valle del Chira, concluyó que los rendimientos se incrementaron significativamente al aumentarse el número de plantas por hectárea, obteniendo el mayor rendimiento de 2 125 kg/ha, con

la densidad de siembra dada por los distanciamientos de 0,50 x 0,20 m., y la dosis de 50 kg N/ha, y 100 kg P₂O₅/ha, superando al resto de tratamientos, debido a la mayor cantidad de plantas por unidad de área, aunque el número y tamaño de vainas por planta, fueron menores por efecto de la competencia entre plantas, por el espacio, agua, nutrientes y luz, provocando un autosombreamiento entre plantas, afectando la actividad fotosintética de la planta, en perjuicio de los componentes del rendimiento.

Gómez, *et al.* (2002) en su trabajo realizado sobre la *Evaluación de la tolerancia al estrés de Fósforo en Caupí (Vigna unguiculata L. Walp) en Cuba*, concluye que el incremento en los suministros de fósforo provocó un aumento significativo en el crecimiento foliar de las plantas, cuya respuesta se diferencia con el genotipo y el modo de nutrición de nitrógeno estudiado. La fertilización con fósforo incrementó la eficiencia de uso del elemento para acumular nitrógeno en el sistema aéreo. De singular importancia fue el poder constatar que las plantas nutridas con nitrógeno por la vía de la fijación simbiótica mostraron mayor o igual crecimiento foliar que las plantas nutridas con nitratos, mostrando el alto potencial de fijación simbiótica de los tres genotipos estudiados. En general para leguminosas de grano se considera que las plantas nutridas de nitrógeno por fijación simbiótica producen menos follaje aéreo y tienen más alto requerimiento de fósforo que las plantas que asimilan nitratos y que la disminución en la fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico por stress de fósforo en plantas, es consecuencia tanto de la disminución en la producción de nódulos por planta, como de la actividad nodular específica.

Guerra (1997) evaluando el *Efecto de nueve poblaciones de siembra en el cultivo de frijol Caupí (Vigna unguiculata L. Walp) variedad CB-088, en el Valle de Tumbes*, concluye que el más alto rendimiento de 2 436 kg/ha, de frijol grano seco, se obtuvo con el distanciamiento de siembra de 20 cm., entre golpes 70 cm, entre surcos. Los mayores valores promedios para los componentes de número de vainas/planta, número de granos/vaina y peso de semillas se lograron con las menores densidades de siembra, sin embargo los rendimientos en grano fueron mayores conforme se emplearon mayores densidades, como respuesta aún mayor número de plantas por hectárea.

Mayz (2007) estudiando las *Variaciones de la efectividad de cepas rizobianas de frijol en Venezuela*, concluyo que el fósforo es esencial para las diferentes etapas de desarrollo de las plantas leguminosas, de tal manera que una deficiencia o dosis bajas de este elemento se manifiesta en una reducción del crecimiento y nodulación de la planta, tal es así que el menor número de nódulos se presentó en las plantas no fertilizadas con fósforo y en las plantas donde se aplicó solo 20 kg/ha, siendo los valores similares entre sí, mientras que la mayor nodulación se logró con aplicaciones de entre 40 y 80 kg/ha, siendo dichos valores estadísticamente iguales, notándose un efecto benéfico del fósforo tanto en el crecimiento del frijol como en la nodulación.

CIAT (1985) reporta que experimentos hechos en zonas templadas y tropicales los rendimientos de frijol aumentan con el incremento de la densidad poblacional de plantas. En Colombia y Venezuela se han obtenido rendimientos significativamente superiores en variedades arbustivas o enanas, que tienen una mayor adaptación a las poblaciones de mayor densidad que los de enredadera, las cuales cuyo crecimiento ilimitado requiere que la cosecha se haga en varias etapas y la densidad de siembra puede afectar la producción de la diferentes épocas de cosecha.

Montalvo, *et al.* (1982) en su trabajo sobre *El cultivo de Soya*, concluye que en suelos fértiles, la fijación del nitrógeno es nula y que la presencia del nitrógeno procedente de la fertilización nitrogenada puede inhibir la formación de nódulos y reducir la cantidad de nitrógeno fijada por el cultivo; lo que indica que el abonamiento nitrogenado en dosis altas puede resultar contraproducente. En suelos pobres las leguminosas responden a la fertilización nitrogenada, pero cuando se practica la inoculación no será necesario abonar con nitrógeno. Al parecer la fertilización nitrogenada no favorece la actividad de la bacteria nitrificante.

Valdiviezo (2009) en su estudio sobre *Evaluación del comportamiento agronómico del frijol caupí (Vigna unguiculata L.Walp.) a diferentes densidades y dosis de nitrógeno en el valle del Medio*, concluye que no hubo diferencias significativas entre

densidades de siembra, aunque el mayor rendimiento de 2 775 kg/ha, de frijol grano seco, lo obtuvo con la densidad de 250,000 plantas/ha., superior a las densidades de 166 667 y 125 000 plantas/ha, con rendimientos de 2 117 y 1 757 kg/ha. Los rendimientos de frijol se incrementaron a altas densidades de siembra, atribuible al mayor número de plantas cosechables por unidad de área, lo que implica un mayor número de vainas formadas por planta. En cuanto al nitrógeno, los mayores rendimientos de 2 387 y 2 357 kg/ha, se obtuvieron con 60 y 80 kg N/ha, siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la dosis de 40 kg N/ha, cuyo rendimiento fue de 1905 kg/ha, con una tendencia cuadrática, aumentando los rendimientos hasta 60 kg N/ha, para luego decrecer ligeramente a la dosis de 80 kg N/ha, como consecuencia, de que las leguminosas no son exigentes en nitrógeno, por lo que no responderían a dosis altas de este elemento, provocando un mayor desarrollo foliar en detrimento de la formación de vainas y por lo tanto de granos, afectando de esta manera su rendimiento.

Valdiviezo (1989) estudiando el *Efecto de cuatro niveles de nitrógeno y dos densidades de siembra sobre el rendimiento de frijol Castilla (Vigna unguiculata L. Walp) en el valle del Medio Piura*, concluye que obtuvo, el más alto rendimiento de 2 239 kg/ha, de grano con la dosis de 40 kg N/ha en cambio no encontró significación estadística para densidades de siembra.

Vera y Gómez (1998) estudiando el *Efecto del nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y sus componentes asociados en el frijol caupí (Vigna unguiculata, L. Walp.)*, concluye que hubo diferencias altamente significativas para el efecto del fósforo, obteniendo la mejor respuesta para el rendimiento y sus componentes con la aplicación de 90 kg/ha de P₂O₅/ha. Para el efecto del nitrógeno, se observó una tendencia a aumentar el rendimiento a dosis mayores de nitrógeno.

Ribet y Drevon (1995) en su estudio sobre *Aumento de la permeabilidad al consumo de oxígeno y oxígeno del nódulo de soja bajo la limitación de la nutrición con fósforo*, concluye que el efecto beneficioso de la fertilización fosfórica sobre las leguminosas

en simbiosis con *Rhizobium* está relacionado a tres aspectos fundamentales: a) estimulación del crecimiento de la planta hospedera, b) incremento de la producción de nódulos y c) incremento de la cantidad de nitrógeno fijado del aire. Así mismo indican que dentro de las leguminosas de grano, el caupí, es quizás la especie con mayor tolerancia al stress de fósforo.

López (2013) concluye que la *Densidad de Siembra*, está relacionada con los efectos que en la planta produce la competencia de otras plantas de su misma especie o de otras que se encuentren dentro de un espacio determinado. La competencia se ve como las inconveniencias causadas por la proximidad de las plantas vecinas y que pueden ser: disminución de disponibilidad de luz, espacio, agua o nutrientes para cualquier planta individual, cuando su follaje o área radicular se traslapa con la de otro individuo. A medida que se incrementa la población de plantas por área, disminuye la producción media por planta, debido a la competencia por los recursos necesarios para su crecimiento. Entre los factores más importantes que deciden la densidad de siembra óptima para un cultivo, están las características morfológicas de las plantas, las cuales deben de tener condiciones ambientales para que puedan desarrollarse sin limitantes y expresar la capacidad genética.

Núñez (1984) en su estudio sobre *Frijol, Suelos y Fertilización*, llega a la conclusión que el frijol es un cultivo que responde al fósforo en un suelo con un contenido de mediano a bajo, lográndose una mejor calidad de grano y mayor resistencia a enfermedades además del aumento en la producción, por lo que se recomienda dosis de 40 a 60 k./ha, en suelos de contenido bajo y de 20 a 30 kg/ha, en suelos medianos; en suelos altos en fósforo no se recomienda aplicarlo.

Ramírez (1984) estudiando el *Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo del frijol común (Phaseolus vulgaris), en Costa Rica*, concluye que obtuvo una respuesta lineal para nitrógeno y fósforo sobre la producción, la cual se incrementó conforme se emplearon dosis crecientes de nitrógeno y de fósforo. No se encontró interacción significativa entre el nitrógeno y el fósforo. Así mismo indica una tasa relativamente

baja de incremento de la producción, al aumentar las dosis de nitrógeno y de fósforo, lo cual indica que algún otro factor, además de las variables estudiadas incidió en la producción. Los efectos lineales encontrados, dejan pensar en la posibilidad de obtener aún mayores incrementos en la producción con cantidades más altas de nitrógeno y fósforo que las empleadas. Los resultados con respecto al nitrógeno, son un poco contradictorios, atribuible a diferencias climáticas, varietales, edáficas, manejo del cultivo y condiciones fitosanitarias. De esto surge la diversidad de recomendaciones de fertilización, que para Costa Rica han sido de 12 a 100 kg N/ha, y de 19 a 150 kg P₂O₅/ha, mientras que para el resto de Centroamérica, las cifras han sido de 12 a 45 kg N/ha, y de 20 a 90 kg P₂O₅/ha.

Ventura (1991) en su estudio sobre los *Factores limitantes de la producción del frijol Caupì*, concluye que para obtener óptimos rendimientos, merecen especial atención el abonamiento y la densidad de siembra, donde la población de plantas por unidad de superficie depende del distanciamiento entre surcos y el distanciamiento entre golpes, que pueden variar con el fin de lograr un mayor aprovechamiento del suelo, agua, luz, fertilizantes etc., redundando en un mayor rendimiento de frijol grano. Horst (1995) en su estudio sobre la *Nutrición mineral de las plantas superiores*, concluye que el fósforo, es uno de los nutrientes primarios porque se requiere en altas cantidades para su completo desarrollo. El fósforo participa de manera directa e indirecta en varias de las funciones vitales de la planta, como componente de algunos compuestos orgánicos que están presentes en las reacciones bioquímicas que permiten aprovechar parte de la energía luminosa, en energía potencial biológicamente útil (fotosíntesis). Esta energía es utilizada en varias reacciones dentro y fuera de las células de las plantas para producir tejidos y órganos vegetales, incluyendo las raíces, puesto que las plantas son seres vivos capaces de generar su propia energía a partir del CO₂ de la atmósfera y el flujo de electrones provenientes de la luz solar, entonces por medio de reacciones enzimáticas forman el ATP (trifosfato de adenosina), que es un compuesto rico en energía biológicamente útil, para el metabolismo celular, como son la síntesis de proteínas, grasas, carbohidratos (azúcares), y otras moléculas complejas que forman parte de las plantas. Por lo que si no existe una buena cantidad de fósforo en el suelo,

en forma suficiente y disponible para nutrir a los vegetales en las primeras fases de desarrollo, la producción de energía para formar células nuevas y azúcares estará limitada.

La justificación científica del presente trabajo se detalla que entre las leguminosas de grano, el frijol caupí, constituye una de las principales alternativas de producción y de gran importancia económica, los departamentos productores a nivel nacional sobresalen, Piura (54%) siendo uno de los principales, seguido de Lambayeque (33%), Lima (10%), Tumbes (2%), y las demás regiones con (1%), por ser un cultivo bastante rústico, tolerante a sequía y altas temperaturas, de corto periodo vegetativo y con gran demanda como cultivo de agro exportación por muchos países del mundo, como: Portugal, Estados Unidos, Grecia, Reino Unido, Argelia, Bélgica, España, Emiratos Árabes Unidos e Israel, Ecuador, Colombia y Venezuela, con un consumo per-capita de 12 kg/persona/año, por eso no es de extrañar que la exportación de este producto vaya en franco crecimiento generando ingresos similares o superiores a otros cultivos (Albán, M. 2012).

Es por ello que se realizó el presente trabajo de investigación, estudiando dos parámetros agronómicos muy importantes en la producción del cultivo de frijol caupí, variedad vaina blanca, como son: la densidad de plantas y la fertilización fosforada.

El problema planteado en el presente trabajo es: ¿Cuál será la influencia de la densidad de plantas y de la fertilización fosforada en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en Cieneguillo Centro. Sullana?

El marco referencial es como sigue. El frijol caupí, presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Plantae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Rosales

Familia	:	Fabaceae (Leguminoseae)
Género	:	Vigna
Especie	:	<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp. (Zúñiga, 2003).

La variedad “Vaina Blanca”, es una variedad mejorada de frijol, obtenida en el año 1984, en la Estación Experimental de Vista Florida (Chiclayo), a partir de una selección masal de la variedad local “Bocanegra”. Actualmente se encuentra muy difundida en los departamentos de Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes, por su gran aceptación del grano, especialmente para la exportación. Presenta las siguientes características:

Hábito de crecimiento	:	Arbustivo Tipo II
Altura de planta	:	86 cm.
Número promedio de vainas/planta	:	14
Número promedio de granos/vaina	:	11
Color de grano	:	Blanco cremoso
Contorno del hiliium	:	Negro
Tamaño del grano	:	Mediano
Período vegetativo	:	95 días (Sandoval (1992))

La morfología de la planta del frijol caupí, es una planta con una raíz profunda y pivotante con abundantes ramificaciones laterales, por lo que las plantas pueden absorber mayor cantidad de agua y nutrientes. En sus raíces crecen los nódulos, donde viven las bacterias del género *Rhizobium* que son las encargadas de fijar el nitrógeno del aire y que la planta utiliza para su nutrición. Los tallos y las ramas presentan una forma cilíndrica con ligeros bordes y huecos, presentan diferente coloración de acuerdo a la especie. El número de entrenudos y guías o ramas laterales es variado y tienden a enrollarse y entrelazarse. La ramificación se origina en la parte basal del tallo y comienza a los 15 o 20 días siembra. Las hojas primarias o embrionarias son unifoliadas y crecen de manera opuesta y las hojas verdaderas son trifoliadas. La forma de los folíolos puede ser lineal, lanceolada u ovalada. Las flores, se dan en pequeños racimos pudiendo ser: blancas, blancas con manchas moradas, moradas o amarillas. Presentan 5 pétalos que reciben nombres específicos, un estandarte, dos alas y dos

pétalos soldados que forman la quilla. Las flores son hermafroditas, por lo que son preferentemente autógamas.

El fruto es una vaina lineal o encorvada que alcanza un tamaño de 10 a 25 cm. de longitud y de 1,5 a 3,2 cm. de diámetro. Contiene de 6 a 21 granos por vaina. Las vainas pueden ser de color verde o presentar moteados púrpura o rojizo en sutura y valvas. Por su forma las vainas pueden ser derechas o presentar cierto grado de curvatura. Generalmente en cada tallo floral sólo 2 o 3 flores se convierten en vainas. La semilla comprende la cubierta o cáscara, los cotiledones, el embrión y el hilio u ojo de semilla. Difiere en cuanto a color pueden ser: crema, marrón rojizo, negro y en algunas variedades presentan manchas pequeñas de diferente tamaño; y en forma de aspecto redondo, oval y cuadrada. Su textura es lisa, áspera o rugosa (Albán, 2012).

Condiciones ecológicas del cultivo de frijol caupí son las siguientes: La costa ofrece las condiciones agroclimáticas necesarias para el desarrollo de este cultivo y la amplia adaptabilidad de algunas variedades facilita la producción durante todo el año. El frijol caupí puede prosperar entre los 18 °C y 40 °C, con un rango óptimo entre 20 °C y 35 °C. No tolera las heladas y las temperaturas mayores a 40 °C afectan el cuajado de las flores y el desarrollo de las vainas. Temperaturas menores de 18 °C afectan el crecimiento de la planta. La temperatura óptima del suelo para una adecuada germinación es de 21 °C (Albán, 2012).

El frijol caupí, es un cultivo de clima cálido, donde a temperaturas superiores a los 35 °C., los rendimientos disminuyen debido al desprendimiento de la flor y la vaina. El exceso de humedad del riego así como la alta humedad atmosférica afectan el rendimiento debido a la incidencia de enfermedades fungosas. El frijol Caupí crece en una amplia variedad de suelos, siempre que estén bien drenados, no tolera el encharcamiento ni la salinidad, requiriendo de un pH entre 5,5 y 6,5. El frijol caupí, es una planta indiferente a la longitud del día, sin embargo su fotoperiodo óptimo para la inducción de la floración es de 8 a 14 horas (Kay, 1983).

Las temperaturas menores a 13°C, retrasan el crecimiento; mientras que las temperaturas altas, sobre todo nocturnas provocan anomalías en la floración, caída de flores, maduración temprana, bajo llenado de vainas y retención de las mismas;

semillas pequeñas y de menor vigor. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo del frijol está entre 18°C a 21°C (primavera en costa central). Las temperaturas mínimas que puede soportar el cultivo para su desarrollo normal está relacionado a las diferentes etapas del periodo vegetativo, así se tiene para la germinación 8°C, para la floración 15°C y para la madurez de 18°C a 20°C. Una buena luminosidad favorece el cuajado de los frutos y fortalece el aumento de la producción. El fotoperiodo óptimo para la inducción de la floración es de 8 a 14 horas. Es resistente a la sequía y una excesiva humedad ambiental favorece la proliferación de enfermedades. La humedad del suelo es un factor importante en las primeras etapas de desarrollo de las plantas y su falta o exceso en la floración ocasiona caída de flores, reduciendo la producción significativamente. La humedad del suelo debe ser bien distribuida durante las diferentes fases del periodo vegetativo principalmente en la floración y la fructificación. El agua es importante para el crecimiento y desarrollo final del cultivo de frijol; este depende mucho de la disponibilidad del agua. Tanto el exceso de agua (encharcamiento) como la falta de agua (sequía) tienen un efecto negativo (Asociación Regional de Exportadores, 2014).

Con respecto al suelo el frijol caupi, desarrolla mejor en suelos de textura franca (arcilloso, arenoso y limoso). Los suelos arenosos son muy pobres en nutrientes, los fertilizantes se pierden fácilmente y requieren de mayor cantidad de agua. El frijol se produce mejor en terrenos sueltos, profundos, aireados y con buen drenaje, aunque se le puede considerar como no exigente en cuanto a las condiciones físicas del suelo, no debiéndose cultivar en suelos húmedos y salinos. El pH óptimo para el buen desarrollo de frijol esta entre 5,5 y 7,0 (Asociación Regional de Exportadores, 2014).

En cuanto al riego los requerimientos de riego del frijol son de 500 a 700 mm., de lámina de agua, volúmenes que deben estar uniformemente distribuidos a lo largo del periodo vegetativo; así mismo es importante mantener una buena humedad en el suelo durante el establecimiento del cultivo, en la fase de floración y fructificación. El efecto del uso del agua por las plantas depende no solo de la cantidad de agua aplicada sino también de la frecuencia de riego. Que a mayor frecuencia de riego mayor es el número

de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y el rendimiento. Se recomienda riego ligero, que no debe faltar al inicio del crecimiento (enseño) y durante la floración (dos riegos). Se saca buena cosecha con un volumen total de agua, incluido el riego de machaco de germinación de 5 000 m³/ha.

Con respecto a la fertilización, se recomienda que antes de la siembra debe realizarse el muestreo del suelo y de acuerdo al resultado del análisis se formulara la dosis del fertilizante, puesto que resultará más efectivo fertilizar siguiendo las recomendaciones de un análisis de suelo. Los mejores rendimientos se han obtenido con fertilizantes nitrogenadas, no debiendo sobrepasarse la dosis adecuada que por lo general debe ser baja, pues se produciría un exceso de desarrollo que deprime la cosecha del grano, haciéndose la planta más susceptible al ataque de plagas y enfermedades. En cuanto al fósforo se ha encontrado una tendencia positiva en lo que se refiere al rendimiento, lo indica que el frijol responde al abonamiento fosfatado. En nuestra costa debido al contenido de potasio en el suelo, prácticamente no hay respuesta al abonamiento potásico (Asociación Regional de Exportadores, 2014).

En cuanto a las plagas se tiene: Gusanos Cortadores: (*Feltia experta*, *Agrotis ypsilon*, *Spodoptera frugiperda*), son insectos que cortan el cuello de las plántulas recién emergidas. Se presentan en el campo en focos, inciden aproximadamente en la etapa V3 del cultivo; se logra un control con la aplicación de riegos y una medida preventiva es la buena preparación del suelo.

Cigarrita o Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*), es un insecto que ataca durante la siembra en épocas de mayor temperatura y es favorecido por los periodos de sequía. Se alimentan chupando la savia de las hojas durante todo el periodo vegetativo, ocasionando amarillento de sus bordes y deformación de vainas.

Barrenador de brotes (*Epinotia aporema*), es una plaga importante que ataca durante todo el periodo de cultivo, ocasionando daños en los brotes de los tallos, flores y vainas, cuyas larvas barrenan los brotes deteniendo el crecimiento de la planta.

Barrenador de la vaina (*Laspeyresia leguminis*), las larvas perforan las vainas verde y se alimentan de los granos (Asociación Regional de Exportadores, 2014).

Entre las enfermedades que se observa: pudriciones Radiculares (*Rizoctonia*, *Fusarium*), son causadas por hongos que producen pudriciones de la raíz y tallo de las plantas recién emergidas ocasionándoles la muerte. Se presentan por el mal manejo del agua de riego, siembras profundas, semilla de mala calidad, siembras continuas de frijol.

Roya (*Uromyces appendiculatus*), es un hongo cuyas esporas son fácilmente transportadas por el viento, que puede atacar en cualquier etapa de desarrollo de la planta, si los ataques empiezan antes de la floración resultan pérdidas considerables del rendimiento. No se trasmite por semilla. Las hojas atacadas se amarillan y se caen. Es preferible usar variedades resistentes.

Botritis (*Botritis sp.*), se llaman también “podredumbre gris”, su ataque es muy común en las plantas que tienen las vainas en contacto con el suelo, se reconocen por el color entre gris y verde del hongo que coloniza en las áreas acuosas con lesiones en la vaina. Nematodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*), produce daños en el sistema radicular en forma de agallas o abultamiento que afectan a la planta en su capacidad de obtener humedad y nutrientes del suelo. Producen amarillamiento de las hojas con quemazón en los bordes y raquitismo de las plantas (Asociación Regional de Exportadores, 2014).

Cosecha.- El frijol caupí, se puede cosechar a la madurez fisiológica como legumbre o vaina verde o cuando las vainas cambian a un color verde amarillento, donde las plantas se arrancan y se amontonan para terminar su secado y efectuar la trilla (Asociación Regional de Exportadores, 2014).

Ante esta problemática se plantea una hipótesis que, la densidad de plantas y la dosis de fósforo, influyen significativamente en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en Cieneguillo Centro. Sullana

El Objetivo General del trabajo de investigación, fue evaluar la influencia de la densidad de plantas y la fertilización fosforada en el rendimiento del frijol caupí, (*Vigna unguiculata* L. Walp) en Cieneguillo Centro. Sullana. Para lo cual se desglosa los siguientes objetivos específicos: determinar la densidad de plantas más adecuada para el rendimiento de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en vaina verde y sus componentes productivos.

1. Determinar la dosis de fósforo de mejor respuesta para el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en vaina verde y sus componentes productivos.
2. Determinar el efecto de la interacción de los factores en estudio en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en vaina verde y sus componentes productivos.

II. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se empleó, semilla certificada de frijol caupí variedad vaina blanca, fertilizante superfosfato de calcio 46% y pesticidas Sulfodin WP y Confidor 350 SC entre otros materiales como: Wincha, cordeles, estacas, yeso, etc.; también se utilizó equipos como Bomba de mochila y balanza.

Para esta investigación fue de tipo aplicada y experimental, puesto que los conocimientos obtenidos permiten ayudar a solucionar problemas relacionados con el cultivo de frijol caupí, en Cieneguillo Centro-Sullana. Mediante las evaluaciones se

determinó cuál fue la densidad de plantas más adecuada y la dosis de fósforo de mejor respuesta para el rendimiento del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

El diseño de investigación que se empleó para el siguiente trabajo es bloques completos al azar con arreglo factorial de 3 x 3, con cuatro repeticiones, haciendo un total de 36 parcelas. El campo experimental fue de una área con un largo: 30,00 m.; ancho: 27,00 m. y área total, 828,00 m² la área neta evaluable fue de 10,80 m². Tal como se observa en *Anexo 02- figura 01*.

Los Factores en estudio fueron dos factores: densidades de plantas y dosis de fósforo, tal como se indica en la tabla 01.

Tabla 01.- Factores en estudio

Factores	Niveles	Claves
Densidades de plantas	166 667 plantas/ha.	D ₁
	200 000 plantas/ha.	D ₂
	250 000 plantas/ha.	D ₃
Dosis de fósforo	80 kg. P ₂ O ₅ /ha.	F ₁
	100 kg. P ₂ O ₅ /ha.	F ₂
	120 kg. P ₂ O ₅ /ha.	F ₃

Se estudiaron 09 tratamientos, referidos a las combinaciones de los niveles de cada uno de los factores, tal como se indica en la tabla 02.

Tabla 02: Tratamientos en estudio

N°	Tratamientos	Claves
1	166 667 plantas/ha X 80 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₁ F ₁
2	166 667 plantas/ha X 100 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₁ F ₂
3	166 667 plantas/ha X 120 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₁ F ₃
4	200 000 plantas/ha X 80 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₂ F ₁
5	200 000 plantas/ha X 100 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₂ F ₂
6	200 000 plantas/ha X 120 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₂ F ₃
7	250 000 plantas/ha X 80 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₃ F ₁
8	250 000 plantas/ha X 100 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₃ F ₂
9	250 000 plantas/ha X 120 kg P ₂ O ₅ /ha	D ₃ F ₃

La población de plantas para la evaluación del presente trabajo de investigación en frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), el número de plantas varía de acuerdo a la densidad en estudio con 166 667 plantas/ha, 200 000 plantas/ha, 250 000 plantas/ha con los distanciamientos de 0,20; 0,25 y 0,30 m.

La evaluación para el resto de variables componentes del rendimiento, se hizo en base a una muestra de 20 plantas y 20 vainas por tratamiento.

El trabajo de investigación se realizó en el departamento de Piura, provincia Sullana, distrito de Bella vista en el sector de Cieneguillo centro, con ubicación geográfica a una latitud 04°55'02.5" Sur, longitud 080°38'44.8" Oeste y altitud 89 m.s.n.m. Con humedad relativa de 82%.

La preparación del suelo o labranza es una de las actividades más importantes al momento de la implementación de un sistema productivo. Para este proyecto se empleó la aradura que consistió en la roturación de suelo, empleando arado de discos luego se realizó la bordeadura de forma manual para delimitar el campo experimental y facilitar la siguiente labor de riego machaco que consistió en aplicar un riego por inundación con una lámina de agua de 10 cm, con la finalidad de completar la humedad remanente del suelo y facilitar las labores de gradeo utilizando grada de discos y la surcadura a un distanciamiento de 0,60 m entre surcos. Tal como se observa en *Anexo 03- fotografía 01*.

Para la siembra, se ha empleado semilla certificada de frijol caupí variedad vaina blanca sembrándose de forma manual, a piquete 5 semillas por golpe y a una profundidad máxima de 5 a 7 cm.; a los distanciamientos de 0,20; 0,25 y 0,30 m., entre golpes y a 0,60 m., entre surcos, que determinaron las densidades de plantas en estudio. Tal como se observa en *Anexo 03- fotografía 02*.

Esta labor en el desahíje, consistió en la eliminación de plantas menos vigorosas para evitar la competencia por nutrientes agua y luminosidad, dejando tres plantas por golpe a la cosecha esta actividad se hizo a los 15 días después de la siembra.

Inmediatamente después del desahijé, se realizó la fertilización química. Se aplicaron tres dosis de fósforo: 80, 100 y 120 kg. P₂O₅/ha, utilizando el insumo de superfosfato triple de calcio 46% de P₂O₅. La aplicación se realizó con un instrumento agrícola (palana) a 10 cm. de distancia de cada golpe. Con la finalidad de nutrir a la planta y lograr su máximo desarrollo y una mayor producción. Tal como se observa en *Anexo 03- fotografía 03*.

Para el control fitosanitario, se realizaron 4 aplicaciones oportunas a primeras horas de la mañana a los 20, 35, 50 y 65 días después de la siembra, el producto químico para el control de Oidium, fue Sulfodin 80 WP, a la dosis de 1,0 kg/ha., y para Cigarrita verde (*Empoasca kraemerii*) se aplicó Confidor 350 SC, a la dosis de 150 ml/ha. Tal como se observa en *Anexo 03- fotografía 04*.

Para el deshierbo, se realizó un control mecánico donde se mantuvo el campo experimental libre de malezas con el fin que aprovechen las plantas al máximo el fertilizante. Se hicieron tres deshierbos a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, predominando las malezas: Coquito (*Cyperus rotundus*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), Cadillo (*Cenchrus echinatus*). Tal como se observa en *Anexo 03- fotografía 05*.

El riego se ejecutó mediante el sistema de gravedad, procediendo el recurso hídrico del canal “Daniel Escobar” el caudal que discurrió por los surcos fue bajo para facilitar la filtración rápida. Se realizó 3 riegos a los 20 días de la siembra, al inicio de floración (35 días) y al llenado del grano (50 días).

Se cosecharon en forma manual las vainas, cuando alcanzo un 90% de estado de madurez fisiológica de los tres surcos centrales y de 20 plantas por cada parcela identificando cada tratamiento.

Los indicadores en estudio sobre el rendimiento de frijol en vaina verde (kg/ha), se cosecharon las vainas (estado de madurez fisiológica) de las plantas de los tres surcos centrales de cada parcela, expresado en kg/ha.

Se contó el número de vainas de cada una de las 20 plantas tomadas por parcela, para obtener un promedio.

Se midieron 20 vainas de las plantas muestreadas por parcela, para obtener un promedio en centímetros.

Se contó el número de granos de cada una de las 20 vainas muestreadas por parcela, para obtener un promedio.

Para obtener la altura de planta (cm.), se midieron 20 plantas por parcela desde el pie de la planta hasta el nudo de la yema terminal, para obtener un promedio en centímetros.

Se relacionó el peso del grano de 20 vainas con el peso total de las mismas 20 vainas de la muestra por parcela, expresado en porcentaje.

Para obtener un índice de cosecha (%), se relacionó el peso de las vainas de 20 plantas, con el peso de la biomasa total de las mismas 20 plantas muestreadas por parcela, expresada en porcentaje.

III. RESULTADOS

En el análisis de varianza para rendimiento de frijol en vaina verde (Tabla 03), se observan diferencias altamente significativas para densidades de plantas y dosis de fósforo, más no para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 12,15 %.
Anexo 01- Tabla 01.

Tabla 03. Análisis de varianza para rendimiento de frijol en vaina verde (kg/10,80 m²)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	0,930	0,310	0,31	N.S.
Densidades de plantas (D)	2	13,479	6,740	6,66	**
Dosis de fósforo (F)	2	20,519	10,259	10,14	**
Interacción D x F	4	0,318	0,080	0,08	N.S.

Error Experimental	24	24,288	1,012
Total	35	59,535	

C.V. = 12,15 %

Tabla 04.- Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el rendimiento de frijol caupí, en vaina verde (kg/ha)

Dosis de fósforo (kg/ha)	Densidades de plantas (plantas/ha.)			Efecto principal de dosis de fósforo
	D1=166 667	D2=200 000	D3 =250 000	
80	6 661 d	7 472 c d	8 518 b c	7 550 b
100	8 242 b c d	8 898 a b c	9 576 a b	8 905 a
120	8 745 a b c	9 274 a b	10 221 a	9 414 a
Efecto principal de densidades de plantas	7 882 B	8 548 B	9 438 A	

En la tabla 04, de la prueba de Duncan, para densidades de plantas, se observa diferencias significativas, lográndose el mayor rendimiento de 9 438 kg/ha, con la densidad de 250 000 plantas/ha, superando a las densidades de 200 000 y 166 667 plantas/ha, que alcanzaron rendimientos de 8 548 y 7 882 kg/ha, respectivamente, entre las cuales no hubo significación estadística, sin embargo se observa que los rendimientos aumentan a mayor densidad de plantas/ha. Figura 01.

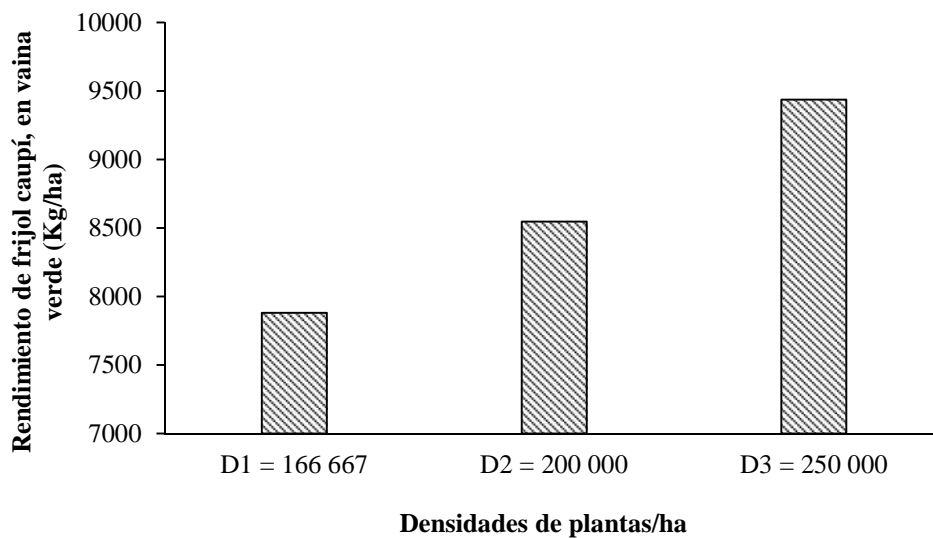


Figura 01. Efecto de las densidades de plantas sobre el rendimiento de frijol caupí en vaina verde (kg/ha)

Para el efecto de las dosis de fósforo, según la prueba de Duncan, Tabla 04, se observan diferencias significativas, donde los mayores rendimientos de 9 414 y 8 905 kg/ha, se obtuvieron con la aplicación de 120 y 100 kg P_2O_5 /ha, siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la dosis de 80 kg P_2O_5 /ha, con un rendimiento de 7 550 kg/ha Figura 02.

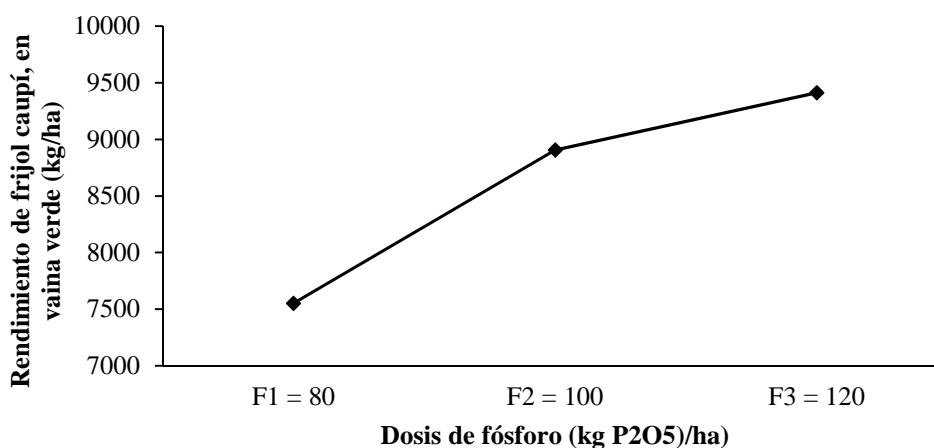


Figura 02.- Efecto de las dosis de fósforo sobre el rendimiento de frijol caupí (kg/ha)

Para el efecto de los tratamientos no se encontró significación estadística; sin embargo mediante la prueba de Duncan (Tabla 04) se detectó diferencias numéricas, obteniéndose el mayor rendimiento de 10 221 kg/ha, con la densidad de 250 000 plantas/ha, y la dosis de 120 kg P₂O₅/ha, y el más bajo rendimiento de 6 661 kg/ha, con la densidad de 166 667 plantas/ha, y la dosis de 80 kg P₂O₅/ha, tal como se aprecia en la figura 03.

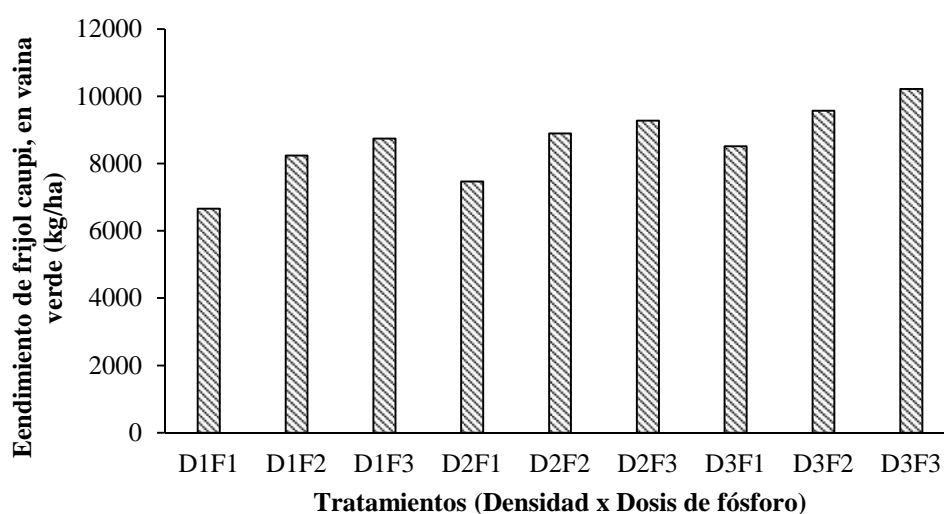


Figura 03.- Efecto de las interacciones sobre el rendimiento de frijol caupí en vaina verde (kg/ha)

Número de vainas por planta

En el análisis de varianza, para número de vainas por planta (Tabla 05), se observan diferencias altamente significativas para efecto de densidades de plantas y dosis de fósforo, más no para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 11,55 %.

Anexo 01- Tabla 02.

Tabla 05. Análisis de varianza para número de vainas por planta

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	3,510	1,170	0,52	N.S.
Densidades de plantas (D)	2	96,025	48,012	21,32	**
Dosis de fósforo (F)	2	83,090	41,545	18,45	**

Interacción D x F	4	3,606	0,901	0,40	N.S.
Error Experimental	24	54,039	2,252		
Total	35	240,270			

C.V. = 11,55 %

Tabla 06.- Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre número de vainas por planta.

Dosis de fósforo (kg/ha)	Densidades de plantas (plantas/ha.)			Efecto principal de dosis de fósforo
	D1=166 667	D2=200 000	D3=250 000	
80	12,66 b c	10,75 c d	9,35 d	10,92 b
100	15,30 a	14,19 a b	11,10 c d	13,53 a
120	16,47 a	15,00 a	12,10 b c	14,52 a
Efecto principal de densidades de plantas	14,81 A	13,31 B	12,00 C	

En la tabla 06, de la prueba de Duncan, para densidades de plantas, se observan diferencias significativas, donde la densidad de 166 667 plantas/ha., alcanzó el mayor promedio de 14,81 vainas por planta, superando a la densidad de 200 000 plantas/ha, con 13,31 vainas por planta y ésta a 250 000 plantas/ha., con 10,85 vainas por planta. Figura: 04

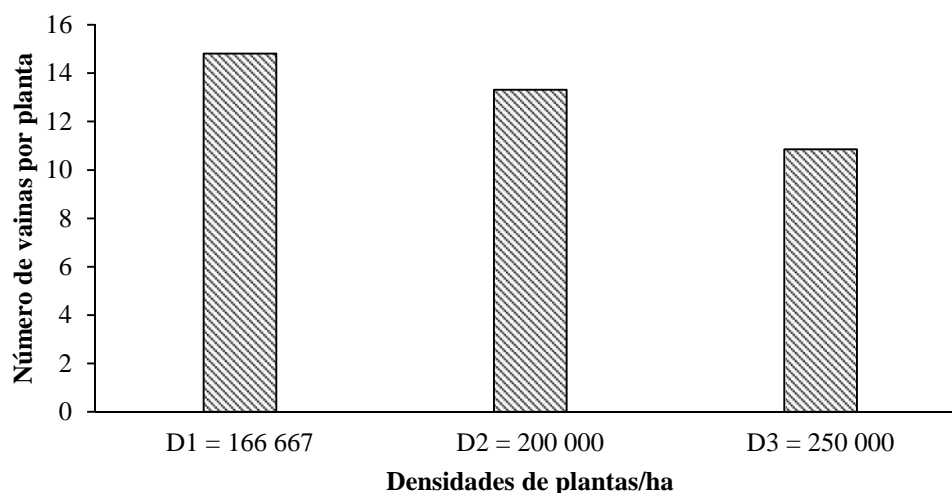


Figura 04.- Efecto de las densidades de plantas sobre el número de vainas por planta

En cuanto a las dosis de fósforo, los mayores promedios de 14,52 y 13,53 vainas por planta, se obtuvieron con 120 y 100 kg P₂O₅/ha, respectivamente, siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la dosis de 80 kg P₂O₅/ha, con un promedio de 10,92 vainas por planta. Figura 05.

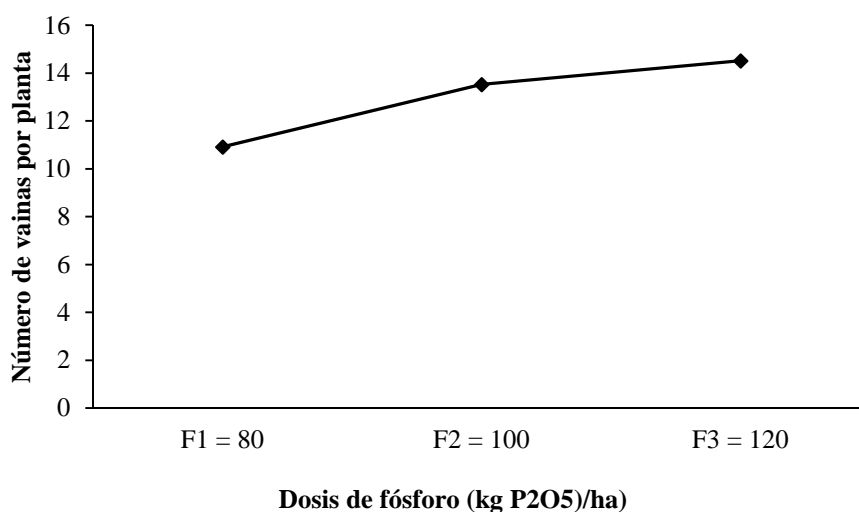


Figura 05.- Efecto de las dosis de fósforo sobre el número de vainas por planta

Para tratamientos, el análisis de varianza no detectó significación estadística; sin embargo en la Tabla 06 de la prueba de Duncan, los mayores promedios de 16,47 y 15,30 vainas por planta, se obtuvieron con la densidad de 166 667 plantas/ha, y las dosis de 120 y 100 kg P₂O₅/ha, así como con la densidad de 200 000 plantas/ha, y la dosis de 120 kg P₂O₅/ha, con un promedio de 15,00 vainas por planta, siendo estos tratamientos numéricamente superiores al resto de tratamientos, menos al de la misma densidad pero con 100 kg P₂O₅/ha. Figura 06.

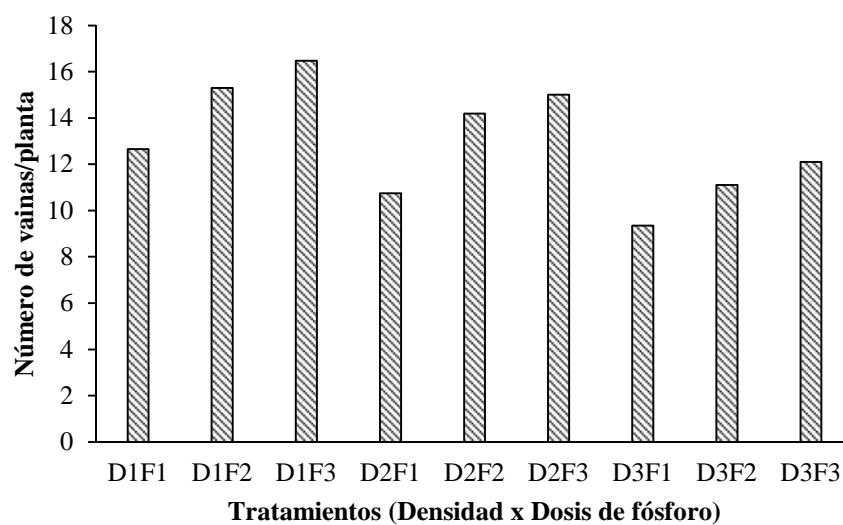


Figura 06.- Efecto de las interacciones sobre el número de vainas por planta

Longitud de vaina (cm.)

En el análisis de varianza, para longitud de vaina (Tabla 07), se observan diferencias altamente significativas para el efecto de densidades de plantas y dosis de fósforo, más no para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 7,36 %. *Anexo 01- Tabla 04.*

Tabla 07. Análisis de varianza para longitud de vaina verde (cm.)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	19,914	6,638	3,72	*
Densidades de plantas (D)	2	70,916	35,458	19,86	**
Dosis de fósforo (F)	2	52,460	26,230	14,69	**
Interacción D x F	4	6,682	1,671	0,94	N.S.
Error Experimental	24	42,855	1,786		

Total	35	192,826
-------	----	---------

C.V. = 7,36 %

Tabla 08.- Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre la longitud de vaina de frijol caupí (cm.)

Dosis de fósforo (kg/ha)	Densidades de plantas (plantas/ha.)			Efecto principal de dosis de fósforo
	D1=166 667	D2=200 000	D3=250 000	
80	17,70 c d e	16,29 e	15,60 e	16,53 b
100	20,27 a	18,60 b c d	16,68 d e	18,52 a
120	21,73 a	19,41 b c	17,12 d e	19,42 a
Efecto principal de densidades de plantas	19.90 A	18.10 A B	16.46 B	

En la Tabla 08, de la prueba de Duncan, la mayor longitud de vaina de 19,90 cm., se obtuvo con la densidad de 166 667 plantas/ha., superando estadísticamente a la densidad de 250 000 plantas/ha, que alcanzó un tamaño de vaina de 16,46 cm. Entre las densidades de 166 667 y 200 000 plantas/ha, no hubo significación estadística; de igual manera para las densidades de 200 000 y 250 000 plantas/ha. Figura 07.

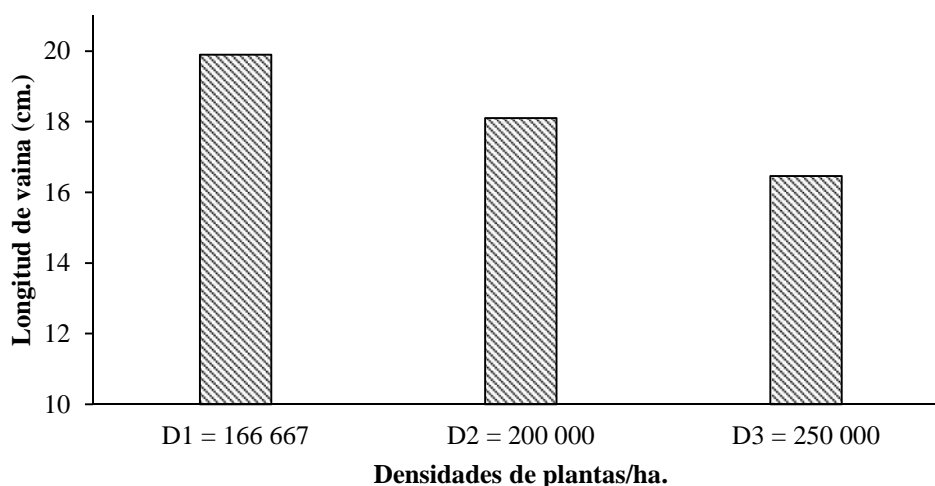


Figura 07.- Efecto de las densidades de plantas sobre la longitud de vaina (cm.)

Para dosis de fósforo, en la Tabla 08, se observan diferencias significativas, donde los mayores tamaños de vaina, de 19,42 y 18,52 cm., se lograron con las dosis de 120 y 100 kg P₂O₅/ha respectivamente, siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la dosis de 80 kg P₂O₅/ha, que alcanzó con una longitud de vaina de 16,53 cm. Figura 08.

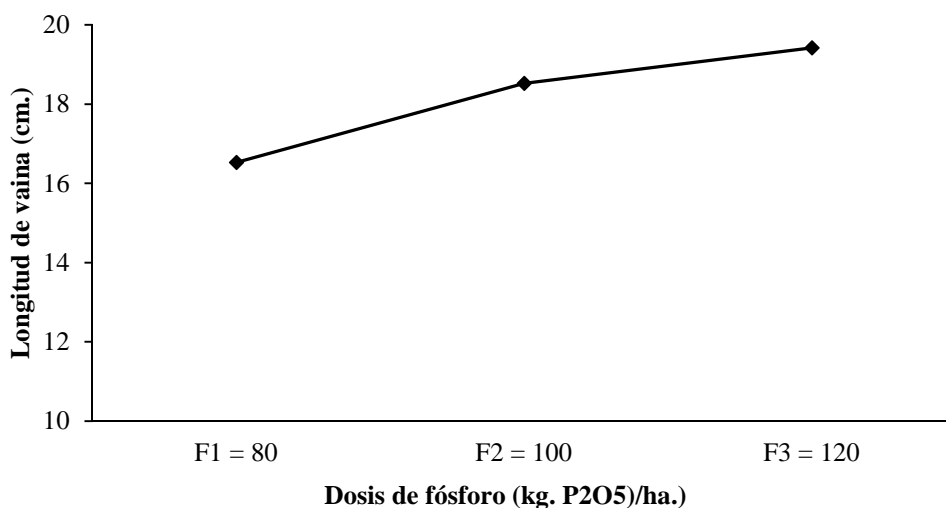


Figura 08.- Efecto de las dosis de fósforo sobre la longitud de vaina (cm.)

Para los tratamientos no hubo significación estadística; sin embargo en la Tabla 08, se observan diferencias numéricas, donde las mayores longitudes de vaina de 21,73 y 20,27 cm, se obtuvieron con la densidad de 166 667 plantas/ha, y las dosis de 120 y 100 kg P₂O₅/ha, respectivamente, superando al resto de tratamientos, en especial a los establecidos por las densidades de 200 000 y 250 000 plantas/ha, con la dosis de 80 kg P₂O₅/ha, con tamaños de vaina de 16,29 y 15,60 cm, respectivamente. Figura 09.

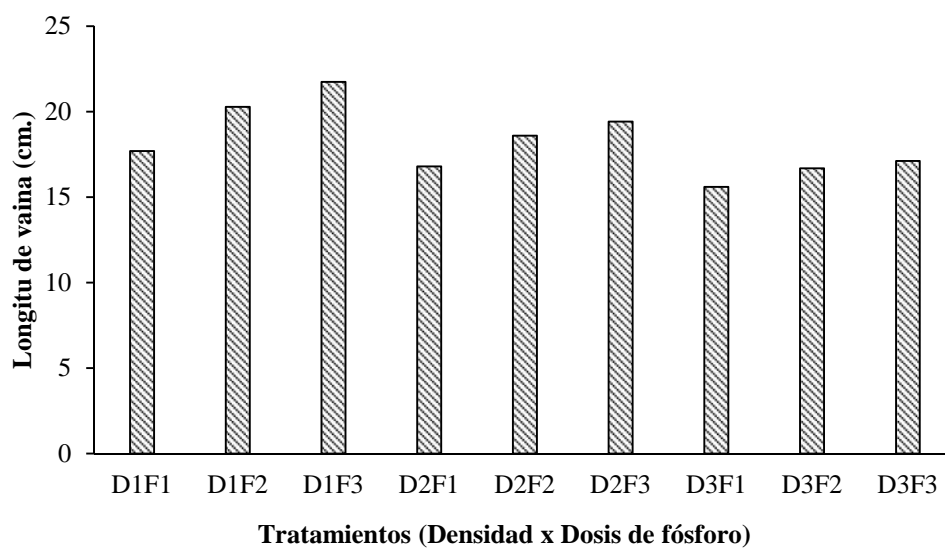


Figura 09.- Efecto de las interacciones sobre la longitud de vaina (cm.)

El análisis de varianza para número de vainas por planta (Tabla 09) muestra diferencias altamente significativas para densidades de plantas y dosis de fósforo, más no para la interacción de ambos factores, con un coeficiente de variabilidad de 7,04 %. *Anexo 01- Tabla 03.*

Tabla 09. Análisis de varianza para número de granos por vaina

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	15,121	5,040	4,52	N.S.
Densidades de plantas (D)	2	94,674	47,337	42,41	**

Dosis de fósforo (F)	2	40.605	20,303	18,19	**
Interacción D x F	4	1,560	0,390	0,35	N.S.
Error Experimental	24	26,787	1,116		
Total	35	178,747			

C.V. = 7,04 %

Tabla 10.- Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el número de granos por vaina

Dosis de fósforo (kg/ha)	Densidades de plantas (plantas/ha.)			Efecto principal de dosis de fósforo
	D1=166 667	D2=200 000	D3=250 000	
80	15,45 c	13,28 d e	11,83 e	13,52 b
100	17,37 a b	15,87 b c	13,52 d	15,59 a
120	18,10 a	16,00 b c	13,66 d	15,92 a
Efecto principal de densidades de plantas	16,97 A	15,05 B	13,00 C	

Para densidades de plantas, en la Tabla 10 de la prueba de Duncan, se observa diferencias significativas, siendo la densidad de 166 667 plantas/ha., la que alcanzó el mayor promedio de 16,97 granos por vaina, superando a la densidad de 200 000 plantas/ha, que obtuvo un promedio de 15,05 granos por vaina, y ésta fue superior a 250 000 plantas/ha, con 13,00 granos por vaina. Figura 10.

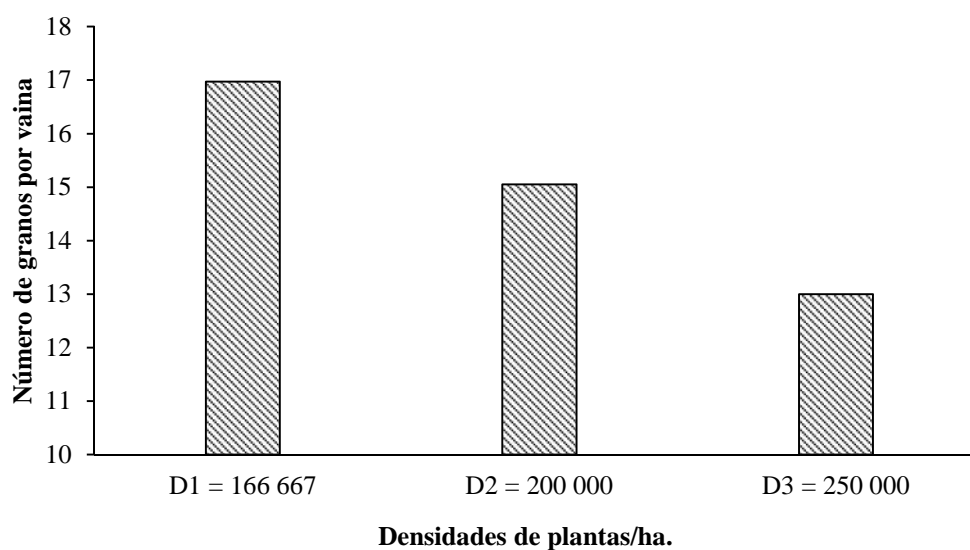


Figura 10. Efecto de las densidades de plantas sobre el número de granos por vaina.

Para dosis de fósforo, la prueba de Duncan, muestra diferencias significativas, con los mayores promedios de 15,59 y 15,92 granos por vaina, para las dosis de 100 y 120 kg P_2O_5 /ha, respectivamente, siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la dosis de 80 kg P_2O_5 /ha, que alcanzó un promedio de 13,52 granos por vaina. Figura 11.

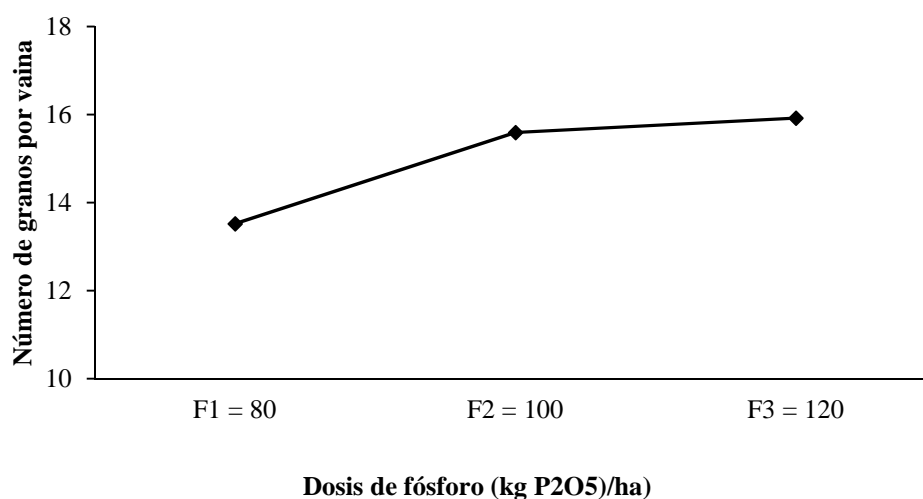


Figura 11.- Efecto de las dosis de fósforo sobre el número de granos por vaina.

En cuanto a los tratamientos, no hubo significación estadística; sin embargo en la Tabla 10, de la prueba de Duncan, se observan diferencias numéricas, donde el mayor promedio de 18,10 granos por vaina, se alcanzó con la densidad de 166 667 plantas/ha.,

y la dosis de 120 kg P₂O₅/ha, superando a todos los demás tratamientos, menos al de dicha densidad con la dosis de 100 kg P₂O₅/ha, con 17,37 granos por vaina. El promedio más bajo de 11,83 granos por vaina, se obtuvo con la densidad de 250 000 plantas/ha, y la dosis de 80 kg. P₂O₅/ha. Figura 12.

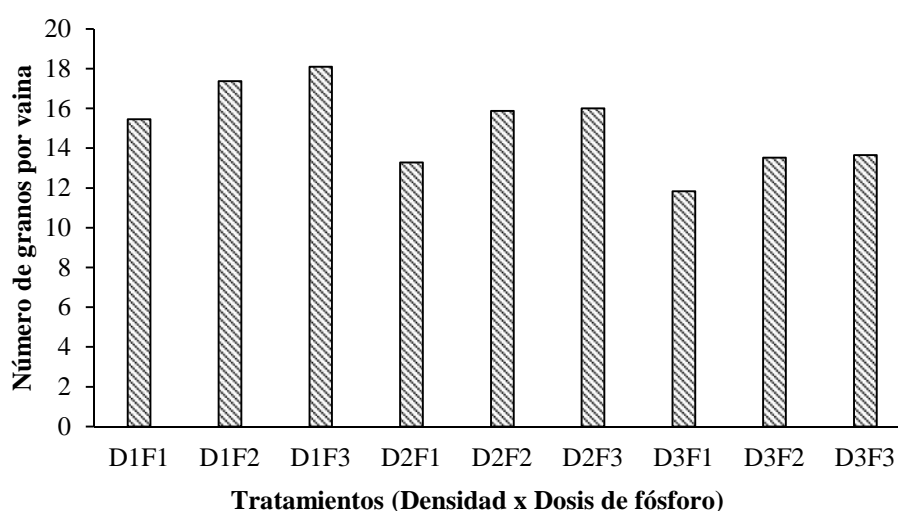


Figura 12.- Efecto de las interacciones sobre el número de granos por vaina

El análisis de varianza para altura de planta (Tabla 11), muestra diferencias altamente significativas para densidades de plantas y dosis de fósforo. No hubo significación estadística para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 5,15 %. Anexo 01-Tabla 07.

Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta (cm.)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	22,030	7,343	0,92	N.S.
Densidades de plantas (D)	2	661,599	330,799	41,65	**
Dosis de fósforo (F)	2	84,901	42,451	5,35	**
Interacción D x F	4	16,737	4,184	0,53	N.S.
Error Experimental	24	190,609	7,942		
Total	35	975,875			

C.V. = 5,15 %

Tabla 12.- Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre altura de planta (cm.)

Dosis de fósforo (kg/ha)	Densidades de plantas (plantas/ha.)			Efecto principal de dosis de fósforo
	D1=166 667	D2=200 000	D3=250 000	
80	47,79 c	50,70 b c	59,72 a	52,74 b
100	51,86 b c	52,15 b	60,64 a	54,88 a b
120	53,01 b	54,74 b	61,71 a	56,48 a
Efecto principal de densidades de plantas	50,89 B	52,53 B	60,69 A	

En la Tabla 12, de la prueba de Duncan, comparando las densidades de plantas, se observan diferencias significativas, correspondiendo la mayor altura de planta de 60,69 cm, a la densidad de 250 000 plantas/ha., superando a 200 000 y 166 667 plantas/ha, cuyas alturas de planta fueron de 52,53 y 50,89 cm, no existiendo significación estadística entre estas. Figura 13.

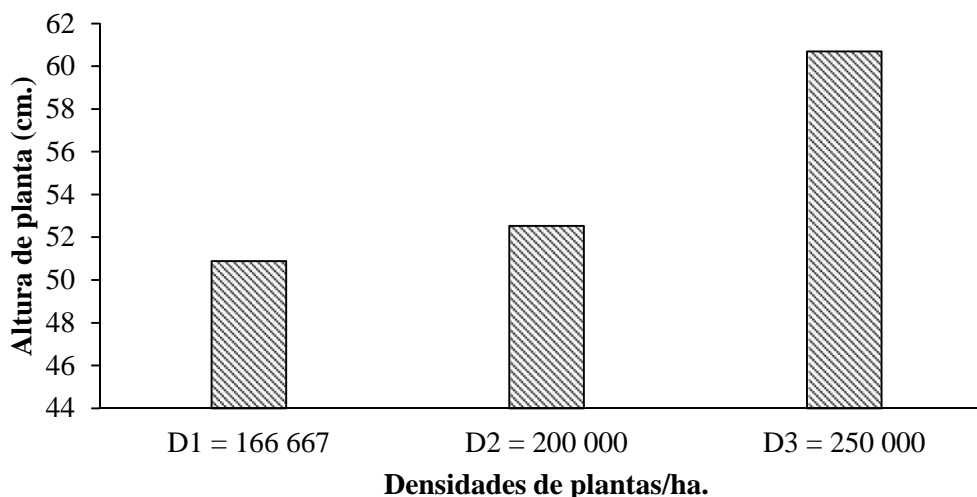


Figura 13.- Efecto de las densidades de plantas sobre altura de planta (cm.)

Para dosis de fósforo, se encontró diferencias significativas, reportándose la mayor altura de planta de 56,48 cm, con la dosis de 120 kg P₂O₅/ha, superando solo a la dosis de 80 kg P₂O₅/ha, con 52,74 cm. Entre las dosis de 100 y 120 kg P₂O₅/ha, no hubo

significación estadística con 54,88 y 56,48 cm., así como entre 80 y 100 kg P₂O₅/ha, con 52,74 y 54,88 cm. Figura 14.

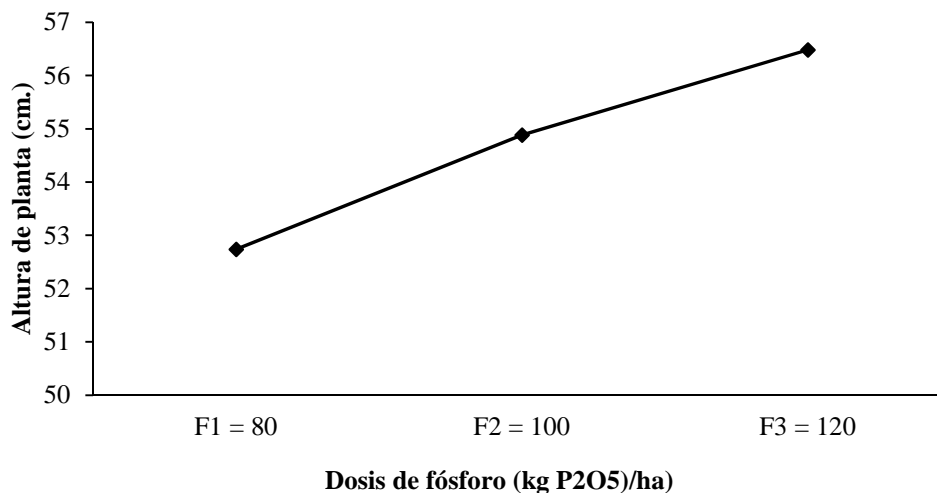


Figura 14.- Efecto de las dosis de fósforo sobre altura de planta (cm.)

Para tratamientos, no hubo significación estadística; pero si diferencias numéricas, donde las mayores alturas de planta de 61,71; 60,64 y 59,72 cm, se obtuvieron con los tratamientos de la densidad de 250 000 plantas/ha., con 80, 100 y 120 kg. P₂O₅/ha, respectivamente, superando a los demás tratamientos, cuyas alturas de planta disminuyeron a menor densidad de plantas, independientemente de la dosis de fósforo. Figura 15.

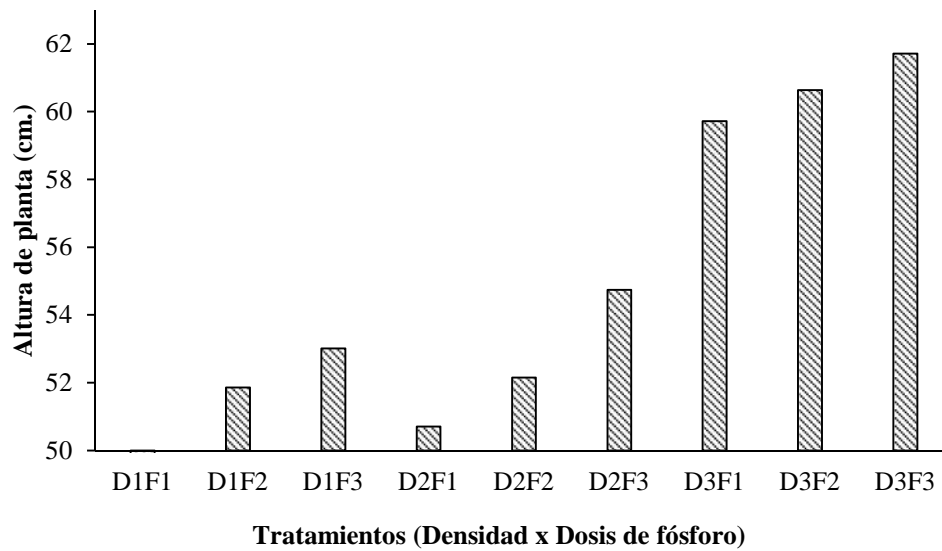


Figura 15- Efecto de las interacciones sobre la altura de planta (cm.)

El análisis de varianza para porcentaje de grano (Tabla 13), muestra diferencias altamente significativas para densidades de plantas y dosis de fósforo. No hubo significación estadística para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 5,14 %. *Anexo 01- Tabla 05.*

Tabla 13. Análisis de varianza para porcentaje de grano

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	42,648	14,216	1,37	N.S.
Densidades de plantas (D)	2	429,068	214,534	20,67	**
Dosis de fósforo (F)	2	221,530	110,765	10,67	**
Interacción D x F	4	2,219	0,555	0,05	N.S.
Error Experimental	24	249,049	10,377		
Total	35	944,515			

C.V. = 5,14 %

Tabla 14.- Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el porcentaje de grano

Dosis de fósforo (kg/ha)	Densidades de plantas (plantas/ha.)			Efecto principal de dosis de fósforo
	D1=166 667	D2=200 000	D3=250 000	
80	63,10 b c d	60,70 c d	54,33 e	59,37 b
100	66,54 a b	64,39 a b c	59,08 d	63,34 a
120	68,75 a	66,79 a b	60,50 c d	65,35 a
Efecto principal de densidades de plantas	66,13 A	63,96 A	57,97 B	

En la Tabla 14, de la prueba de Duncan, para densidades de plantas, se observan diferencias significativas, alcanzándose los mayores porcentajes de grano de 66,13 y 63,96 %, con las densidades de 166 667 y 200 000 plantas/ha., siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la densidad de 250 000 plantas/ha, con 57,97 % de grano. Figura 16.

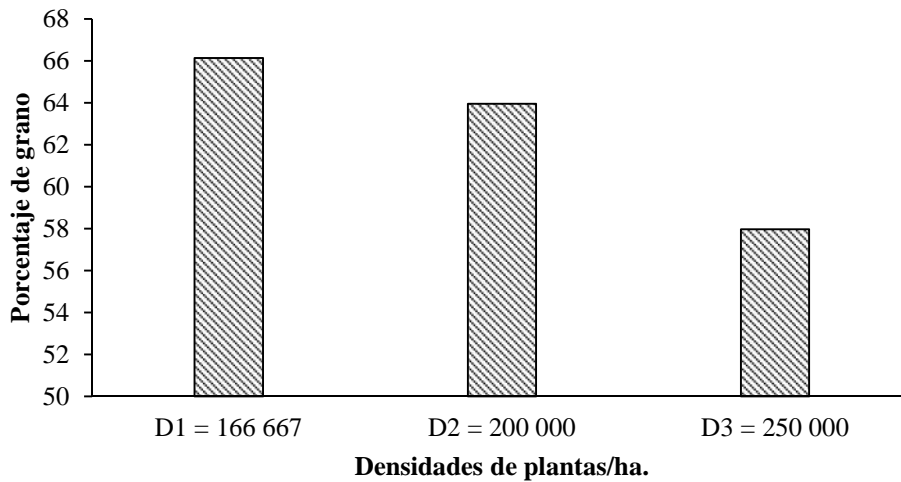


Figura 16.- Efecto de las densidades de plantas sobre el porcentaje de grano

En cuanto a las dosis de fósforo, se encontró diferencias significativas (Tabla 14), alcanzándose los mayores porcentajes de grano de 63,34 y 65,35%, con las dosis de 100 y 120 kg P₂O₅/ha, siendo estadísticamente iguales, pero superiores a la dosis de 80 kg P₂O₅/ha, con 59,37 % de grano. Figura 17.

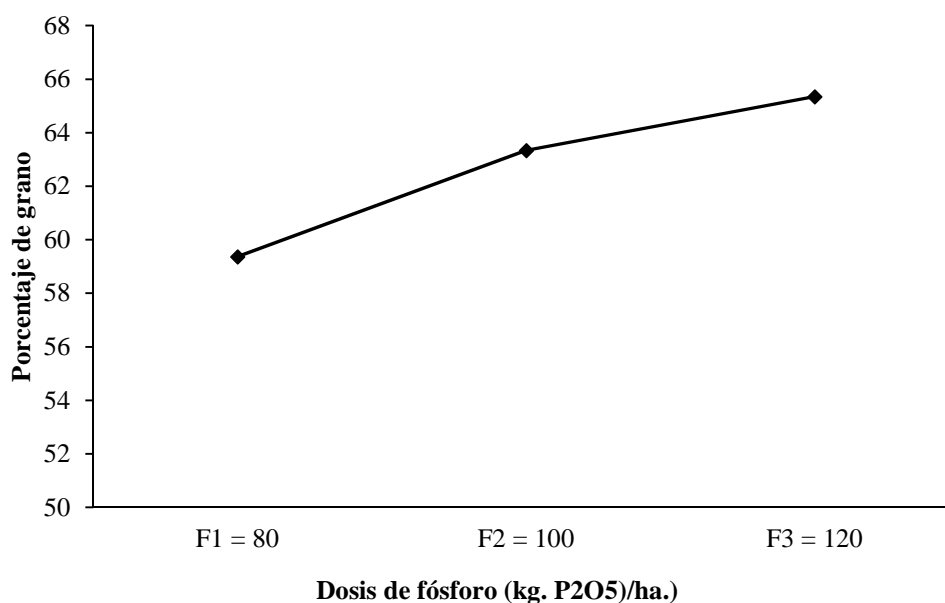


Figura 17.- Efecto de las dosis de fósforo sobre el porcentaje de grano

En cuanto a los tratamientos, no hubo significación estadística; pero numéricamente el mayor porcentaje de 68,75 %, se alcanzó con la densidad de 166 667 plantas/ha, y la dosis de 120 kg P₂O₅/ha, superando a todos los demás tratamientos, menos a los establecidos por las densidades de 166 667 y 200 000 plantas/ha, con 100 y 120 kg P₂O₅/ha, respectivamente. El más bajo porcentaje de grano de 54,33 %, se obtuvo con la densidad de 250 000 plantas/ha, y la dosis de 80 kg P₂O₅/ha. Figura 18.

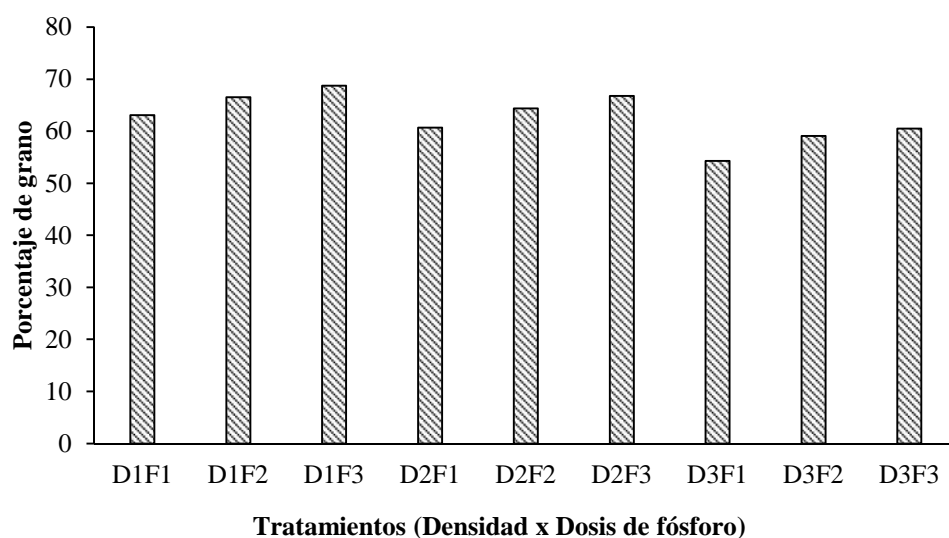


Figura 18.- Efecto de las interacciones sobre el porcentaje de grano

Según el análisis de varianza para índice de cosecha (Tabla 15), se observan diferencias altamente significativas para densidades de plantas y dosis de fósforo. No hubo significación estadística para la interacción, con un coeficiente de variabilidad de 6,81 %. *Anexo 01- Tabla 06.*

Tabla 15. Análisis de varianza para índice de cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloques	3	0,711	0,237	0,06	N.S.
Densidades de plantas (D)	2	152,966	76,483	19,21	**
Dosis de fósforo (F)	2	66,368	33,184	8,33	**
Interacción D x F	4	2,935	0,734	0,18	N.S.
Error Experimental	24	95,551	3,981		
Total	35	318,530			

C.V. = 6,81 %

Tabla 16.- Prueba de Duncan 0.05, para el efecto de densidades de plantas, dosis de fósforo e interacción de densidades por dosis de fósforo, sobre el índice de cosecha.

Dosis de fósforo (kg/ha)	Densidades de plantas (plantas/ha.)			Efecto principal de dosis de fósforo
	D1=166 667	D2=200 000	D3=250 000	
80	29,61 b c	27,97 c d	25,36 d	27,65 b
100	31,55 a b	29,66 b c	26,69 c d	29,30 a
120	33,61 a	31,57 a b	27,74 c d	30,97 a
Efecto principal de densidades de plantas	31,59 A	29,73 B	26,59 C	

En la Tabla 16, de la prueba de Duncan, para densidades de plantas, se observa diferencias significativas, siendo la densidad de 166 667 plantas/ha., la que alcanzó el mayor índice de cosecha de 31,59 %, superando a la densidad de 200 000 plantas/ha, con 29,73 %, de índice de cosecha y ésta, superior a la densidad de 250 000 plantas/ha., con un índice de cosecha de 26,59 %. Figura 19.

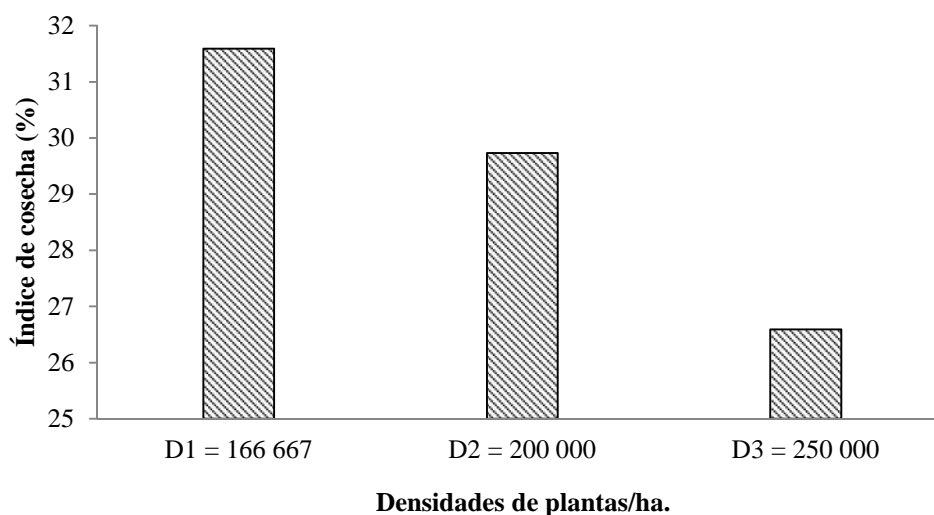


Figura 19.- Efecto de las densidades de plantas sobre el índice de cosecha (%)

En cuanto a las dosis de fósforo, en la Tabla 16, se observan diferencias significativas, alcanzándose con las dosis de 100 y 120 kg P₂O₅/ha, los mayores índices de cosecha

de 29,30 % y 30,97 %, respectivamente, y superiores a la dosis de 80 kg P₂O₅/ha, con la cual se tuvo un índice de cosecha de 27,65 %. Figura 19.

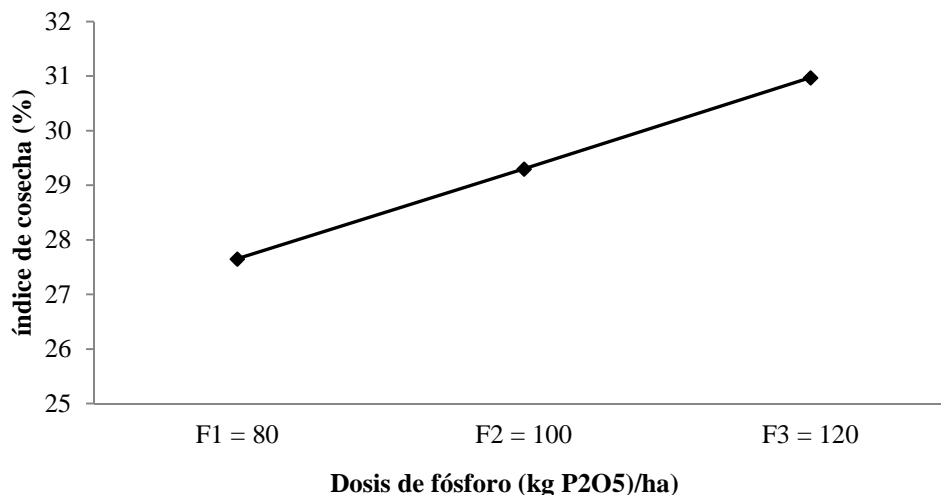


Figura 19.- Efecto de las dosis de fósforo sobre el índice de cosecha

Para los tratamientos no hubo significación estadística; sin embargo el mayor índice de cosecha de 33,61 %, se obtuvo con la densidad de 166 667 plantas/ha., y la dosis de 120 kg P₂O₅/ha, superando a la mayoría de los tratamientos, menos a los establecidos por las densidades de 200 000 plantas/ha, con 120 kg. P₂O₅/ha, y 166 667 plantas/ha., con 100 kg P₂O₅/ha. El más bajo índice de cosecha de 25,36 %, se obtuvo con 250 000 plantas/ha y la dosis de 80 kg P₂O₅/ha. Figura 20.

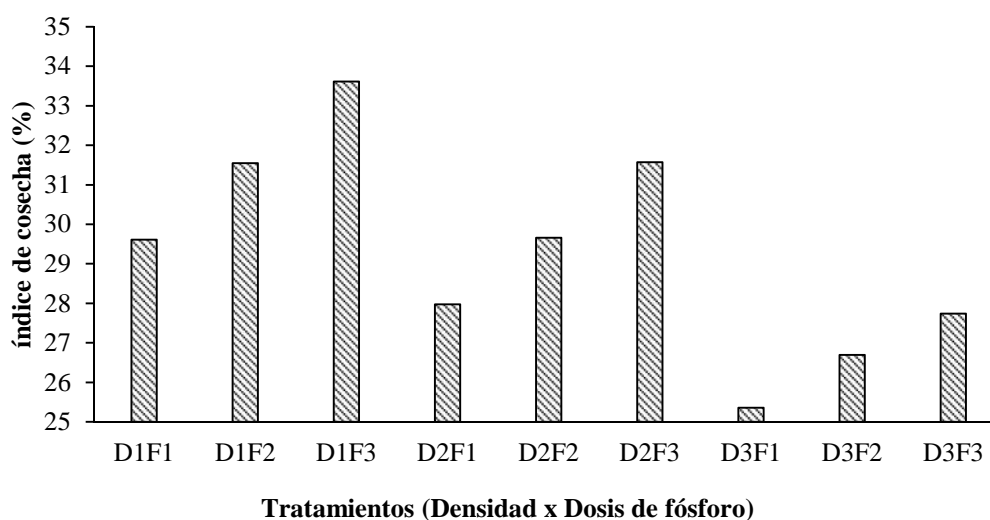


Figura 20.- Efecto de las interacciones sobre el índice de cosecha (%)

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos se incrementaron a medida que se emplearon mayores densidades de plantas, debido al mayor número de plantas por hectárea, por lo que es muy importante disponer de un adecuado espaciamiento para la obtención de una cobertura vegetal adecuada, que permita un mejor aprovechamiento de los factores agua, luz, espacio y nutrientes, mostrando una respuesta inversa con respecto a los componentes de producción (número de vainas por planta, número de granos por vaina, longitud de vaina, porcentaje de grano) cuyos valores promedios disminuyeron a mayor densidad de plantas por hectárea, debido a la competencia entre plantas por los factores antes indicados, influyendo en el crecimiento y ramificación de la planta, que es donde precisamente se ubica la mayor cantidad de órganos reproductivos y desarrollo de vainas, mayor número de vainas por planta y peso de vaina, concordando con lo reportado por Ventura (1991), Ferraris, Gonzáles y Couretot (2003). Es por ello, que para una densidad óptima de plantas es importante tener en cuenta las características morfológicas de la planta, la cual debe disponer de las condiciones ambientales adecuadas, para poderse desarrollar sin limitación alguna y expresar su verdadera capacidad genética.

cuanto al fósforo, el cultivo mostró una respuesta lineal a la aplicación de dosis crecientes de dicho elemento, incrementándose los rendimientos conforme se aumentaron las dosis de fósforo, siendo mayor este incremento de 1 355 kg/ha, al pasar de la dosis de 80 a 100 kgP₂O₅/ha, disminuyendo a 509 kg/ha al pasar de la dosis de 100 a 120 kg P₂O₅/ha lo cual indica que el cultivo de frijol caupí, responde positivamente a las aplicaciones de fósforo, pero hasta un cierto límite, por encima del cual los rendimientos decrecen, como consecuencia de un efecto fitotóxico, afectando los procesos fisiológicos de la planta, especialmente la fotosíntesis donde el fósforo actúa de manera directa o indirecta en la formación de algunos compuestos orgánicos útiles para el metabolismo de la planta.

De igual modo para los componentes de producción, el fósforo mostró un efecto lineal, incrementándose sus valores promedios, conforme se aumentaron las dosis de este elemento, debido a su participación directa en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo de frijol, por lo que una deficiencia o aplicación de dosis bajas, se manifiesta en una reducción de los órganos reproductivos de la planta afectando significativamente los rendimientos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Estadísticamente la densidad de plantas más adecuada para el rendimiento de frijol caupí, en vaina verde, resultó 250 000 plantas/ha., con la cual se obtuvo el mayor rendimiento de 9 438 kg/ha.

Respecto a las dosis de fósforo, estadísticamente no hubo significancia estadística entre las dosis de 100 y 120 kg P₂O₅/ha., siendo indiferente su utilización; sin embargo si hubo significación estadística con la dosis de 80 kg P₂O₅/ha.

Para el caso de los tratamientos, los mejores rendimientos se obtuvieron con las dosis de 100 y 120 kg.P₂O₅/ha., con las densidades de 200 000 y 250 000 plantas/ha., que fueron estadísticamente significativas.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, se espera que los agricultores de la zona en estudio, puedan disponer de dicha información, para la mejora de los rendimientos del frijol caupí.

Para el cultivo de frijol caupí en vaina verde, emplear la densidad de siembra de 250 000 plantas/ha.

Para el cultivo de frijol caupí en vaina verde, utilizar indistintamente la dosis de 100 ó 120 kg.P₂O₅/ha.

Repetir el presente trabajo de investigación en otras zonas productoras de este cultivo a fin de validar los resultados obtenidos en el presente estudio.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante en mi formación profesional. A mi madre Martha, porque siempre creyó en mí, al amor de mi vida Jowar, por su apoyo que fue fundamental para poder cumplir mi objetivo. A mi amiga Marry, por que admiro su fortaleza y sus buenos deseos que siempre tuvo hacia mí.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en cada momento.

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer de manera especial a Dios a mi madre y al Ingeniero M. Sc. César Augusto Puicón Añezco, por su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, en el desarrollo de esta tesis, y en mi formación académica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albán, R. (2012). *Manual del cultivo de frijol caupí*. Dirección Regional Agraria. Piura. 28 p.
- Asociación Regional de Exportadores. (2014). *Perfil Comercial. Frijol Castilla*. Sierra Exportadora. Lambayeque. Perú. 33 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1985. *Investigación y Producción en frijol*. En: Curso de Capacitación en Frijol. Colombia. 419 p.
- Ferraris, G. González, N. Couretot, L. (2003). *Densidad de siembra y espaciamientos en Soja*. Proyecto Regional Agrícola. Buenos Aires. Argentina. 6 p.
- Fueyo, M. González, A. Ferreira, J. (1998). *Influencia de la densidad y del espaciamiento entre plantas en el rendimiento de grano del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. Departamento de Horticultura. España. 12 p.
- Gómez, L. Vadez, V., Hernández, G., Sánchez, T., Toscano, V., Sánchez, M. (2002). *Evaluación de la tolerancia al estrés de Fósforo en Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en Cuba*. Agronomía Meso Americana. Pp. 59-65.
- Guerra, M. (1997). *Efecto de nueve poblaciones de siembra en el cultivo de frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) variedad CB-088, en el Valle de Tumbes*. Tesis. U.N.T. 98 p.
- Horst, M. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academia Press. London. 156 p.
- Kay, E. (1983). *Leguminosas de grano*. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza. España.
- López, C. J.R. (2013). *Densidad de Siembra*. Revista El Cafetal. Guatemala. Centro América. Asociación Nacional del Café.
- Mayz, F. (2007). *Variaciones de la efectividad de cepas rizobianas de frijol*. Universidad del Oriente. Laboratorio de Rizobiología. Venezuela. Pp.580-582.
- Montalvo, S. Avalos, Q. y Camarena, M. (1982). *El cultivo de Soya*. U.N.A. La Molina. Lima. 100 p.
- Núñez, CH. G. 1984. Frijol, Suelos y Fertilización. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Boletín Técnico. Lima. Perú. 19 p.

- Puicón, C. (1995). *Estudio de distanciamientos de siembra y dosis de nitrógeno en el cultivo de frijol Castilla (Vigna unguiculata L. Walp), en el valle del Chira*. Trabajo de Investigación. 25 p.
- Ramírez, G. F. 1984. Efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). San José. Costa Rica. Pp. 69-73.
- Ribet, J., Drevon, J. (1995). *Increase in permeability to oxygen and oxygen uptake of soybean nodule under limiting phosphorus nutrition*. Physiol. Plant. Pp. 298-304.
- Sandoval, B. (1992). *Frijol Caupí, var. Vaina Blanca. Selección y características de la variedad*. Boletín Técnico. Estación Experimental de Vista Florida. Lambayeque. Perú. 6 p.
- Talledo, M. (2003). *Efecto del distanciamiento de siembra entre golpes y número de plantas por golpe sobre el rendimiento de frijol Caupí (Vigna unguiculata L. Walp), en el Valle del Medio Piura*. Tesis. UNP. 138 p.
- Vega, C. y Andrade, F. (2000). *Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras en soja*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Mayor de Mar del Plata. Buenos Aires. Argentina. Pp. 97-100.
- Ventura, P. (1991). *Factores limitantes de la producción del frijol Caupí*. En: Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Buenos Aires. INTA. Vol. 2. 18 p.
- Valdiviezo, E. (1989). *Efecto de cuatro niveles de nitrógeno y dos densidades de siembra sobre el rendimiento de frijol Castilla (Vigna unguiculata L. Walp) en el valle del Medio Piura*. Tesis. U.N.P. Piura. Perú. 110 p.
- Valdiviezo, A. (2009). *Evaluación del comportamiento agronómico del frijol caupí (Vigna unguiculata L. Walp.) a diferentes densidades y dosis de nitrógeno en el valle del Medio Piura*. Tesis. U.N.P. Piura. 105 p.
- Valentinuz, O. R. 1996. *Crecimiento y rendimiento comparados de girasol, maíz y soya ante cambios en la densidad de plantas*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Mayor de Mar del Plata. Buenos Aires. Argentina. 45 pp.
- Vera, J. y Gómez, R. (1998). *Efecto del nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento y sus componentes asociados en el frijol caupí (Vigna unguiculata, L. Walp.)*. 43 p.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Datos obtenidos en campo para el ANVA y prueba de Duncan

Tabla 01. Rendimiento de frijol caupí, en vaina verde (kg./10,80m²)

Bloques	D1			D2			D3			Total bloques
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
I	7,300	8,583	8,500	5,000	8,340	9,100	8,480	8,400	10,200	73,903
II	6,170	8,752	8,840	7,470	7,940	8,600	8,160	9,790	9,310	75,032
III	4,152	6,670	8,560	8,350	8,890	7,980	7,570	9,600	10,800	72,572
IV	7,956	7,643	7,680	7,871	9,000	9,934	8,500	8,980	8,940	76,504
DF	25,578	31,648	33,580	28,691	34,170	35,614	32,710	36,770	39,250	298,011
X	6,395	7,912	8,395	7,173	8,543	8,904	8,178	9,193	9,813	8,278
D	D1 = 90,806			D2 = 98,475			D3 = 108,730			
	X1 = 7,567			X2 = 8,206			X3 = 9,061			
F	F1 = 86,979			F2 = 98,475			F3 = 108,730			
	X1 = 7,248			X2 = 8,549			X3 = 9,037			

Tabla 02. Número de vainas por planta

Bloques	D1			D2			D3			Total bloques
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
I	12,85	13,52	17,98	10,00	14,68	14,87	9,57	12,35	10,53	116,35
II	14,36	15,95	15,84	11,36	11,24	15,60	10,49	10,84	12,00	117,68
III	10,45	17,36	14,47	9,47	13,96	14,54	9,00	9,75	13,87	112,87
IV	12,98	14,36	17,59	12,15	16,87	14,98	8,34	11,45	11,98	120,70
DF	50,64	61,19	65,88	42,98	56,75	59,99	37,40	44,39	48,38	467,60
X	12,66	15,30	16,47	10,75	14,19	15,00	9,35	11,10	12,10	12,99
D	D1 = 177,71			D2 = 159,72			D3 = 130,17			
	X1 = 14,81			X2 = 13,31			X3 = 10,85			
F	F1 = 131,02			F2 = 162,33			F3 = 174,25			
	X1 = 10,92			X2 = 13,53			X3 = 14,52			

Tabla 03. Número de granos por vaina

Bloques	D1			D2			D3			Total bloques
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
I	15,00	17,35	19,30	13,89	18,00	15,50	11,98	13,80	14,23	139,05
II	16,00	16,38	18,65	12,54	15,36	18,00	13,36	14,30	13,40	137,99
III	15,25	18,89	18,65	14,67	16,87	16,20	10,74	12,98	14,00	138,25
IV	15,56	16,85	15,80	12,00	13,24	14,31	11,23	13,00	13,00	124,99
DF	61,81	69,47	72,40	53,10	63,47	64,01	47,31	54,08	54,63	540,28
X	15,45	17,37	18,10	13,28	15,87	16,00	11,83	13,52	13,66	
D	D1 = 203,68			D2 = 180,58			D3 = 156,02			
	X1 = 16,97			X2 = 15,05			X3 = 13,00			
F	F1 = 162,22			F2 = 187,02			F3 = 191,04			
	X1 = 13,52			X2 = 15,59			X3 = 15,92			

Tabla 04. Longitud de vaina (cm.)

Bloques	D1			D2			D3			Total bloques
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
I	17,16	20,40	23,60	17,58	22,13	18,18	15,40	17,00	17,39	168,84
II	18,75	19,60	22,50	15,60	17,38	22,38	16,80	17,75	17,00	167,76
III	16,70	21,47	21,75	16,70	18,90	19,92	14,90	16,86	17,70	164,90
IV	18,20	19,60	19,07	15,28	16,00	17,16	15,28	15,10	16,38	152,07
DF	70,81	81,07	86,92	65,16	74,41	77,64	62,38	66,71	68,47	653,57
X	17,70	20,27	21,73	16,29	18,60	19,41	15,60	16,68	17,12	18,15
D	D1 = 238,80			D2 = 217,21			D3 = 197,56			
	X1 = 19,90			X2 = 18,10			X3 = 16,46			
F	F1 = 198,35			F2 = 222,19			F3 = 233,03			
	X1 = 16,53			X2 = 18,52			X3 = 19,42			

Tabla 05. Porcentaje de grano

Bloques	D1			D2			D3			Total bloques
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
I	67,16	68,71	67,61	58,98	66,54	67,65	50,47	52,63	56,95	556,70
II	60,00	64,18	68,96	60,23	64,29	65,22	60,14	60,65	56,95	560,62
III	58,79	65,20	68,73	62,57	63,87	67,67	51,45	60,14	59,96	558,38
IV	66,45	68,08	69,70	61,00	62,85	66,62	55,25	62,89	68,12	580,96
DF	252,40	266,17	275,00	242,78	257,55	267,16	217,31	236,31	241,98	2256,66
X	63,10	66,54	68,75	60,70	64,39	66,79	54,33	59,08	60,50	62,69
D	D1 = 793,57			D2 = 767,49			D3 = 695,60			
	X1 = 66,13			X2 = 63,96			X3 = 57,97			
F	F1 = 712,49			F2 = 760,03			F3 = 784,14			
	X1 = 59,37			X2 = 63,34			X3 = 65,35			

Tabla 06. Índice de cosecha (%)

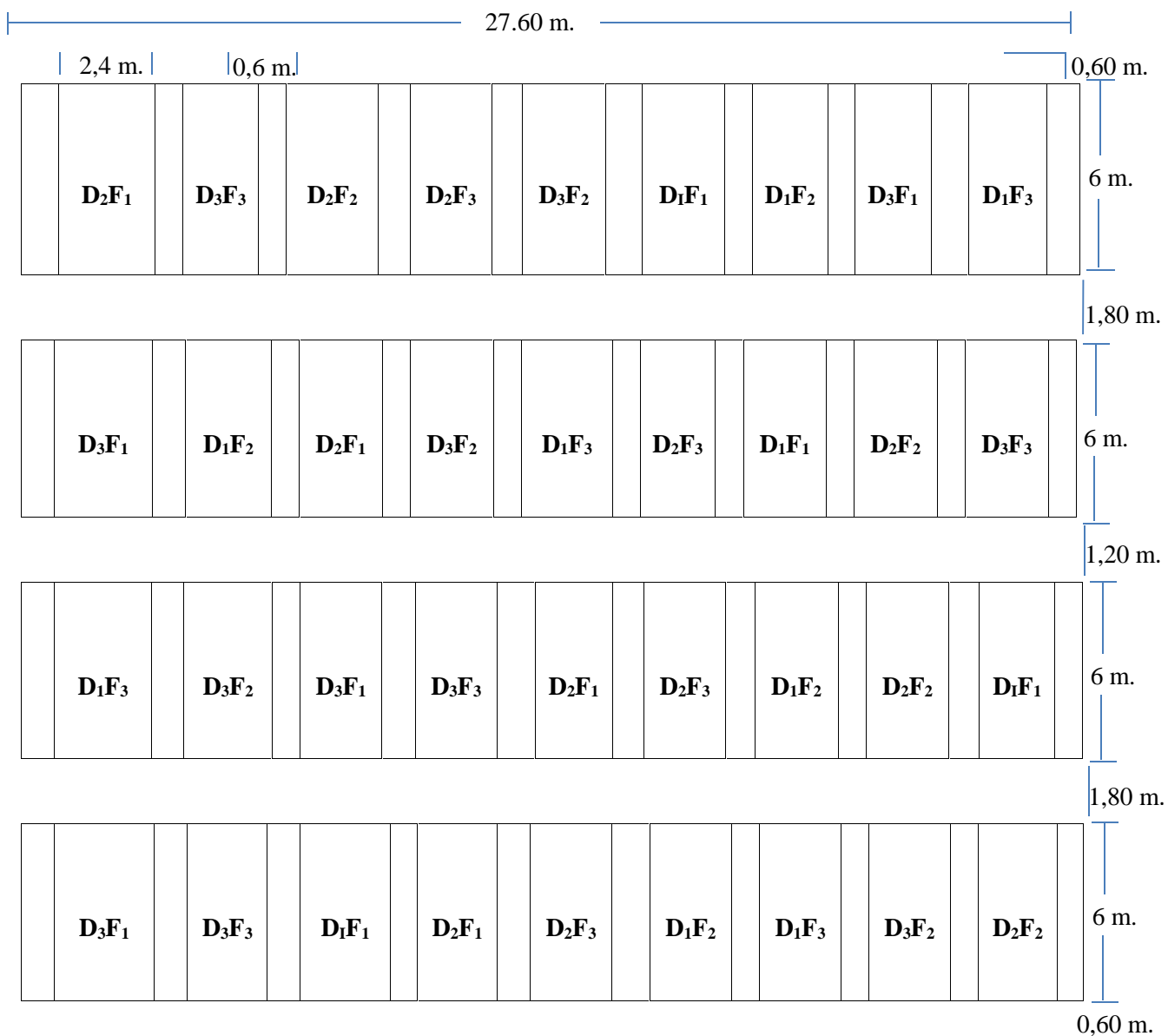
Bloques	D1			D2			D3			Total bloques
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
I	31,25	32,80	32,00	28,94	32,65	29,52	24,76	25,91	27,78	265,61
II	29,15	31,65	34,10	28,40	29,56	30,24	25,37	27,14	27,19	262,8
III	25,34	33,75	36,20	27,33	28,63	32,63	24,45	26,85	29,00	264,18
IV	32,69	28,00	32,12	27,22	27,79	33,90	26,85	26,84	26,98	262,39
DF	118,43	126,20	134,42	111,89	118,63	126,29	101,43	106,74	110,95	1054,98
X	29,61	31,55	33,61	27,97	29,66	31,57	25,36	26,69	27,74	29,31
D	D1 = 379,05			D2 = 356,81			D3 = 319,12			
	X1 = 31,59			X2 = 29,73			X3 = 26,59			
F	F1 = 331,75			F2 = 351,57			F3 = 371,66			
	X1 = 27,65			X2 = 29,30			X3 = 30,97			

Tabla 07. Altura de planta (cm.)

Bloques	D1			D2			D3			Total bloques
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
I	41,87	51,34	53,30	52,38	50,90	55,18	57,80	60,15	58,56	481,48
II	53,80	54,35	54,60	51,30	51,24	52,75	58,83	63,75	60,32	500,94
III	49,87	50,30	51,34	50,80	50,50	58,42	61,76	58,16	60,84	491,99
IV	45,60	51,45	52,80	48,32	55,97	52,60	60,50	60,50	67,10	494,84
DF	191,14	207,44	212,04	202,80	208,61	218,95	238,89	242,56	246,82	1969,25
X	47,79	51,86	53,01	50,70	52,15	54,74	59,72	60,64	61,71	54,70
D	D1 = 610,62 X1 = 50,89			D2 = 630,3,6 X2 = 52,53			D3 = 728,27 X3 = 60,69			
F	F1 = 632,83 X1 = 52,74			F2 = 658,61 X2 = 54,88			F3 = 677,81 X3 = 56,48			

ANEXO N° 02: Diseño del Campo Experimental

Figura 01. Croquis del Campo Experimental



ANEXO N° 03: Evidencias fotográficas de labores agronómicas en campo



figura 01: Preparación de suelos labor de bordeadura



Figura 02: Siembra del frijol caupì



Figura 03: Fertilización: aplicación de dosis de fósforo



Figura 04: Control fitosanitario



Figura 05: control de malezas



Figura 06: Evaluación de indicadores en campo