

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EVALUACIÓN DE NUEVE DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
RENDIMIENTO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)Var.
'Chaucha' EN TINGO MARÍA”**

TESIS

Para optar al título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

BERNARDINO SANTOS MANDUJANO YARANGO

PROMOCIÓN 2000 - I

“Unasinos hacia el desarrollo de un nuevo ecomilenio”

TINGO MARÍA - PERÚ

2008

F01

M22

Mandujano Yarango, Bernardino S.

Evaluación de nueve Densidades de Siembra en el Rendimiento del Frijol
(*Phaseolus vulgaris* L.) Var. "Chaucha" en Tingo María. Tingo María, 2008

55 h.; 19 cuadros; 5 fgrs.; 23ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva,
Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

PHASEOLUS VULGARIS L. / CULTIVO / COSTO - PRODUCCIÓN /

FRIJOL CHAUCHA / RENTABILIDAD / DENSIDAD - SIEMBRA /

TINGO MARÍA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE

JOSÉ e ISIDORA MIS

PADRES QUE ME DIERON

LA VIDA.

A LIDIA y YULIANA MI

ESPOSA E HIJA CON

CARIÑO Y AMOR.

A MIS HERMANOS:

ROLANDO, CARMEN,

RAUL, ANA, JUANA,

MIRIAM, DEMETRIO y MIGUEL.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a los docentes de la Facultad de Agronomía por todos los conocimientos impartidos.

Al Ing. M.Sc. David Guarda Sotelo, asesor del presente trabajo, por su acertada orientación y sugerencias.

Al Ing. Jaime Chávez Matías, por su orientación y apoyo en la redacción del informe final.

A la Ing. Lidia Chamorro Bernuy, por su colaboración en el trabajo de campo.

A Miguel Angel Mandujano Yarango, por su apoyo y sugerencias en el trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Pág
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1 Cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	10
2.2 Trabajos realizados	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Ubicación del experimento	23
3.2 Registros meteorológicos.....	23
3.3 Análisis de suelo.....	24
3.4 Materiales e insumos.....	25
3.5 Componentes en estudio.....	25
3.6 Tratamientos en estudio.	26
3.7 Diseño experimental.....	26
3.8 Descripción de la unidad experimental.....	27
3.9 Ejecución del experimento.....	28
3.10 Observaciones registradas	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1 Rendimiento de grano seco.....	33
4.2 Altura de planta y número de vainas	36
4.3 Materia seca y área foliar.....	41
4.4 Análisis de rentabilidad.....	45
V. CONCLUSIONES	48
VI. RECOMENDACIONES.....	49
VII. RESUMEN.....	50
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	52
IX. ANEXO	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág
1. Distanciamientos de siembra en diferentes variedades de frijol.....	18
2. Datos meteorológicos registrados durante ejecución del experimento...	24
3. Análisis físico – químico del suelo.....	24
4. Tratamientos en estudio.....	26
5. Esquema del análisis de variancia.....	27
6. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento de grano seco del frijol variedad 'Chaucha'.....	33
7. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el rendimiento de grano seco del frijol variedad 'Chaucha'.....	35
8. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta y número de vainas/planta del frijol variedad 'Chaucha'.....	36
9. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la altura de planta de frijol variedad 'Chaucha'.....	37
10. Prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para el número de vainas/planta del frijol variedad 'Chaucha'.....	39
11. Resumen del análisis de variancia para la materia seca de frijol variedad 'Chaucha'.....	41
12. Resumen del análisis de variancia para el área foliar de frijol variedad 'Chaucha'.....	42
13. Prueba de Dunca para el área foliar de frijol variedad "Chaucha".....	43
14. Análisis de rentabilidad del frijol variedad 'Chaucha'.....	46
15. Datos de materia seca del cultivo de frijol 'Chaucha'.....	56

16. Rendimiento de grano seco del cultivo de frijol 'Chaucha'	56
17. Datos de área foliar del frijol 'Chaucha'	57
18. Número de vainas por planta de frijol 'Chaucha'	57
19. Altura de planta del cultivo de frijol 'Chaucha'	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Rendimiento del cultivo de frijol variedad 'Chaucha'	35
2. Efecto de los tratamientos en estudio en la altura de planta del frijol variedad 'Chaucha'	38
3. Efecto de los tratamientos en estudio en el número de vainas del frijol variedad 'Chaucha'	40
4. Efecto de los tratamientos en estudio en la materia seca del frijol variedad 'Chaucha'	42
5. Efecto de los tratamientos en estudio el área foliar del frijol variedad 'Chaucha'	44

I. INTRODUCCIÓN

En la selva peruana, la alimentación de la población es desequilibrada en requerimientos nutricionales; sólo se consume alimentos de muy poco valor nutritivo, siendo escasa la disponibilidad de leche, carne, frijol y otras menestras que solamente se espera su introducción de la costa a nuestro mercado y de ahí que los precios vienen bien elevados, limitando de esta manera el consumo de proteínas. En la zona del Alto Huallaga se realizó este estudio, para que sirva como modelo en la concientización de los agricultores para la práctica de cultivos y mejorar la calidad de vida de los mismos

Es entonces el frijol (*Phaseolus vulgaris*) uno de los cultivos que puede solucionar en parte este problema humano por constituir una fuente de proteínas, carbohidratos y sales minerales; otra de las razones de este cultivo es que mantiene o aumenta la productividad del suelo, cuando posteriormente se siembran otras especies no leguminosas, aún cuando no se le agregue al suelo ninguna clase de materia orgánica o fertilizantes. Otra de las ventajas es utilizar este cultivo en la rotación de cultivos y como cultivo asociado ya que influye sobre la estructura y otras propiedades físicas del suelo.

Entre los diversos factores agronómicos que permiten elevar la producción unitaria se tiene el uso de variedades promisorias, así como el uso de los distanciamientos más adecuados. Estos factores aún no han sido determinados para el cultivo intensivo del frijol Var. 'Chaucha', por lo que el presente trabajo pretende encontrar los distanciamientos apropiados para el cultivo regional de este frijol, por esta razón los objetivos que persigue el presente es:

1. Determinar la densidad más adecuada en el cultivo de frijol variedad 'chaucha'.
2. Determinar costos de producción y la relación beneficio/costo de los diferentes tratamientos en estudio.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

2.1.1 Descripción botánica

El frijol común es una planta anual de germinación epigea, de sistema radicular variable debido a las características físico – mecánicas del suelo, forma nódulos mediante la asociación simbiótica con *Rhizobium phaseoli*, los tallos son herbáceos, delgados de mayor a menor altura según se trate de variedades de enrame y/o enanas (CIAT, 1984 y FAO, 1991).

Las hojas son trifoliadas y dotadas de pequeñas estípulas en la base del peciolo, la inflorescencia se encuentra en racimos terminales en las variedades enanas y axilares en las variedades de enrame, la flor presenta color variado (blanco, amarillo, lila, rosa, etc.). El frijol común es autógamo, pudiendo tener menos del 5% de alogamia; el fruto es una vaina con dos valvas que contiene de cuatro a seis semillas. Se le denomina a las vainas verdes, vainitas o chauchas (CIAT, 1984 y FAO, 1991).

2.1.2 Fenología del cultivo

La forma y el desarrollo del frijol dependen sólo hasta cierto punto de las condiciones ambientales; el ciclo de vida depende de las variedades y en cierta medida de las condiciones ambientales. Sequías y temperaturas altas inducen una maduración temprana, las variedades arbustivas son más precoces que las trepadoras de crecimiento indeterminado. El frijol tiene un ciclo vegetativo de 71 a 100 días, con temperaturas óptimas entre 20 y 30 grados centígrados y una humedad apropiada. El frijol germina de 2 a 4 días después de la siembra, no necesita luz para la germinación; el frijol es de

germinación epigea, o sea sus cotiledones salen a la superficie formando lo que se llama hojas cotiledonales (CIAT, 1984 y FAO, 1991).

Las plantas florecen cuando cambian de la fase vegetativa a la productiva, este proceso puede ser afectado por la longitud del día; este fenómeno se conoce como fotoperíodo, las lluvias excesivas durante la floración pueden provocar la caída de las flores, normalmente florecen a los 35 días a 45 días después de la siembra (CIAT, 1984).

En cuanto a la maduración y cosecha, el grano esta maduro y ha alcanzado cierto grado de endurecimiento; la planta y las vainas son de color amarillo, se debe tener cuidado de cosechar las vainas antes que abran para evitar pérdidas de granos (BRUNO, 1990).

2.1.3 Importancia del cultivo

El cultivo tiene gran importancia en el país debido a su valor en la alimentación humana, por su contenido proteico (240 kg/ha). Es un reemplazante de la carne, por lo que el grano ha sido y debería ser la base de la alimentación de nuestros pueblos. También fija nitrógeno en las cepas de *Rhizobium*, desempeñando un rol principal de la rotación de cultivos (BRUNO, 1990).

2.1.4 Características de la variedad 'Chaucha'

Es de crecimiento arbustivo, crece a una altura de 40 – 45 cm, la inflorescencia se da en guías terminales, la flor es de color blanco a lila, las

vainas de color verde con estrías moradas y granos de color rojo con cuatro a seis semillas por vaina (TUESTA, 2003).

2.1.4.1 Siembra

Para la siembra se recomienda utilizar cordeles (permite tener surcos rectos que facilitan las labores culturales y el uso de palana o poceador, a fin de que las semillas queden tapadas con la tierra. El campo debe estar limpio y con humedad adecuada para garantizar la germinación de las semillas las cuales deben estar desinfectadas con Vivatax a la dosis de 3 g/kg de semilla, la semilla para la siembra debe tener más de 95% de germinación (TUESTA, 2003).

2.1.4.2 Características botánicas

Las características botánicas más importantes son:

- Es una planta de crecimiento determinado, es como un arbolito, no tiene ramas.
- Hojas de color verde oscuro.
- Tamaño de planta de 50 a 60 cm.
- Inicio de floración, a los 45 días después de la siembra.
- Flor de color blanco.
- Duración de la floración de 10 a 15 días.
- De 10 a 30 vainas por planta.
- De 5 a 6 granos por vaina.
- Maduración uniforme a partir de los 100 días de sembrado.
- Las plantas después del amarillamiento de sus hojas en un 90%, comienza la madurez de la cosecha.

- Defoliación natural cuando los granos están de 90 a 100 días desde la siembra.
- El peso de 100 semillas es de 40 gramos.
- Rendimiento desde los 2,000 hasta los 4,000 kg/ha.
- Granos de color rojo con jaspes cremas.
- Amplia adaptación desde los 100 m.s.n.m. (selva baja), hasta los 2,500 m.s.n.m.
- En el valle interandino la siembra puede ser durante todo el año.
- Acepta la asociación o cultivo en relevo con cualquier variedad de maíz.
- Tolerante a roya y sequía.
- Medianamente susceptible al daño por 'ascochyta' (*Ascochyta phaseolorum*), pudrición radicular (*Sclerotium rolfsii*) y oidium (*Erysiphe polygoni*) (PROYECTO PRA, 2003).

2.1.4.3 Descripción botánica

2.1.4.3.1 Raíz

En la primera etapa de desarrollo el sistema radical está formado por la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal; se encuentra de 3 a 7 de estas raíces en disposición de corona y tienen un diámetro poco menor que la raíz principal (BRUNO, 1990).

2.1.4.3.2 Tallo

Identificado como el eje central de la planta el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristema apical del embrión de la semilla; desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos (BRUNO, 1990).

2.1.4.3.3 Hojas

Son alternas, compuestas, trifoliadas, con foliolo acorazonado que terminan en unos ápices acuminados raramente lobulados, membranosos, de 5 a 10 cm de longitud, de color verde claro a oscuro (KAYE, 1979).

2.1.4.3.4 Flores

En racimos terminales o axilares con pedúnculos erguidos y algo vellosos, cada pedúnculo lleva numerosas flores (30 flores). Color variable: blanco y morado principalmente; el cáliz es gamosépalo (ADRA, 2002). Asimismo están agrupadas de 10 a 20 inflorescencias sobre racimos axilares. Estas aparecen a los siete u ocho semanas de la siembra (KAYE, 1979 y FAO, 1991).

2.1.4.3.5 Frutos

Es una legumbre o vaina de 10 a 22 cm de largo, con 4 a 6 semillas, de color variable, desde blanco hasta negro intenso; también los hay de color bayo manchado. Frutos dehiscentes e indehiscentes, la textura de la vaina es variable dependiendo de la presencia de cierto tejido fibroso que se llama corrientemente 'hebra' (BOX, 1961).

2.1.4.3.6 Vainas

Son subcilíndricas, de 5 a 10 cm de longitud y 0.9-1.4 cm de ancho, rectas o ligeramente curvas, conteniendo de 10 a 20 pequeñas semillas. Las vainas son de color verdoso que se vuelven negras a la madurez, de forma cilíndrica algo recurvadas y vellosas en estado tierno con 6 a 16 granos (KAYE, 1979).

2.1.4.3.7 Semillas

Son reniformes, globulares, oblongas, ovales o subglobales, de pesos y colores muy variados, siendo el tamaño de 3 a 5 mm. Los cotiledones son epigeos; En un kilo hay aproximadamente 2,000 semillas (KAYE, 1979), siendo 40 gramos el peso de 100 semillas (PROYECTO PRA, 2003).

2.1.4.4 Requerimientos edafoclimáticos

El frijol 'Chaucha' se cultiva en períodos secos de la sierra con fines de semillero; son muy sensibles a las heladas. En la sierra se puede realizar varias cosechas por año dada la benignidad del clima; en cambio en la selva, en forma general, la siembra se puede realizar desde enero hasta junio, según como se presente la época lluviosa, que a veces es abundante y otras veces son escasas. La mayoría de las variedades se cultivan en climas cálidos y templados. La temperatura mínima para su fase de germinación es 8°C (ADEX - INCOMAB, 2001).

Requiere cierto grado de humedad relativa (50%) para su desarrollo, pero cuando la humedad es excesiva, es afectada por

enfermedades, tolera el exceso de calor siempre y cuando tenga humedad suficiente en el suelo. Temperatura sobre los 27°C y con deficiencia de humedad en el suelo, produce una fuerte caída de flores, siendo la temperatura óptima para el cultivo de frijol 'Chaucha' de 21°C (ADEX - INCIMAB, 2001).

2.1.4.4.1 Temperatura

El frijol es predominantemente de temperatura cálida, bien adaptada a las regiones semiáridas, que prefiere temperaturas de 20 a 35°C, aunque puede tolerar temperaturas de 15°C. Para la buena germinación se requiere una temperatura mínima en el suelo de 20°C; no toleran las heladas. Recientemente se ha demostrado que la cantidad de radiación solar que recibe este frijol tiene un efecto directo sobre el crecimiento y el rendimiento expresado como materia seca, aunque pudiera parecer que las temperaturas del aire ejercen una influencia mayor. Es así que experimentos realizados con 30 cultivos mostraron que la máxima producción de materia seca debe estar en 27°C como temperatura durante el día y 22°C como temperatura durante la noche (KAYE, 1979 y MARECHAL *et al.*, 1978 y Delgado, 1985; citado por ADRA OFASA DEL PERÚ, 2002).

2.1.4.4.1 Precipitación

Determinados tipos de corta duración pueden ser cultivados en regiones semiáridas, con un periodo de lluvias inferior a los 600 mm/año; los tipos de duración media y larga se cultivan en regiones con lluvias comprendidas entre los 600 y 1500 mm. Las lluvias excesivas no favorecen el cultivo durante su vegetación; especialmente cuando las semillas están

germinando, una lluvia a destiempo puede ser perjudicial, igualmente durante la recolección, los perjuicios del agua de lluvia son graves por el posible desarrollo de enfermedades criptogámicas y la decoloración de las semillas, que se desvalorizan (BRUNO, 1990 y LIRA, 1994).

2.1.4.4.2 Suelo

El frijol puede crecer en una amplia variedad de suelos, de preferencia de textura franco – limoso a ligeramente arenoso y tolera bien suelos franco - arcillosos, siempre que estén bien drenados, pues no toleran el encharcamiento. No soportan la salinidad y, aunque es razonablemente tolerante a la acidez, su pH adecuado oscila entre 5,5 y 6,5. Sin embargo su requerimiento nutricional se ha estimado de 20 a 40 kg/ha de N, 40 a 60 kg/ha de P_2O_5 y 50 a 120 kg/ha de K_2O . Asimismo vestigios de oligoelementos son suficientes para un comportamiento normal de las plantas, pero la carencia de B, Co y mas aún de Mo producen un bloqueo de actividad rizobiana (BOX, 1961; PARSONS, 1987; BRUNO, 1990 y Doorembos, 1979 citado por ORTIZ, 1992).

2.1.4.4.3 Densidad de siembra

La elección de la densidad de siembra depende del grado de fertilidad del campo, de la resistencia del vuelco y de la conformación de la variedad escogida. Las variedades que ofrecen poca resistencia al vuelco o tendencia a ramificarse producirán más si la densidad es mayor. El incremento de la densidad en la hilera tiende a aumentar la altura de la planta y su posibilidad al vuelco. La cantidad de ramas, vainas y semillas por planta generalmente disminuye al aumentar la densidad (FAO, 1991).

El frijol 'Chaucha' tiene un período vegetativo corto de 80 a 90 días; en consecuencia se trata de una planta precoz, por lo que se debe usar distanciamiento de 0.60 m entre líneas y 0.30 m entre plantas, dando una densidad aproximada de 147 mil plantas/ha, considerando 3 semillas por golpe (CIAT, 1984; LIRA, 1994; ADEX - INCOMAB, 2001).

Cuadro 1. Distanciamientos de siembra en diferentes variedades de frijol.

Variedades	Entre Surcos	Entre golpes	Semilla por golpe	Semilla (kg/ha)	Período vegetativo (Días)
'Chaucha'	0.60 m	0.30 m	3 - 4	40	90 -100
'Puerto Rico'	0.50 m	0.2 m	3	50 - 60	90 -100
'Red Kidney'	1.00 m	0.50 m	3	40 - 60	120
'Caupi o Castilla'	0.60 m	0.20 m	3 - 4	70 - 80	90 -100

Fuente: ADEX - INCOMAB (2001)

2.2 Trabajos realizados

Estudios en el estado de Paraná – Brasil con variedades diferentes, hábitos de crecimiento y diferentes densidades de siembra. Los resultados llevaron siempre a las conclusiones ya preconizadas, recomendando para el cultivo de frijol un espaciamiento de 50 a 60 cm entre hileras con 10 a 15 semillas por metro de surco, independientemente de la variedad, sea de hábitos de crecimiento I, II ó III. Asimismo reporta que densidades inferiores a 200 mil plantas por hectárea causan reducción de rendimientos, y superiores a 375 mil elevan el costo al demandar mayor gasto de semillas (CHANG, 1979).

En Tingo María, con un distanciamiento entre líneas de 0.60 m y entre golpes 0.30 m, con 4 plantas por golpe para determinar los niveles óptimos de la fertilización fosfatada y potásica en el rendimiento del frijol variedad 'chaucha', en ambos casos con niveles de 40, 80 y 120 kg/ha de N P K, se obtuvo una respuesta no significativa para el rendimiento de grano y caracteres biométricos debido al buen contenido nutricional del suelo (YURIVILCA, 1998).

Ensayo comparativo de 9 variedades de frijol y dos distanciamientos de siembra en Tulumayo concluye que en los distanciamientos de 0.40 m y 0.60 m entre hileras, los rendimientos en promedio no mostraron diferencias estadísticas significativas, aunque existió superioridad numérica del distanciamiento a 0.40 m entre hileras. En cuanto a los componentes del rendimiento, el distanciamiento 0.60 m entre hileras resultó ser superior en forma significativa a su correspondiente de 0.40 m entre hileras, tanto para el número de vainas como por la altura de planta, más no así con respecto a número de granos/vaina y peso de 100 semillas (MANDUJANO, 1986).

En Tingo María, estudiando el efecto de densidades de siembra y fechas de asociación maíz-frijol 'Huallaguino', en monocultivo y asociado (siembra simultánea), se obtuvo 396 kg/ha experimentándose una reducción en más del 50% atribuible a la competencia interespecífica y a otros factores bióticos en menor grado a lo largo de su ciclo vegetativo (LÓPEZ, 1986).

En un trabajo realizado para estudiar el efecto de densidad de siembra sobre el rendimiento y sus componentes con la variedad 'EE.UU-104' de hábito

de crecimiento indeterminado, se concluyó que la mayor densidad de siembra provoca una disminución del número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de 100 semillas. En cambio los rendimientos totales se vieron incrementados significativamente (GUERRA, 1972).

En un estudio realizado para ver el comportamiento de cinco variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris*) se observó que la densidad de siembra no afectó los días a la floración y fructificación para los tratamientos en siembra de verano como de primavera; además se llegó a determinar que el diámetro y peso por vaina no son afectados por la densidad de la plantación (APARICIO, 1990).

En Brasil, en un ensayo realizado para evaluar los efectos de la distancia entre hileras y la densidad de siembra en la calidad de la semilla de frijol, se reportó que a menor distanciamiento entre hileras se vio afectado el peso individual de las semillas y a mayor espaciamiento, dio como resultado mayor peso de las semillas y menor número de plantas infectadas por hongos (LOLLATO, 1982).

Utilizando siete variedades de frijol y densidades de siembra, para determinar los componentes de formación de vaina más sensible a la densidad de siembra y estudiar sus interacciones, se encontró que el número de vainas por nudo y el número de ramas por planta se redujeron significativamente con altas densidades de siembra (BENNET, 1977).

En Guatemala, en un trabajo realizado en seis genotipos diferentes de frijol arbustivo para ver el efecto de la densidad y la fertilización, se encontró que el número de vainas por planta fue el componente de rendimiento más

afectado por la densidad, mas no así el número de semillas por vaina y el peso de las semillas. Recomienda el uso de genotipos erectos y poco ramificados debido a que contienen mayor número de vainas alrededor del tallo principal y a su mayor respuesta a altas densidades de siembra (ALQUEJAYA, 1984).

En un estudio realizado en Venezuela con cuatro variedades de 'caraota' (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo diferentes densidades de población ('Tacarigua', 'Montalbán', 'Tenerife' y 'UCV – Manuare', baja-baja 119,000 pl/ha; media-baja 151,500 pl/ha; media-alta 208,333 pl/ha y alta-alta 333,333 pl/ha), para evaluar evolución de la biomasa, índice de área foliar (IAF) y rendimiento, siendo los resultados para el IAF mayores en poblaciones más bajas. Mientras los mayores resultados para el peso total de la biomasa (PTB) se obtuvieron en la densidad alta-alta (333,333 pl/ha) para las variedades 'Montalbán', 'Tacarigua' y 'UCV-Manuare', y para 'Tenerife' en la densidad baja-baja (119,000 pl/ha). Finalmente no se encontraron diferencias en los rendimientos para variedad, ni densidad, debido a la compensación de los rendimientos. Esta investigación y los trabajos anteriores, permiten concluir que los mayores rendimientos fueron observados en la variedad 'Tacarigua', cuando se sometió a la densidad alta - alta (333,333 pl/ha), lo que coincide con el mayor peso de la biomasa y el superior índice de área foliar (DÍAZ, *et al.*, 2001).

Trabajo realizado en la evaluación agronómica de nueve variedades de 'Caraota' en Colombia a dos densidades de siembra (200,000 y 250,000 pl/ha), permitió demostrar que no mostraron diferencias significativas en el rendimiento de granos secos (HIGUITA, *et al.*, 1998).

A menor distanciamiento de siembra, disminuye el peso individual de las semillas y a mayor espaciamiento se obtiene mayor peso de semillas, atribuyéndose el bajo peso de las semillas, a la competencia de nutrientes,

temperatura, luz, humedad del suelo y agua, reflejada en plantas desnutridas y menos desarrolladas, preparados fisiológicamente para una menor carga productiva (LOLLATO, 1982).

Con un mayor distanciamiento en la siembra, mejores son las condiciones de crecimiento y desarrollo, debido a que la competencia por nutrientes, luz, humedad, etc., será menor, de tal manera que el crecimiento del frijol aumenta en función a la intensidad luminosa, lo que trae por consiguiente el aumento en el rendimiento fotosintético, desarrollo vegetativo y la producción. Es así que recomienda mantener el terreno con cierto grado de humedad cuando las plantas son tiernas, para lograr un mejor crecimiento (BRUNO, 1990).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

Se realizó entre Julio a Octubre 2001, en el Sector de Las Brisas del Huallaga ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, cuyas coordenadas se determinaron en el centro del campo experimental en UTM, con el equipo GPS navegador Garmin 12XL, y son las siguientes:

Zona y latitud	:	18L
Metros Este	:	0390535
Metros Norte	:	8977752
Altitud media	:	610m.s.n.m.

3.2 Registros meteorológicos

Según el Cuadro 2, las características climáticas del campo experimental corresponden a un clima de Bosque muy Húmedo Subtropical, según la clasificación ecológica de L. R. Holdridge, donde la temperatura máxima y mínima muestra rangos aceptables para el desarrollo del cultivo.

La humedad relativa muestra ligeros cambios, aun en presencia de variaciones pluviales, favoreciendo la exigencia que requiere la planta para su normal desarrollo. La importancia de las características climatológicas óptimas, radica en los procesos fisiológicos del cultivo regulando la absorción de los elementos nutritivos del suelo.

Cuadro 2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (julio – octubre 2001).

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Julio	29.60	19.70	24.65	84	277.10
Agosto	30.10	17.80	23.95	83	71.70
Septiembre	31.10	19.20	25.15	82	135.90
Octubre	31.90	19.70	25.80	84	198.80

Fuente: Estación meteorológica “José Abelardo Quiñónez” SENAMHI-TM., 2001.

3.3 Análisis de suelo

Los resultados se aprecian en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis físico – químico del suelo.

Parámetros	Contenido	Método
Análisis físico:		
Arena (%)	42.00	Hidrómetro
Limo (%)	28.00	Hidrómetro
Arcilla (%)	30.00	Hidrómetro
Clase textural	Fr. Arcilloso	Triángulo textural
Análisis químico:		
pH (1:1) en agua	4.30	Potenciómetro
M.O. (%)	1.75	Walkley y Black
N total (%)	0.08	% M.O. x 0.045
P disponible (ppm)	10.15	Olsen modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	240.00	H ₂ SO ₄ 6N – EAA
Al ⁺⁺⁺ cambiante (meq/100 g)	1.40	Yuan
ClCe (meq/100 g)	5.30	Cloruro de potasio 1N

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María (2001).

Del análisis de suelo (Cuadro 3), vemos que se trata de un suelo de textura franco–arcilloso y de reacción fuertemente ácido (pH 4.30), bajo contenido de materia orgánica, baja disponibilidad de nitrógeno, mediana disponibilidad de

fósforo, bajo contenido de potasio, al igual que la capacidad de intercambio catiónico (PORTA, 1999).

3.4 Materiales e insumos

Materiales

- Machete
- Azadón
- Wincha
- Estacas
- Fumigadora
- Carretilla
- Libreta de apuntes

Insumos

- Semilla de frijol
- Insecticidas
- Fungicidas

3.5 Componentes en estudio

- a) Frijol: variedad 'chaucha'
- b) Distanciamientos de siembra:
 - 60 cm x 20 cm x 3 plantas/golpe
 - 65 cm x 20 cm x 3 plantas/golpe
 - 70 cm x 20 cm x 3 plantas/golpe
 - 60 cm x 25 cm x 3 plantas/golpe

- 65 cm x 25 cm x 3 plantas/golpe
- 70 cm x 25 cm x 3 plantas/golpe
- 60 cm x 30 cm x 3 plantas/golpe
- 65 cm x 30 cm x 3 plantas/golpe
- 70 cm x 30 cm x 3 plantas/golpe.

3.6 Tratamientos en estudio

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Distanciamientos de siembra	Densidad (Pltas/há)
T ₁	60 cm x 20 cm x 3 plantas	249,000
T ₂	65 cm x 20 cm x 3 plantas	230,700
T ₃	70 cm x 20 cm x 3 planta	214,200
T ₄	60 cm x 25 cm x 3 plantas	199,200
T ₅	65 cm x 25 cm x 3 plantas	184,560
T ₆	70 cm x 25 cm x 3 plantas	171,360
T ₇	60 cm x 30 cm x 3 plantas	165,834
T ₈	65 cm x 30 cm x 3 plantas	153,645
T ₉	70 cm x 30 cm x 3 plantas	142,056

3.7 Diseño experimental

El diseño experimental adoptado fue de bloques completamente al azar (DBCA), con 9 tratamientos y 4 repeticiones, los que se sometieron, al análisis de variancia y la significación estadística de Duncan, con un nivel de 0.05.

Modelo Aditivo Lineal

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la respuesta realizada de la j – ésimo bloque a la que se aplicó la i – ésimo densidad de siembra

U = efecto de la media general

T_i = Efecto del i – ésimo densidad de siembra

B_j = Efecto del j – ésimo bloque

E_{ij} = efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación.

Para:

$i = 1, \dots, 9$ densidades de siembra

$j = 1, \dots, 4$ bloques.

Cuadro 5. Esquema del análisis de variancia.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	8
Error experimental	24
Total	35

3.8 Descripción del campo experimental

Bloques:

- Número de bloques : 4
- Largo del bloque : 27 m
- Ancho del bloque : 6 m
- Ancho de calle : 1 m
- Área de cada bloque : 162 m²

Parcelas:

- Número de parcelas : 9
- Largo de cada parcela : 6 m
- Ancho de cada parcela : 1.8 m, 1.95 m, 2.1 m
- Área de cada parcela : 10.8 m², 11.7 m² y 12.6 m²

Hileras:

- Número de hileras/parcela : 4
- Distancia entre hileras : 0.60 m, 0.65 m y 0.70 m
- Distancia entre golpes : 0.20 m, 0.25 m y 0.30 m
- Número de golpes/hilera : 30, 24 y 20
- Número de golpes/parcela : 120, 96 y 80

Dimensiones del campo:

- Largo : 27 m
- Ancho : 27 m
- Distancia de calles entre parcelas : 1 m
- Área total del experimento : 729 m²

3.9 Ejecución del experimento

3.9.1 Preparación del terreno

La limpieza del terreno se realizó eliminando todas las malezas en forma manual, utilizando machete, posteriormente el terreno se aró, seguido de dos pasadas de rastra dejando de esta manera el suelo mullido y con buen contenido de humedad, asegurando así una germinación uniforme de las semillas.

3.9.2 Demarcación del campo

Después de la preparación de terreno, se realizó la demarcación del campo experimental de acuerdo al croquis estructurado en el diseño, demarcándose los bloques y parcelas con estacas, se usó wincha y cordel para alinear.

3.9.3 Muestreo del suelo

El muestreo del suelo se hizo en forma de zig-zag a una profundidad de 20 cm, obteniéndose 10 sub-muestras, las que secadas bajo sombra por 72 horas y homogenizadas, fueron mullidos y tamizados. Se pesó 1 kg de muestra la que se llevó al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su respectivo análisis físico químico.

3.9.4 Siembra

El 27 de Julio del 2001 se realizó la siembra de acuerdo a los distanciamientos establecidos y aproximadamente a 3 cm de profundidad.

3.9.5 Control de malezas

Se realizó manualmente, utilizando machete y azadón; teniendo en cuenta que la maleza no compita con el cultivo. El primer deshierbo se realizó a los 13 días de la siembra y el segundo a los 35 días de la siembra, al inicio de la floración.

3.9.6 Aplicación de plaguicidas

Se aplicaron dos productos químicos, Benomil (Benlate®) y Metamidophos (Tamaron®); cada uno en forma independiente, Benomil para el control de *Sclerotium rolfsii* y *Thanatephorus cucumeris*, aplicándose en dos oportunidades, la primera a los 22 días de la siembra (1.5 ‰) y la segunda a los 50 días después de la siembra (2 ‰). Metamidophos; para el control de Diabrotica (*Maecolaspis sp.*, *Diabrotica sp.*) se aplicó a los 13 días de la siembra (2 ‰).

3.9.7 Cosecha

La cosecha se realizó en el mes de octubre en forma independiente por parcela neta estimándose los rendimientos.

3.10 Observaciones registradas

3.10.1 Porcentaje de emergencia

Las evaluaciones para esta característica se determinaron al tercer día notándose un 50% de emergencia de lo esperado; luego se hizo resiembras hasta obtener una emergencia del 100% de las plantas necesarias.

3.10.2 Altura de planta

Se realizó a la floración (50% de plantas con flores), seleccionando al azar 5 plantas por parcela neta de cada tratamiento en estudio; se hizo uso de una regla graduada y un vernier digital. La determinación de altura de planta fue desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo principal.

3.10.3 Área foliar

Para determinar el área foliar se ha utilizado el método de la pesada, siendo esto al momento de la floración, donde se tomaron al azar 5 plantas dentro de cada unidad experimental.

3.10.4 Materia seca

Se tomaron al azar 5 plantas dentro de cada parcela neta de los tratamientos en estudio, se sometieron las muestras frescas a una estufa a 90°C por 48 horas, para luego registrar el peso seco por planta haciendo uso de una balanza analítica, donde se realizó al final del experimento.

3.10.5 Número de vainas por planta

Se evaluaron 10 plantas por unidad experimental al momento de la cosecha, donde se cuantificó el número de vainas totales y vanas por planta.

3.10.6 Rendimiento de grano

Es conveniente expresar los rendimientos de grano con un porcentaje de humedad del 14%, ya que en el campo el secado de los granos es desuniforme. Para lo cual se hizo uso de la siguiente fórmula (CIAT, 1984).

$$P. P. C \text{ a } 14\% H^{\circ} = \frac{100 - \% H^{\circ} \text{ inicial}}{100 - 14\% H^{\circ}} \times P. I. P$$

Donde:

- P. P. C = Peso por parcela corregida
- % H° inicial = Porcentaje de humedad inicial de grano
- P. I. P = Peso inicial de parcela.

3.10.7 Análisis de rentabilidad

Se determinó por la diferencia del valor total de cosecha y el costo total de producción en nuevos soles; obteniéndose la renta por cada sistema de cultivo, con la finalidad de observar comparativamente el tratamiento con mayor rentabilidad. La tasa de ganancia por la inversión efectuada por sistema de cultivo se dedujo con el índice de rentabilidad calculada en base a la relación de renta neta y el costo de producción.

$$\text{Beneficio neto} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción}$$

$$\text{Ingreso bruto} = \text{Rendimiento (kg/ha)} \times \text{Precio (S/. x kg)}$$

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo de producción}}$$

Donde:

$$\text{B/C} = \text{Beneficio/Costo}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento de grano seco

Los resultados del análisis estadístico para rendimiento se presentan en los Cuadros 6 y 7 y Figura 1.

Cuadro 6. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento de grano seco del frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios
Bloques	3	1178.054 NS
Tratamientos	8	49204.997 AS
Error experimental	24	5034.316
Total	35	
C.V.		9.13%

NS: No existe significación estadística.

AS: Significación estadística al 5% de probabilidad.

En el Cuadro 6 se observa que:

- Existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos en estudio, y no existe diferencia estadística entre los bloques.
- El coeficiente de variabilidad (9.13%), es aceptable para las condiciones de campo en las que se desarrollo el trabajo.

En el Cuadro 7 y Figura 1 se observa que:

- El tratamiento T₅ (densidad 65 cm x 25 cm) logró el mejor efecto en el rendimiento de grano seco en el frijol variedad 'Chaucha' con 979.46 kg/ha, diferenciándose estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

- El tratamiento T₉ (70 cm x 30 cm) y el T₈ (65 cm x 30 cm), con 651.82 kg/ha y 606.47 kg/ha respectivamente, no difieren estadísticamente entre sí, y al mismo tiempo son las densidades de siembra que menor efecto causó en el rendimiento de grano seco.

El mejor efecto causado en el rendimiento en grano por el distanciamiento 65 cm x 25 cm, se puede atribuir a que con este distanciamiento las plantas tuvieron un mayor espacio para desarrollarse, aprovechando mejor la escasez de nutrientes en el suelo, lo que se puede corroborar con la siguiente afirmación; a un mayor distanciamiento en la siembra, mejores son las condiciones de crecimiento y desarrollo, debido a que la competencia por nutrientes, luz, humedad, etc., será menor, de tal manera que el crecimiento del frijol aumenta en función a la intensidad luminosa, lo que trae por consiguiente el aumento en el rendimiento fotosintético, desarrollo vegetativo y la producción (BRUNO, 1990).

La no fertilización y la baja fertilidad del suelo, es un factor que influye grandemente en los bajos rendimientos. Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren a lo obtenido por TUESTA (2003) quien utilizando un distanciamiento de 60 cm x 30 cm y 3 plantas por golpe, en un suelo con buena fertilidad de clase textural franco, pH ligeramente alcalino y CIC alto, logró rendimientos que van desde 1617.80 kg/ha a 2332.26 kg/ha, considerando que el rendimiento promedio nacional es de 1026 kg/ha y en la región Huanuco de 904 kg/ha, a diferencia de lo obtenido en el presente estudio, que si bien los resultados fueron inferiores al promedio nacional superaron ligeramente al promedio de la región.

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'.

Tratamientos	Distanciamientos (cm)	Densidad de población (pts/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₅	65 x 25	184,560	979.46	a
T ₇	60 x 30	165,834	870.46	b
T ₄	60 x 25	199,200	820.24	b c
T ₁	60 x 20	249,000	789.02	c d
T ₂	65 x 20	230,700	778.71	c d
T ₃	70 x 20	214,200	767.48	c d
T ₆	70 x 25	171,360	734.22	d
T ₉	70 x 30	142,056	651.82	e
T ₈	65 x 30	153,645	606.47	e

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

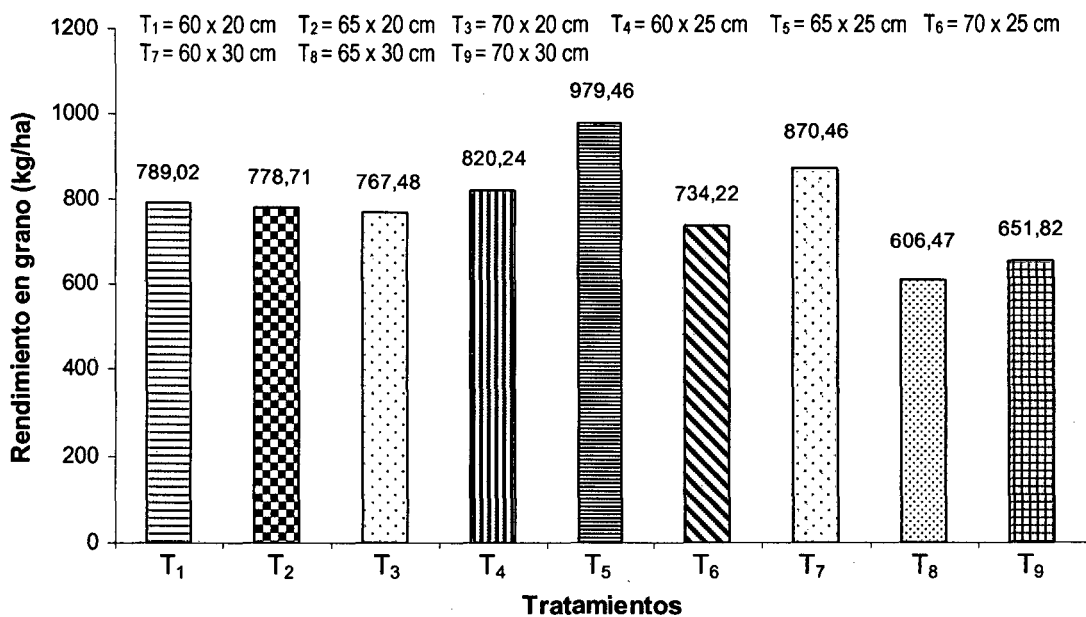


Figura 1. Efecto de los tratamientos en estudio en el rendimiento del cultivo del frijol variedad 'chaucha'.

4.2 Altura de planta y número de vainas

Los resultados del análisis estadístico para la característica altura de planta y número de vainas se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta y número de vainas/planta de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios	
		Altura de planta	Nº de vainas/planta
Bloques	3	120.996 S	50.847 S
Tratamientos	8	88.077 S	31.823 S
Error experimental	24	31.908	11.773
TOTAL	35		

C.V.= 10.40% 28.33%

S: Significación estadística al 5% de probabilidad.

Del Cuadro 8 se deduce que:

- Existen diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad para bloques y tratamientos tanto en el carácter altura de planta y número de vainas por planta.
- Los coeficientes de variabilidad para el carácter altura de planta y número de vainas por planta están dentro del rango aceptable.

La existencia de diferencias estadísticas significativas en altura de planta y número de vainas por planta, nos indica que las características del suelo en al menos un bloque, fue diferente y que al menos un distanciamiento de siembra empleado causo efectos diferentes en los caracteres en estudio.

En el Cuadro 9 y Figura 2 se observa que:

- El tratamiento T₇ (60 x 30 cm), obtuvo una mayor altura de planta con 59.00 cm por planta, no difiriendo estadísticamente con los tratamientos T₁ (60 cm x 20 cm), T₂ (65 x 20 cm), T₃ (70 x 20 cm), y T₄ (60 x 25 cm).
- El tratamiento T₆ (70 x 25 cm), ocupó el último lugar con un promedio de 46.08 cm; no diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₈ (65 x 30 cm), que alcanzó un promedio de 48.92 cm.

Cuadro 9. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la altura de planta del frijol variedad 'Chaucha'.

Tratamientos	Distanciamiento (cm)	Densidad de siembra (pts/ha)	Altura (cm)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₇	60 x 30	165,834	59.00	a
T ₁	60 x 20	249,000	58.83	a
T ₂	65 x 20	230,700	58.25	a
T ₃	70 x 20	214,200	57.13	a b
T ₄	60 x 25	199,200	56.08	a b
T ₅	65 x 25	184,560	53.10	b c
T ₉	70 x 30	142,056	51.33	c
T ₈	65 x 30	153,645	48.92	c d
T ₆	70 x 25	171,360	46.08	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Se puede observar que esta diferencia estadística significativa, por efecto de las diferentes densidades de siembra, puede haber sido influenciada por las condiciones edafoclimáticas del lugar donde se realizó el estudio. Esta afirmación coincide con MANDUJANO (1986) y BRUNO (1990), quienes

señalan que el incremento del distanciamiento entre hileras tiende a aumentar la altura de la planta.

En forma general se puede observar que, hay una tendencia a que la altura de planta vaya disminuyendo a medida que va disminuyendo la densidad de siembra, esto pudiera atribuirse a que cuando las plantas tienen mayor espacio no sufren de elongamiento y se desarrollan en forma normal, dando como resultado plantas más vigorosas.

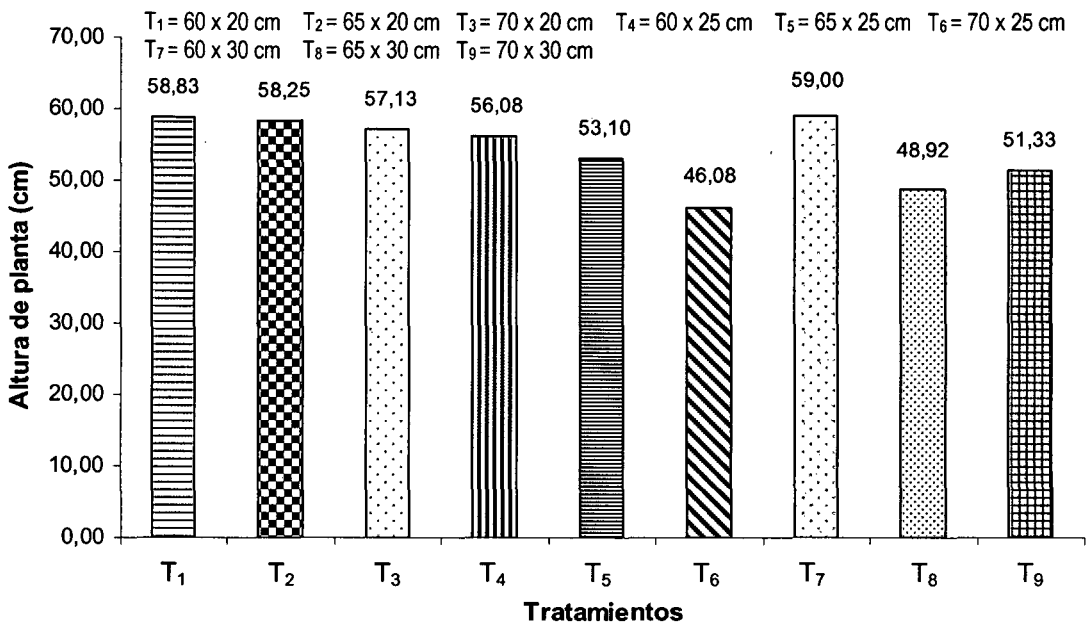


Figura 2. Efecto de los tratamientos en estudio en la altura de planta del cultivo del frijol variedad 'Chaucha'.

Del Cuadro 10 se deduce:

- Que el tratamiento T₅ (65 x 25 cm) ocupa el primer lugar con un promedio de 17.25 vainas por planta; no diferenciándose estadísticamente del tratamiento

T₉ (70 x 30 cm) que alcanzó un promedio de 15.38 vainas por planta, pero si se diferencia estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.

- Asimismo los tratamientos T₂, T₈, T₆ y T₃, no difieren estadísticamente entre sí, ocupando el último lugar el tratamiento T₂ (65 x 20 cm) con un promedio de 8.50 vainas por planta.

Cuadro 10. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el número de vainas por planta del frijol variedad 'Chaucha'.

Tratamientos	Distanciamientos (cm)	Densidad de siembra (pts/ha)	Nº de vainas/planta	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₅	65 x 25	184,560	17.25	a
T ₉	70 x 30	142,056	15.38	a b
T ₄	60 x 25	199,200	12.81	b c
T ₇	60 x 30	165,834	12.69	c
T ₁	60 x 20	249,000	11.81	c d
T ₃	70 x 20	214,200	11.19	c d e
T ₆	70 x 25	171,360	9.81	d e
T ₈	65 x 30	153,645	9.56	d e
T ₂	65 x 20	230,700	8.50	e

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

Cuando las plantas se siembran a una densidad adecuada, se desarrollan de una forma vigorosa y se puede esperar una mayor floración y número de vainas; a esto se atribuye que el tratamiento T₅ (65 cm x 25 cm) haya logrado una mayor producción de vainas. MANDUJANO (1986), en su estudio obtuvo buenos resultados con el distanciamiento 0.60 m frente a 0.40

m entre hileras, tanto para el número de vainas y altura de planta, más no así con respecto a número de granos/vaina y peso de 100 semillas.

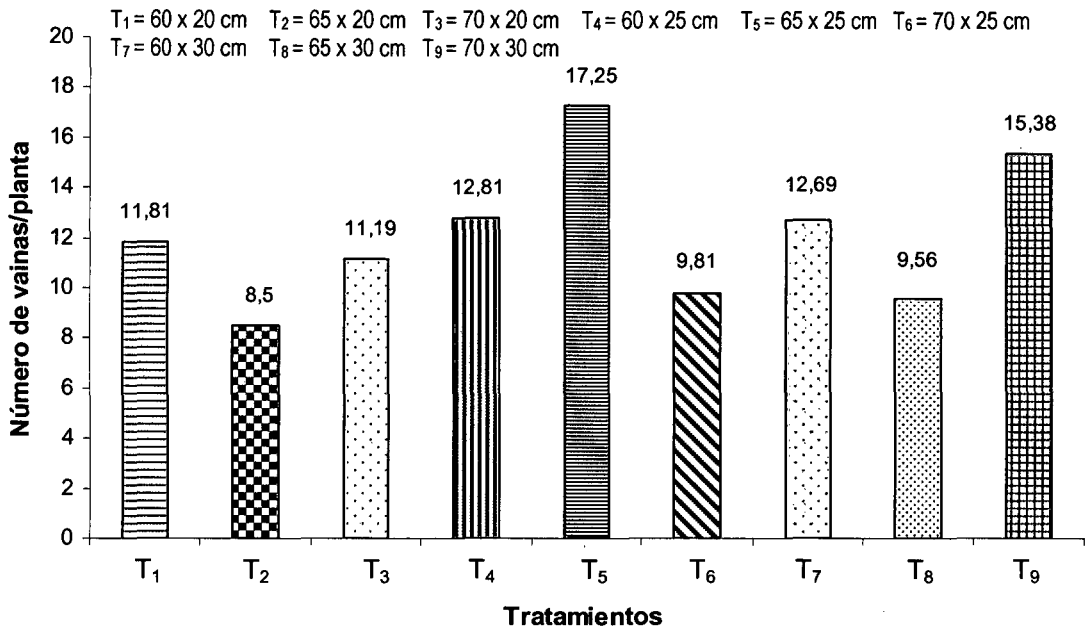


Figura 3. Efecto de los tratamientos en estudio en el número de vainas por planta del frijol variedad 'Chaucha'.

En la Figura 3, se puede observar que hay una tendencia de ir aumentando el número de vainas a medida que va disminuyendo la densidad de siembra, esto pudiera deberse que a mayor espacio las plantas crecen y se desarrollan de una forma vigorosa, obteniéndose de esta manera plantas bastante frondosas, la que permite una buena floración y por ende una mayor producción de vainas. BENNET (1977) utilizando siete variedades de frijol y densidades de siembra, en un trabajo para determinar los componentes de formación de vainas más sensibles a la densidad de siembra y estudiar sus interacciones, encontró que el número de vainas por nudo y el número de

ramas por planta se redujeron significativamente con altas densidades de siembra.

4.3 Materia seca y área foliar

En el Cuadro 11 se observa que:

- No se pudo probar estadísticamente diferencias entre tratamientos, pero si existe diferencias altamente significativas entre bloques en el carácter materia seca.
- El coeficiente de variabilidad de 28.62% para materia seca, indica regular homogeneidad entre los resultados experimentales.

Cuadro 11. Resumen del análisis de variancia para materia seca de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios
Bloques	3	65383.285 AS
Tratamientos	8	13632.850 NS
Error experimental	24	7093.864
TOTAL	35	

C.V. = 28.62%

N.S: No existe significación estadística.

A.S: Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del Cuadro 12 y Figura 5 se deduce que:

- Existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos en estudio, y no se pudo probar estadísticamente diferencias entre los bloques, para el carácter área foliar.
- El coeficiente de variabilidad de 9.95% para área foliar, indica una excelente homogeneidad entre los resultados experimentales.

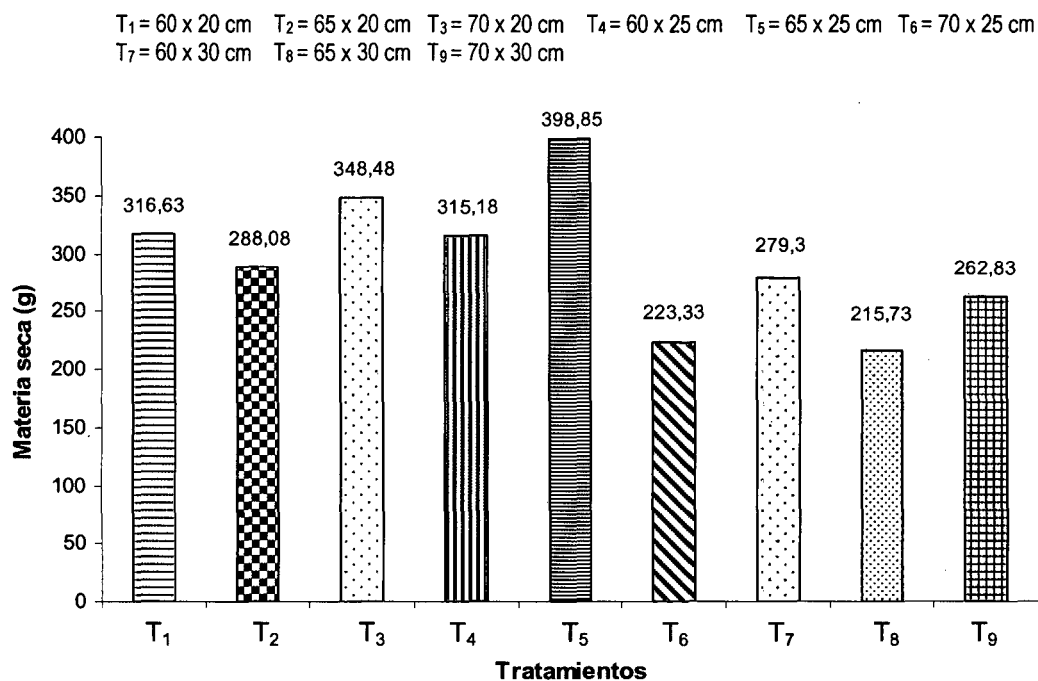


Figura 4. Efecto de los tratamientos en estudio en la materia seca del frijol variedad 'Chaucha'.

Cuadro 12. Resumen del análisis de variancia para área foliar de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	G.L.	Cuadrados medios
Bloques	3	49.059 NS
Tratamientos	8	76.762 S
Error experimental	24	27.412
TOTAL	35	

C.V. = 9.95%

N.S: No existe significación estadística.

S: Significación estadística al 5% de probabilidad.

En el Cuadro 13 se observa:

- Que el tratamiento T₇ (60 x 30 cm) con un promedio de 58.08 cm² de área foliar por planta ocupa el primer lugar, no diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T₂ (65 x 20 cm), T₄ (60 x 25 cm) y T₁ (60 x 20 cm), pero si difiere estadísticamente del resto de tratamientos en estudio.
- Que el tratamiento T₆ (70 x 25 cm), ocupó el último lugar con un promedio de 44.43 cm² de área foliar por planta.

Cuadro 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el área foliar de frijol variedad 'Chaucha'.

Tratamientos	Distanciamiento (cm)	Densidad de siembra (pts/ha)	Área foliar (cm ²)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₇	60 x 30	165834	58.08	a
T ₂	65 x 20	230700	57.64	a
T ₄	60 x 25	199200	55.11	a b
T ₁	60 x 20	249000	54.54	a b
T ₅	65 x 25	184560	53.54	b c
T ₉	70 x 30	142056	51.14	b c
T ₃	70 x 20	214200	49.93	c
T ₈	65 x 30	153645	49.25	c
T ₆	70 x 25	171360	44.43	d

Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística.

El primer lugar obtenido por el tratamiento T₇ (60 x 30 cm) pudiera deberse a que como este tratamiento obtuvo la mayor altura de planta

entonces desarrollo un mayor número de hojas, o hojas mas grandes dando como resultado una mayor área foliar por planta.

En la Figura 5 se puede observar que hay una ligera tendencia a disminuir el área foliar por planta a medida que va disminuyendo la densidad de siembra tal como indica DÍAZ, *et al.* (2001), quienes concluyen que los resultados para el IAF son mayores en poblaciones más bajas, lo que nos induce a pensar que el área foliar depende tanto del tipo de cultivo, de las densidades de siembra, fertilidad del suelo que trae consigo un mayor desarrollo de otras características biométricas como puede ser altura y vigor de las plantas.

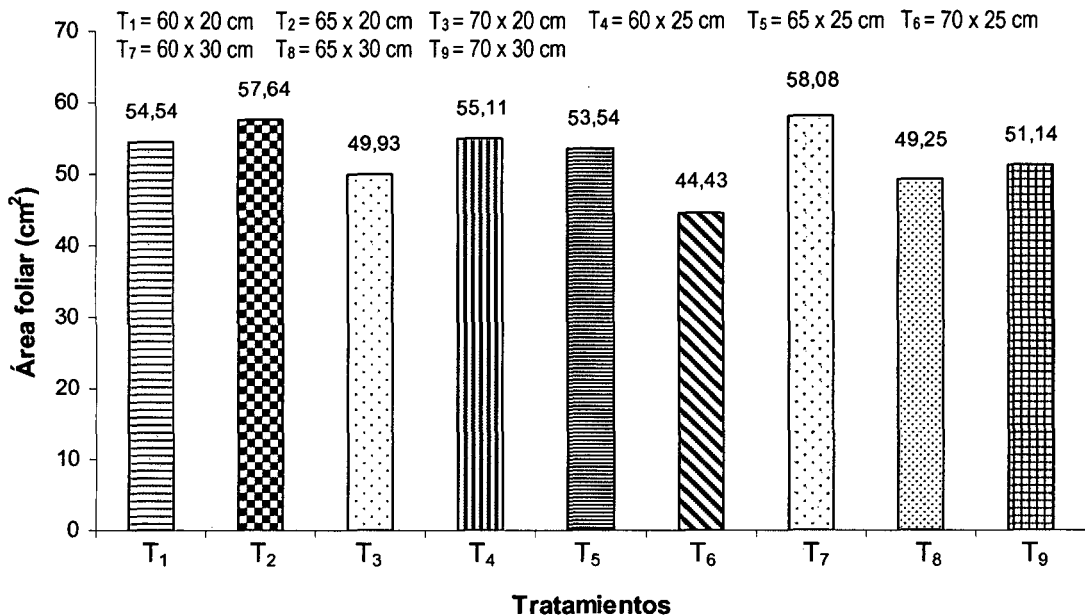


Figura 5. Efecto de los tratamientos en estudio en el área foliar del frijol variedad 'Chaucha'.

4.4 Análisis de rentabilidad

El análisis de rentabilidad (Cuadro 14), corresponde a los costos de producción estimados a partir de las proyecciones de gastos y rendimientos obtenidos en cada una de las parcelas experimentales para los tratamientos en estudio, para lo cual el costo de producción está constituido por los gastos por mano de obra, insumos y transporte. Los gastos de mano de obra difieren entre los tratamientos en estudio, ya que las labores realizadas en todas las parcelas experimentales son diferentes, a excepción de los tratamientos. De forma similar, se incluyen los costos por concepto de insumos y transporte (agroquímicos y granos cosechados), observándose a medida que se incrementa las densidades de siembra aumenta el costo de mano de obra e insumos, constituyendo los rubros que incrementan los costos de producción de una hectárea de frijol.

A partir del ingreso bruto (rendimiento x costo de frijol variedad 'Chaucha' en grano seco), se explica la relación beneficio/costo (B/C), obteniéndose mediante la división del ingreso total o ingreso bruto y el costo de producción, para cada uno de los tratamientos en estudio, donde el mayor valor de la relación B/C lo obtuvo el tratamiento T₅ (65 x 25 cm) con un valor de 1.71 seguido del tratamiento T₇ (60 x 30 cm) con un valor de 1.59, las mismas que tuvieron el mayor distanciamiento entre líneas, estos valores se vieron incrementados por los menores costos incurridos por concepto de insumos, mano de obra y transporte; a la vez se observa que se relaciona con los mayores rendimientos de los tratamientos en estudio.

Cuadro 14. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Clave	Distanciamientos y área/ planta(cm ²)	Densidad de siembra (plts/ha)	Costos de producción (S/.)			Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Bruto (S/.) (b)	Utilidad (S/.) (b-a= c)	Relación B/C (b/a)	Índice de Rentabili- dad (c/a)	
			Mano de obra	Insumos	Transporte						Total (S/.) (a)
T ₁	60 x 20 (1200cm ²)	249,000	630.00	66.67	55.23	751.90	789.02	946.82	194.92	1.26	0.26
T ₂	65 x 20 (1300cm ²)	230,700	612.68	61.54	54.51	728.72	778.71	934.45	205.72	1.28	0.28
T ₃	70 x 20 (1400cm ²)	214,200	597.83	57.14	53.72	708.69	767.48	920.98	212.29	1.30	0.30
T ₄	60 x 25 (1500cm ²)	199,200	585.00	53.33	57.42	695.75	820.24	984.28	288.53	1.41	0.41
T ₅	65 x 25 (1625cm ²)	184,560	571.05	49.23	68.56	688.84	979.46	1175.35	486.51	1.71	0.71
T ₆	70 x 25 (1750cm ²)	171,360	559.35	45.71	51.40	656.46	734.22	881.06	224.60	1.34	0.34
T ₇	60 x 30 (1800cm ²)	165,834	550.80	44.44	60.93	656.18	870.46	1044.55	388.38	1.59	0.59
T ₈	65 x 30 (1950cm ²)	153,645	543.38	41.03	42.45	626.85	606.47	727.77	100.91	1.16	0.16
T ₉	70 x 30 (2100cm ²)	142,056	533.48	38.10	45.63	617.20	651.82	782.18	164.98	1.27	0.27

Costo de 1 kg de frijol 'Chaucha' en grano: S/. 1.20

a: total, b: ingreso bruto, c: utilidad, B/C: relación beneficio costo

Calculándose la utilidad por medio de la diferencia del ingreso bruto y el costo de producción total, se determinó el índice de rentabilidad (utilidad menos costo de producción total), operaciones que sirvieron para determinar la ganancia total por hectárea y la ganancia por kilogramo de frijol seco variedad 'Chaucha' respectivamente. Es así que la determinación del análisis de rentabilidad por la diferencia del valor total de producción con el costo de producción, obedece a un beneficio neto que permitió deducir el índice de rentabilidad entre el beneficio y costo en cada tratamiento, debido a las diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos de frijol 'Chaucha' por efecto de los tratamientos en estudio.

La relación beneficio/costo se encuentra influenciada en forma general por la mano de obra e insumos, los cuales tienden a incrementar los costos de producción. Es así que los mayores índices de beneficio/costo lo presenta los tratamientos T₅ (65 x 25 cm) con un valor de 0.71 seguido del tratamiento T₇ (60 x 30 cm) con un valor de 0.59 que son tratamientos con una densidad media de siembra. Para lograr una buena rentabilidad es importante tener en cuenta la densidad de siembra y la cantidad de nutrientes que se requiere para obtener un determinado rendimiento, por lo que se debe conocer la fertilidad del suelo y de esta manera hacer el cálculo de las formulaciones de fertilización. Rendimientos más altos y bajo costo de producción significa mayores ganancias para el agricultor, pero los rendimientos más altos significan también una mayor extracción de nutrientes del suelo, factor que debe tenerse en cuenta cuando se quiera instalar otro cultivo en dicha área.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la densidad de siembra más adecuada en el cultivo de frijol variedad 'chaucha' fue 65 x 25 cm (T₅), logrando un mayor efecto en el rendimiento de grano seco con 979.46 kg/ha; además, fue mayor el número de vainas con 17.25 y materia seca respectivamente, en el frijol variedad 'Chaucha' y un efecto medio para altura de planta y área foliar.
2. También se determinó que el tratamiento con mayor beneficio costo (B/C) fue el T₅ con 1.71 y costo de producción (CP) de S/. 688.84 /ha y el tratamiento con menor B/C fue el T₈ con 1.16 y CP de S/. 606.47 /ha.
3. El tratamiento que obtuvo la mayor altura de planta fue el T₇ (60 x 30 cm) con un promedio de 59.00 cm, seguido de los tratamientos T₁ (60 x 20 cm) y T₂ (65 x 20 cm) con promedios de 58.83 y 58.25 cm respectivamente.
4. El tratamiento que obtuvo la mayor área foliar fue el T₇ (60 x 30 cm) con un promedio de 58.08 cm², seguido de los tratamientos T₂ (65 x 20 cm), T₄ (60 x 25 cm) y T₁ (60 x 20 cm) con promedios de 57.64, 55.11 cm y 54.54 cm² respectivamente.
5. El tratamiento que obtuvo la mayor materia seca fue el T₅ (65 x 25 cm) con un promedio de 398.85 g, no diferenciándose estadísticamente de ninguno de los otros tratamientos, de igual manera el tratamiento T₅ (65 x 25 cm) obtuvo el mayor número de vainas por planta.

VI. RECOMENDACIONES

1. Las densidades de siembra en frijol 'Chaucha' que se recomienda para estas condiciones edafoclimáticas, de baja fertilidad y alta acidez del suelo debe ser 65 x 25 cm (1625 cm²)/golpe (3 plantas) debido al mejor rendimiento de grano seco y a su alto índice beneficio/costo (B/C) logrado.
2. Para lograr obtener mayores ganancias y aumentar una mayor rentabilidad, debe tenerse en cuenta el tipo de suelo que tenga buena fertilidad y darle un apropiado manejo agronómico.
3. Realizar trabajos de investigación sobre distanciamientos de siembra, ajustando el área entre 60 x 25 cm, ó 70 x 25 cm y en otro tipo de suelo.

VII. RESUMEN

Con el objetivo de determinar la densidad de siembra adecuada para el rendimiento de frijol común 'Chaucha' (*Phaseolus vulgaris* L.), y obtener información sobre el análisis económico, se realizó el presente experimento en el Sector Las Brisas del Huallaga entre los meses de julio a octubre del 2001. Este trabajo tuvo como finalidad determinar el distanciamiento más adecuado en el cultivo de frijol variedad 'Chaucha' y de determinar los costos de producción y la relación beneficio/costo de los diferentes tratamientos en estudio.

Los componentes en estudio fueron 9 densidades de siembra que constituyeron los tratamientos, empleándose el diseño experimental de Bloque Completo al Azar con 4 repeticiones. La siembra se realizó el 27 de julio del 2001; se efectuó un deshierbo manual, a los 13 días de la siembra; sólo se hizo fertilización con abono foliar antes de la floración, aplicando Profoliar 20-20-20. Para el control de enfermedades, se aplicó Benlate en dos oportunidades, la primera a los 22 días de la siembra (1 ½ cucharadas/mochila de 20 litros) y la segunda a los 50 días (2 cucharadas/mochila de 20 litros); para el control de Diabrotica (*Maecolaspis* sp, *Diabrotica* sp.) se aplicó Tameron a los 13 días de la siembra (2 cucharadas/mochila de 20 litros).

Las observaciones registradas fueron, altura de planta, área foliar, materia seca, número de vainas por planta, rendimiento de grano seco y análisis de rentabilidad.

Los resultados obtenidos, muestran que la densidad de siembra con mayor efecto en el rendimiento de grano seco y número de vainas por planta en el frijol variedad 'Chaucha', fue la densidad de siembra de 65 x 25 cm (T₅) que logró un rendimiento de 979.46 kg/ha y 17.25 vainas/planta, seguido del tratamiento T₇ (60 x 30 cm) con 870.46 kg/ha. y 12.69 vainas/planta. De acuerdo al análisis de rentabilidad, los mayores índices de beneficio/costo (B/C), lo obtuvieron los tratamientos T₅ (65 x 25 cm) y T₇ (60 x 30 cm) con 1.71 y 1.59 respectivamente con un índice de rentabilidad de 0.71 y a 0.59 respectivamente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADEX - INCOMAB. 2001. Boletín Técnico. Programa de menestras campaña 2001. Tingo María, Perú. 11 p.
2. ADRA OFASA DEL PERÚ. 2002. Manual Técnico. Cultivo de frijol 'Chaucha'. Huanuco, Perú. 50 p.
3. ALQUEJAYA, S. 1984. Efecto de la densidad de siembra y la fertilización en seis genotipos diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos. Guatemala. 72 p.
4. APARICIO, J. R. 1990. Estudio del comportamiento de cinco variedades de vaina (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Huánuco. 84 p.
5. BENNET, J. A. 1977. Ped yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affected by planting density. Crop Sc. 73 - 75.
6. BOX, M. 1961. Leguminosas de granos. Salvat Editores S.A. Barcelona, España. 546 p.
7. BRUNO, J. A. 1990. Leguminosas alimenticias. Edit. Fraele S.A. Lima, Perú. 136 p.
8. CHANG, J. N. 1979. Influencia de la densidad de siembra en la producción de frijol loctao (*Vigna radiata* (L.) Wilez) en el valle de Jequetepeque, Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 65 p.

9. CIAT. 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). 2^{da}. Edic. Edit. Fundación WK Kellogg. Cali, Colombia. 135 p.
10. DÍAZ, M.; CARLIZ E; R. FIGUEROA, NARDO Y R. WARNOCK. 2001. Estudio del crecimiento y desarrollo de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo diferentes densidades de población. I. Evolución de la biomasa, II. Evolución del índice de área foliar, III. Rendimiento y sus componentes. [En línea]. (<http://www.estudiodelcrecimientoydesarrollodelacaraota.com>, documentos, 02 Abril 2004).
11. FAO. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Editado por la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 707 p.
12. GUERRA CH., J. 1972. Estudio del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y sus componentes en frijol de tipo indeterminado. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 106 p.
13. HIGUITA, J.; D. RINCÓN; C. ÑÚSTEZ. 1998. Evaluación agronómica de nueve variedades arbustivas de habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio Arbelaez, Cundinamarca. *Agronomía Colombiana* 15(1):58-67 p.
14. KAYE. 1979. Legumbres alimenticias. Trad. María Paz Nava. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza, España. 437 p.
15. LIRA, S. H. 1994. Fisiología vegetal. Edit. Trillas S.A de C.V. México. 237 p.
16. LOLLATO, M. A. 1982. Estudio de los efectos de las distancias entre hileras y densidades de siembra en la calidad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisas Agropecuarias*. Brasil. 37 p.

17. LÓPEZ, A. 1986. Estudio de densidades de siembra de maíz, frijol y fechas de asociación en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Huanuco, Perú. 92 p.
18. MANDUJANO, E. A. 1986. Ensayo comparativo de nueve variedades de frijol arbustiva (*Phaseolus vulgaris* L.), a dos distanciamientos en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Huanuco, Perú. 84 p.
19. ORTIZ, Z. M. 1992. Efecto de los diferentes niveles de fertilización con fertilizantes compuestos en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 154 p.
20. PORTA, C. J. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2^{da} Edic. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 849 p.
21. PROYECTO PRA. 2003. Manual técnico del frijol 'Chaucha'. Huanuco, Perú. 50 p.
22. TUESTA H., J. C. 2003. Fertilización fosfopotásica en el frijol variedad 'Chaucha' (*Phaseolus vulgaris* L.), en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Huanuco, Perú. 85 p.
23. YURIVILCA, C. 1998. Efecto de la fertilización NPK en el rendimiento de frijol chino (*Vigna radiata* L.) Viles y en la calidad organoléptica del germinado. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Huanuco, Perú. 82 p.

IX. ANEXO

Cuadro 15. Datos de materia seca del cultivo de frijol 'Chaucha'

Tratamientos	Distancia- miento (cm)	Materia seca (g/parcela neta)				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
T ₁	60 x 20	276.50	284.90	346.50	358.60	1266.50	316.63
T ₂	65 x 20	272.00	310.70	216.80	352.80	1152.30	288.08
T ₃	70 x 20	270.70	165.40	337.10	620.70	1393.90	348.48
T ₄	60 x 25	319.70	190.80	299.20	451.00	1260.70	315.18
T ₅	65 x 25	379.20	170.10	594.70	451.40	1595.40	398.85
T ₆	70 x 25	170.80	171.10	263.60	287.80	893.30	223.33
T ₇	60 x 30	307.80	154.40	321.40	333.60	1117.20	279.30
T ₈	65 x 30	217.50	181.90	207.20	256.30	862.90	215.73
T ₉	70 x 30	188.70	145.90	223.10	493.60	1051.30	262.83
Total		2402.90	1775.20	2809.60	3605.80	10593.50	294.26

Cuadro 16. Rendimiento de grano seco del cultivo de frijol 'Chaucha'.

Tratamientos	Distancia- miento (cm)	Rendimiento (kg/ha)				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
T ₁	60 x 20	770.05	790.39	765.52	830.11	3156.07	789,02
T ₂	65 x 20	754.56	860.04	620.22	880.00	3114.82	778,71
T ₃	70 x 20	750.94	659.44	935.38	724.17	3069.93	767,48
T ₄	60 x 25	868.06	730.00	830.10	852.78	3280.94	820,24
T ₅	65 x 25	940.33	972.50	1051.12	953.89	3917.84	979,46
T ₆	70 x 25	700.44	715.18	732.00	789.25	2936.87	734,22
T ₇	60 x 30	860.00	830.89	872.78	918.17	3481.84	870,46
T ₈	65 x 30	614.17	525.28	575.50	710.94	2425.89	606,47
T ₉	70 x 30	624.17	585.28	617.71	780.11	2607.27	651,82
Total		6882.72	6669.00	7000.33	7439.42	27991.47	777,54

Cuadro 17. Datos de área foliar del frijol 'Chaucha'.

Tratamientos	Distancia- mientos	Área foliar (cm ²)				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
T ₁	60 x 20	53.29	60.29	53.00	51.57	218.14	54.54
T ₂	65 x 20	52.57	61.14	58.57	58.29	230.57	57.64
T ₃	70 x 20	59.43	50.71	45.00	44.57	199.71	49.93
T ₄	60 x 25	63.71	56.14	53.86	46.71	220.43	55.11
T ₅	65 x 25	53.00	51.71	59.57	49.86	214.14	53.54
T ₆	70 x 25	47.14	39.71	45.86	45.00	177.71	44.43
T ₇	60 x 30	60.71	52.29	64.43	54.86	232.29	58.07
T ₈	65 x 30	54.71	39.29	51.14	51.86	197.00	49.25
T ₉	70 x 30	47.71	46.14	59.86	50.86	204.57	51.14
Total		492.29	457.43	491.29	453.57	1894.57	52.63

Cuadro 18. Número de vainas por planta de frijol 'Chaucha'.

Tratamientos	Distancia- mientos	Número de vainas/planta				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
T ₁	60 x 20	13.00	7.50	12.25	14.50	47.25	11.81
T ₂	65 x 20	9.25	11.50	5.25	8.00	34.00	8.50
T ₃	70 x 20	14.25	9.00	7.25	14.25	44.75	11.19
T ₄	60 x 25	12.00	9.25	13.75	16.25	51.25	12.81
T ₅	65 x 25	17.50	6.50	23.00	22.00	69.00	17.25
T ₆	70 x 25	7.00	8.75	10.25	13.25	39.25	9.81
T ₇	60 x 30	14.25	9.50	16.25	10.75	50.75	12.69
T ₈	65 x 30	10.75	3.50	13.50	10.50	38.25	9.56
T ₉	70 x 30	17.75	13.25	11.00	19.50	61.50	15.38
Total		115.75	78.75	112.50	129.00	436.00	12.11

Cuadro 19. Altura de planta del cultivo de frijol 'Chaucha'.

Tratamientos	Distancia- mientos	Altura de planta (cm)				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
T ₁	60 x 20	55.33	63.00	65.34	51.67	235.34	58.83
T ₂	65 x 20	53.34	61.00	58.67	60.00	233.01	58.25
T ₃	70 x 20	64.67	51.00	68.33	44.50	228.50	57.13
T ₄	60 x 25	65.33	56.00	56.00	47.00	224.33	56.08
T ₅	65 x 25	53.33	50.33	58.00	50.75	212.41	53.10
T ₆	70 x 25	49.00	41.67	47.00	46.67	184.34	46.08
T ₇	60 x 30	60.00	53.67	65.33	57.00	236.00	59.00
T ₈	65 x 30	51.67	38.33	51.00	54.67	195.67	48.92
T ₉	70 x 30	48.00	45.50	60.33	51.50	205.33	51.33
Total		500.67	460.50	530.00	463.75	1954.92	54.30