

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico De Ciencias Agrarias



**EFECTO DE SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL
RENDIMIENTO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
VARIEDAD 'CHAUCHA' EN UN SUELO ÁCIDO DE
TINGO MARIA**

TESIS

Para Optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

JAIME CABRERA JARA

PROMOCIÓN II – 2003

**“Profesionales emprendedores para triunfar en un
mundo globalizado”**

TINGO MARÍA – PERÚ

2004

DEDICATORIA

A mi querida madre:

María Socorro

con eterna gratitud y amor, por sus sabios consejos y fé inquebrantable en mi destino; quién con sacrificio y esfuerzo a hecho de mí un profesional.

A mis hermanas:

Lourdes, Erika y Lady Ruth

con el cariño de siempre por su confianza puesta en mi.

A mis abuelitos:

Nieves y Rosa

por la intensidad de su amor; así como por sus sabios consejos.

A mis tíos y tías:

Emigdio, Adelqui, Gabriel,

Misael, Francisco, Fausto,

Aurora, Maritza, Nancy y Lidia

con el cariño y gratitud de siempre.

A mis primos y primas:

Augusto, Gisela, Lesly y July

por su aprecio interminable.

Con amor a cada uno de ellos porque son los seres que alegran cada uno de mis días y que contribuyeron para llegar a superarme.

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. Jaime Chávez Matías, patrocinador del presente trabajo, por sus acertadas orientaciones y sugerencias.

Al Ing. M.Sc. David Guarda Sotelo, co-patrocinador del presente trabajo, por su desinteresada colaboración así como por la ayuda en los análisis estadísticos.

A los miembros integrantes del Jurado: Ing. Jorge Adriazola del Aguila, Ing. Luis Mansilla Minaya y Blgo. M.Sc. José L. Gil Bacilio.

Al Sr. Ariza Espinoza Concepción, técnico del Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

A los Ings. Agrónomos Percy Pérez Meza y Salli Quiñonez Alvarado, quienes colaboraron desinteresadamente en la redacción de la presente tesis.

Al Ing. Fausto Fernández Álvarez, por su colaboración y orientación en la ejecución de este trabajo.

Al Ing. Juan Carlos Tuesta Hidalgo, colaborador en la ejecución del trabajo de investigación.

A mis amigos Julio Pisco Rojas, Rafael D. Torres Fernández, Andrés Fernández Alvares, por participar en la ejecución de éste trabajo.

A los señores Luis Gonzáles Inocencio y a su señora esposa Teofila Duran de Gonzáles, propietarios del fundo 'Vista Alegre' (Picuruyacu), por las facilidades prestadas para la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
A. Ubicación del campo experimental.....	25
B. Historia del campo.....	25
C. Análisis de suelo	26
D. Condiciones climáticas.....	27
E. Componentes en estudio.....	28
F. Tratamientos en estudio.....	28
G. Diseño experimental.....	29
H. Características del campo experimental.....	30
I. Croquis del campo experimental	31
J. Observaciones de parámetros biométricos registrados.....	31
K. Plan de ejecución del experimento en la fase de campo	33
1. Limpieza de terreno.....	33
2. Preparación del terreno.....	34
3. Demarcación del terreno	34
4. Muestreo y análisis del suelo del campo experimental.....	34
5. Semilla.....	34
6. Tratamiento de la semilla	34

7. Siembra.....	35
8. Desahije	35
9. Fertilización.....	35
10. Deshierbo.....	35
11. Aporque.....	35
12. Control de plagas y enfermedades.....	36
13. Cosecha.....	36
14. Secado.....	36
15. Trilla	37
16. Pesado.....	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
V. CONCLUSIONES	70
VI. RECOMENDACIONES.....	71
VII. RESUMEN.....	72
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	74
IX. ANEXO	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distanciamiento de siembra en diferentes variedades de frijol.....	19
2. Análisis físico – químico del suelo donde se instaló el experimento.....	26
3. Datos meteorológicos registrados durante el periodo de ejecución del experimento (Julio – Octubre 2003).....	27
4. Tratamientos en estudio.....	28
5. Esquema del análisis de variancia.....	29
6. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento de grano seco de frijol variedad ‘Chaucha’.....	38
7. Prueba de Duncan para el rendimiento de grano seco de frijol variedad ‘Chaucha’.....	40
8. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta y diámetro de tallo de frijol variedad ‘Chaucha’.....	43
9. Prueba de Duncan para la altura de planta de frijol variedad ‘Chaucha’ al momento de la floración.....	44
10. Prueba de Duncan para el diámetro de tallo de frijol variedad ‘Chaucha’ al momento de la floración.....	45
11. Resumen del análisis de variancia para el número de hojas y área foliar de frijol variedad ‘Chaucha’.....	49
12. Prueba de Duncan para el número de hojas de frijol variedad ‘Chaucha’ al momento de la floración.....	50

13. Prueba de Duncan para el área foliar de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración	51
14. Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de materia seca de frijol variedad 'Chaucha'.	54
15. Prueba de Duncan para la materia seca de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.	55
16. Resumen del análisis de variancia para el número de flores, longitud de vaina, diámetro de vaina, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas de frijol variedad 'Chaucha'. ..	58
17. Prueba de Duncan para el número de flores de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.....	60
18. Prueba de Duncan para la longitud de vaina de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha.....	61
19. Prueba de Duncan para el número de vaina por planta de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha.	62
20. Prueba de Duncan para el número de semilla por vaina de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha	63
21. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio	66
22. Prueba de Duncan para la altura de planta de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra.....	79
23. Prueba de Duncan para el diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra	79
24. Prueba de Duncan para el número de hojas de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra.....	80

25. Prueba de Duncan para la materia seca de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra.....	80
26. Prueba de Duncan para el diámetro de vaina de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha.....	81
27. Prueba de Duncan para el peso de 100 semillas de frijol variedad 'Chaucha'.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'	42
2. Altura de planta de frijol variedad 'Chaucha'	48
3. Diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha'	48
4. Área foliar de frijol variedad 'Chaucha'	53
5. Análisis de rentabilidad respecto a la densidad de siembra	69
6. Detalles del campo experimental.....	82
7. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.50 x 0.20 m (T ₁).....	83
8. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.50 x 0.25 m (T ₂).....	84
9. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.50 x 0.30 m (T ₃).....	85
10. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.60 x 0.20 m (T ₄).....	86
11. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.60 x 0.25 m (T ₅).....	87
12. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.60 x 0.30 m (T ₀).....	88

I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las limitaciones del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es de gran interés no solo por la superficie sembrada y su producción a nivel nacional; sino también por su tradición y potencial proteico, en la alimentación humana. Así mismo por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y como cobertura del suelo (ROLANDO, 2004).

La siembra de leguminosas de granos en la Selva data de tiempos remotos. Desde entonces el frijol 'Chaucha', se viene sembrando en forma tradicional ya sea en forma individual o por medio de algunas ONGs como IMCOMAB (Instituto de Conservación del Medio Ambiente y Agricultura Biodinámica), ADRA (Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales) y PROYECTO PRA (Programa de Reducción y Alivio a la Pobreza), obteniéndose rendimientos que van desde los 400 a 1500 kg/ha. Sin embargo es posible superar tal promedio con un adecuado manejo técnico del cultivo (MARECHAL *et al.*, 1978 y DELGADO, 1985; citado por ADRA, 2002 y FRIJOL JUDÍA, 2004).

En Tingo María, en un suelo franco, de origen aluvial, reacción ligeramente alcalina, bajo en materia orgánica y nitrógeno total, CIC intercambiable en un nivel alto, con densidad de siembra de 0.60 m x 0.30 m, con 4 plantas por golpe, con niveles óptimos de fertilización fosfatada y potásica, obtuvo una producción de 1617.80 a 2232.26 kg/ha de granos seco de frijol variedad 'Chaucha', debido al buen contenido nutricional del suelo (TUESTA, 2003).

La utilización de diferentes densidades de siembra, es una de las estrategias que puede determinar rendimientos altos de frijol variedad 'Chaucha', por ser arbustivo con tallo fuerte y que puede soportar poblaciones de 300.000 plantas por hectárea como se está trabajando en los valles de Huánuco (ADEX, 2001; MARECHAL *et al.*, 1978 y DELGADO, 1985; citado por ADRA, 2002 y PROYECTO PRA, 2003).

A la fecha no se conoce a plenitud una densidad de siembra adecuada en frijol variedad 'Chaucha' para nuestras condiciones. Por lo que se planteó la hipótesis, de usar densidades de siembra, y poder determinar la más adecuada, de esta forma incrementar la producción y productividad en la zona de estudio; optando la realización del presente trabajo de investigación bajo las condiciones de un suelo de textura franco – arcilloso con reacción fuertemente ácido, bajo contenido de la capacidad de intercambio catiónico, bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno, a fin de obtener información respecto al comportamiento de ésta variedad, y que posteriormente ésta información pueda servir de base para investigaciones futuras, como también contribuir en la mejora de la economía de los agricultores en ésta parte de la amazonía peruana.

Considerando lo antes mencionado se planteó el presente trabajo, cuyos objetivos son los siguientes:

1. Determinar la densidad de siembra adecuada para el rendimiento de frijol común variedad 'Chaucha'.
2. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. CARACTERÍSTICAS DEL FRIJOL VARIEDAD 'Chaucha' (*Phaseolus vulgaris* L.).

1. Ubicación taxonómica.

Reyno	:	Plantae
Sub Reyno	:	Embryophyta
División	:	Tracheophyta
Sub División	:	Phanerogamae (Spermopsida)
Clase	:	Angiospermae (Magnoliophyta)
Sub Clase	:	Dicotyledonae (Magnoliopsida)
Orden	:	Fabales
Sub Orden	:	Leguminosineae
Familia	:	Fabaceae (Leguminosae)
Sub Familia	:	Papilionoideae
Tribu	:	Phaseoleae
Género	:	<i>Phaseolus</i>
Especie	:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. (MARECHAL <i>et al.</i> , 1978 y DELGADO, 1985; citado por ADRA, 2002)

2. Nombres populares.

El frijol 'Chaucha' también es conocido como: 'judía', 'frijol', 'frijol común', 'habichuela', 'poroto', 'común bean o haricot', 'huascaporoto'; en Centro América: 'matón', 'matocho', 'chile o arbolito' (MARECHAL *et al.*, 1978 y DELGADO, 1985; citado por ADRA, 2002 y FRIJOL JUDÍA, 2004).

3. Origen y distribución.

Es una hortaliza fácil de cultivar, proporciona un alimento muy nutritivo. Su domesticación se produjo en México, Centro América y Perú, en épocas antiguas y probablemente, en forma independiente, partiendo de un ancestro silvestre ampliamente extendido y polimorfo. Originario de América Central, el sur de México y sud América; en estos lugares se cultiva desde épocas precolombinas. Hoy en día se encuentran especies silvestres en ciertos lugares de sud América (LIRA, 1994; MARECHAL *et al.*, 1978 y DELGADO, 1985; citado por ADRA, 2002 y BUENA SALUD, 2004).

4. Características botánicas.

- 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).

5. Descripción botánica.

a. 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 ó 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).

b. 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).

c. 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).

d. 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 tuberoso (MARECHAL *et al.*, 1978 y DELGADO, 1985; citado por 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).

e. 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 indehiscente, la textura de la vainas es variable dependiendo de la presencia de cierto tejido fibroso que se llama corrientemente "hebra" (BOX, 1961).

f. Vainas de las semillas.

Son subcilíndricas, de 5 a 10 cm de longitud y 4 a 6 cm de ancho, rectas o ligeramente curvas, conteniendo de 10 a 20 pequeñas semillas. Las vainas son de 6 a 12 cm de longitud, 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).

g. 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 epígeos; En un kilo hay aproximadamente 20,000 semillas (KAYE, 1979), siendo 40 gramos el peso de 100 semillas (PROYECTO PRA, 2003).

6. 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. No resisten el frío. La temperatura mínima para su fase de germinación es 8 °C (ADEX, 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, 2001).

a. Temperatura.

El frijol es predominantemente de temperatura cálida, bien adaptado 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 se debe a 27 °C como temperatura de día y 22 °C como temperatura de noche (KAYE, 1979 y MARECHAL *et al.*, 1978 y DELGADO, 1985; citado por ADRA, 2002).

b. 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).

c. 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 aguantan 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).

B. 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, 2001).

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, se obtuvo una respuesta no significativa para el rendimiento de grano y caracteres biométricos debido al buen contenido nutricional del suelo (TUESTA, 2003).

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

Variedades	Entre surco	Entre golpe	Semilla por golpe	Semilla por 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 kined'	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 (2001).

1. Influencia de la densidad de siembra en otras leguminosas.

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 Maria, estudiando el efecto de densidades de siembra y fechas de asociación maíz-frijol 'Huallaguino', en monocultivo y asociado (siembra simultánea), 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).

Trabajo realizado para estudiar el efecto de densidad de siembra sobre 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).

Estudio realizado para ver el comportamiento de cinco variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris*) observó que la densidad de siembra no afecta los días a la floración y fructificación para los tratamientos en siembra de verano como de primavera; además 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 ha 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, fue el trabajo realizado para determinar los componentes de formación de vaina más sensible a la densidad de siembra y estudiar sus interacciones, encontrándose 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, 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).

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 que los resultados mayores 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 espaciamento se obtiene mayor peso de semillas. Siendo el bajo peso de las semillas, debido 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).

C. PRODUCCIÓN NACIONAL Y MUNDIAL DEL FRIJOL.

La producción mundial de frijol ha crecido en los últimos 40 años en un 42%. En 1960 se producían 11 millones de toneladas mientras que en la actualidad se sobrepasan los 19 millones de toneladas. Es así que las zonas productoras mundialmente en la actualidad son: Subcontinente Indio (Bangladesh, India y Pakistán), América del Sur (Argentina, Brasil, Colombia, Paraguay y Perú), América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México), Asia continental e insular del sudeste (Indonesia, Myanmar, Tailandia y Viet Nam), Asia oriental (China, Corea del Norte y Japón) y Centro África del Este (Burundi, Ruanda, Malawi, Tanzania y Uganda) (FRIJOL. 2004).

Sin embargo la producción de frijol en grano seco a nivel nacional para el año 2003 llegó a 76,596 toneladas, el rendimiento promedio de 1,024 kg/ha y un precio promedio en chacra de S/.1.45 por kilogramo. Es así que la producción a nivel nacional es variable en las diferentes Regiones y sub

regiones, siendo la más alta en Moquegua con 2,889 kg/ha y el más bajo en Jaén con 582 kg/ha, manteniéndose la Región Huánuco en una producción intermedia con 904 kg/ha. Asimismo encontramos otras zonas productoras de frijol como: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Chota, Amazonas, Ancash, Lima, Ica, Pasco, Junín, Huancavelica, Arequipa, Tacna, Ayacucho, Apurímac, Abancay, Andahuaylas, Cusco, Puno, San Martín, Loreto, Ucayali, Madre de Dios (MINAG, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ubicación del campo experimental.

El presente trabajo de investigación, se realizó en la localidad de Picuruyacu, carretera Tingo Maria - Castillo Grande, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco, cuyas coordenadas geográficas son: 76°01'22.7" longitud oeste, 09°16'49.2" latitud sur y a una altitud de 695 m.s.n.m.; con una precipitación media de 209.80 mm/mes, una humedad relativa de 84.42% y una temperatura promedio de 24.95°C.

B. Historia del campo.

- Nombre del Fundo : "Vista Alegre"
- Propietario : Luis Gonzáles Inocencio
- Área total del fundo : 12 ha (0.50 ha de coca, 0.125 ha de piña y 0.125 ha de naranjo 'valencia') y el resto sin sembrar.

En este fundo se controlan malezas en forma manual y para mejorar la producción de coca (*Erythroxylum coca*) y piña (*Ananas comosus*) se realiza abonamientos. Los plantones de naranjo 'Valencia' (*Citrus sinensis*) son injertados y se sembraron hace 12 años atrás. Antes de la siembra de estos plantones el fundo presentaba el siguiente historial:

- En 1989; se sembró coca.
- En 1992; se sembró yuca (*Manihot esculenta*), con una producción incipiente.
- En 1994; se sembró piña.
- En 1998; se incorporó materia orgánica (basura no clasificada) para recuperar el suelo degradado.

- En 1999; se sembró cocona (*Solanum sessiliflorum*) y yuca en forma asociada.

En la actualidad, en las áreas circundantes se sigue conduciendo cultivos de coca, piña y naranjo.

C. Análisis de suelo.

Los resultados de los análisis físico - químico del suelo se aprecian en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis físico – químico del suelo donde se instaló el experimento.

Parámetros	Contenido	Método
Análisis físico		
Arena (%)	44.00	Hidrómetro
Limo (%)	28.00	Hidrómetro
Arcilla (%)	28.00	Hidrómetro
Clase textural	Franco Arcilloso	Triángulo textural
Análisis químico		
pH (1:1) en agua	4.00	Potenciómetro
M.O. (%)	1.60	Walkley y Black
N total (%)	0.07	% M.O. x 0.045
P disponible (ppm)	9.90	Olsen modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	228.00	H ₂ SO ₄ 6N – EAA
Al ⁺⁺⁺ + H ⁺ cambiables (meq/100 g)	2.50	Yuan
Al ⁺⁺⁺ cambiable (meq/100 g)	1.50	Yuan
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ cambiables (meq/100 g)	2.80	EDTA, versenato
ClCe (meq/100 g)	5.30	Acetato de amonio

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

Del análisis de suelo (Cuadro 2), vemos que se trata de un suelo de textura franco-arcilloso y de reacción fuertemente ácido (pH 4.0), 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).

D. Condiciones climáticas.

Los datos meteorológicos mensuales fueron obtenidos en la zona experimental durante el periodo vegetativo del cultivo, cuyos datos se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Datos meteorológicos registrados durante el periodo de ejecución del experimento (Julio – Octubre 2003).

Meses	Temperatura (°C)			H° R media mensual (%)	Precipitación total mensual (mm)	Horas de sol/mes
	Máxima	Mínima	Media			
Julio	29.30	18.80	24.05	80.33	100.20	190.60
Agosto	29.50	19.60	24.55	82.33	249.70	189.80
Setiembre	30.30	19.70	25.00	78.67	216.90	190.30
Octubre	31.30	21.10	26.20	80.33	272.40	211.30
Total	120.40	79.20	99.80	321.66	839.20	782.00
Promedio	30.10	19.80	24.95	80.42	209.80	195.50

Fuente: Estación meteorológica 'José Abelardo Quiñones' de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María.

En las condiciones climáticas podemos apreciar que las temperaturas promedios mensuales oscilaron entre 24.05 a 26.20 °C, con temperaturas mínimas de 18 °C. En cuanto a la humedad relativa varía desde 78.67% para el

mes de setiembre y 80.33% para los meses de julio y setiembre. se observa también una precipitación variada desde 100.20 mm para el mes de julio y 272.40 mm para el mes de octubre y las horas de sol para el mes de julio 19.30, siendo mayor en el mes de octubre con 211.50 .

E. Componentes en estudio.

1. **Cultivo:** Frijol común, variedad 'Chaucha'

2. **Densidad de siembra.**

T ₁	:	300,000 plantas/ha (0.50 x 0.20 m)
T ₂	:	240,000 plantas/ha (0.50 x 0.25 m)
T ₃	:	200,000 plantas/ha (0.50 x 0.30 m)
T ₄	:	250,000 plantas/ha (0.60 x 0.20 m)
T ₅	:	200,000 plantas/ha (0.60 x 0.25 m)
T ₀	:	166,666 plantas/ha (0.60 x 0.30 m) - Testigo

F. Tratamientos en estudio.

Cuadro 4. Tratamientos en estudio.

Clave	Golpes/ha	Distancia entre hileras	Distancia entre plantas	Población teórica plantas/ha
T ₁	100,000	0.50	0.20	300,000
T ₂	80,000	0.50	0.25	240,000
T ₃	66,666	0.50	0.30	200,000
T ₄	83,333	0.60	0.20	250,000
T ₅	66,666	0.60	0.25	200,000
T ₀	55,555	0.60	0.30	166,666

G. Diseño experimental.

A fin de analizar estadísticamente los parámetros evaluados, se utilizó el Diseño Experimental de Bloque Completo al Azar, con 6 tratamientos (densidades de siembra) y 4 bloques (repeticiones).

Cuadro 5. Esquema del análisis de variancia.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Bloques	3
Tratamientos	5
Error Experimental	15
Total	23

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Y_{ij} = Es la respuesta observada en la unidad experimental correspondiente a la combinación de la j-ésima variedad con el i-ésimo densidad de siembra.

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-ésimo densidad de siembra entre surco.

β_j = Efecto del j-ésima variedad.

ξ_{ij} = Efecto del error experimental asociado a dicha observación Y_{ij}

$i = 1, \dots, t$ (Tratamientos)

$j = 1, \dots, r$ (Repeticiones o Bloques)

Para la comparación de las medias de los tratamientos en estudio se utilizó la prueba significativa de Duncan ($\alpha = 0.05$).

H. Características del campo experimental.

Bloques.

- Número del bloques : 4
- Largo del bloque : 36 m
- Ancho del bloque : 3 m
- Distancia entre bloques : 1.0 m
- Área de bloque : 108 m²

Parcelas.

- Número de parcelas por bloque : 4
- Número total de parcelas : 16
- Largo de la parcela : 6 m
- Ancho de la parcela : 3 m
- Área de parcela total : 18 m²
- Área de parcela neta para : $T_1 = 10.4 \text{ m}^2$; $T_2 = 10.0 \text{ m}^2$
 $T_3 = 9.6 \text{ m}^2$; $T_4 = 9.36 \text{ m}^2$
 $T_5 = 9.0 \text{ m}^2$; $T_0 = 8.64 \text{ m}^2$
- Area total del experimento : 612 m²

I. Croquis del campo experimental.

El croquis del campo experimental y el detalle de cada bloque se encuentran en Anexo (Figura 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12).

J. Observaciones de parámetros biométricos registrados.

a. Altura de planta y diámetro de tallo.

Se realizaron a los 15 días y 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, mientras que el diámetro de tallo se determinó a 3 cm del nivel del suelo.

b. Número de hojas y área foliar.

Se contabilizó el número de hojas de las 5 plantas seleccionadas a los 15 días y a la floración (cuando el 50% de las plantas presentaron flores). Mientras que para determinar el área foliar se ha utilizado el método de la pesada, siendo esto al momento de la floración.

c. Porcentaje de materia seca.

Se tomaron al azar 5 plantas dentro de cada parcela neta de los tratamientos en estudio a los 15 días después de la siembra, al momento de la floración, para posteriormente determinar el peso seco; 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.

d. Número de flores.

Se contabilizó el número de flores de 5 plantas seleccionadas al momento de la floración (cuando el 50% de las plantas presentaron flores).

e. Número de vainas por planta.

Se evaluaron 10 plantas por parcela neta al momento de la cosecha.

f. Longitud, diámetro, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas.

Para determinar la longitud y diámetro de vainas, se utilizó una regla graduada en centímetros y un vernier digital, tomándose 10 vainas por parcela neta, las mismas que sirvieron para determinar el número de semillas por vaina. Mientras que para el peso de 100 semillas se utilizó una balanza analítica, después de la cosecha.

g. 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 (RIVAS, 1992).

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

Donde:

P. P. C = Peso por parcela corregida

% H° inicial = Porcentaje de humedad inicial de grano

P. I. P = Peso inicial de parcela

h. 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:

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

i. Otras observaciones.

Para la sanidad del cultivo se consideró el reporte de plagas y enfermedades.

K. Plan de ejecución del experimento en la fase de campo.

1. Limpieza de terreno.

Labor realizada en forma manual utilizando machete (Rozo bajo), donde el rastrojo no se quemó, siendo picacheado e incorporado al momento de la preparación del terreno para mejorar las condiciones físicas y/o químicas del suelo.

2. Preparación del terreno.

Antes de la siembra, se preparó el terreno con arado y rastra.

3. Demarcación del terreno.

Se demarcó el terreno de acuerdo al croquis experimental haciendo uso de machetes, estacas, wincha y cordeles.

4. Muestreo y análisis del suelo del campo experimental.

Previamente a la preparación del terreno, se tomó una muestra de suelo por cada bloque a una profundidad de 30 cm con la ayuda de un muestreador de suelo. Luego se mezcló homogéneamente para obtener 1 kg de la muestra y ser trasladado al Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis respectivo.

5. Semilla.

La semilla empleada en el presente trabajo fueron proporcionadas por el PROYECTO PRA, la prueba de germinación se realizó en el Laboratorio de Control de Semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, reportando un 95% de germinación.

6. Tratamiento de la Semilla.

Se realizó antes de la siembra, utilizándose fungicida Homai WP (Metiltiofanato + Thiram), a una dosis de 5 g/kg de semilla.

7. Siembra.

Se realizó el 18 de julio del 2003, colocándose cuatro semillas por hoyo a unos cuatro centímetros de profundidad, utilizando un tacarpo, considerándose las diferentes densidades de siembra.

8. Desahíje.

Labor realizada a los 15 días de la siembra, eliminando el exceso plantas con un tijera desinfectada con hipoclorito de sodio (NaClO) a 0.3%, dejando tres plantas por golpe.

9. Fertilización.

Se uso la fórmula 30 - 60 - 50 fraccionada en 2 aplicaciones, la primera al momento de la siembra y la segunda antes de la floración, aplicando el fósforo y potasio en su totalidad al momento de la siembra y fraccionando el nitrógeno en dos partes (la mitad al momento de la siembra y la otra antes de la floración). Antes de realizar la fertilización se mezcló los fertilizantes en forma manual, luego se aplicó en forma localizada a una profundidad de cinco centímetros, para finalmente ser cubiertos con tierra.

10. Deshierbo.

Realizada una sola vez en todo el periodo productivo del cultivo, siendo este a los 20 días de la siembra, utilizando azadón y lampa.

11. Aporque.

Esta labor se realizó junto con el primer deshierbo, utilizándose azadón y lampa.

12. Control de Plagas y Enfermedades.

A los 20 días de la siembra se observó el ataque de *Andrector tingomarianus* Bechyne (Coleoptera: Chrysomelidae) y “gusano cogollero” *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) alimentándose de los cogollos de la planta, los que se controlaron con aplicaciones de Metafos (Metamidophos) al 1‰.

Se presentó “podrición radicular” a nivel de la plántula, causada por *Sclerotium rolfsii*, observándose un mayor ataque en los tratamientos T₁, T₂, T₄, y T₅ en las primeras dos semanas del cultivo, lo que se controló con aplicaciones de Parachupadera (Frutolamil + Captan) al 2‰. Asimismo se observó en la floración “mustia hilachosa” (*Thanatephorus cucumeris*), la misma que se controló con aplicaciones de Benlate (Benomil) al 1‰.

13. Cosecha.

Esta labor se realizó una sola vez en forma manual a los 84 días después de la siembra, cuando las vainas presentaron madurez comercial.

14. Secado.

Después de la cosecha de las vainas, estas se llevaron a una era de cemento para su secado a fin y reducir la humedad del grano, por un tiempo de tres días después de la cosecha, dependiendo de las condiciones ambientales.

15. Trilla.

Previa a esta labor las vainas cosechadas fueron secadas al sol luego fueron sometidas a la trilla manual, al venteo y limpieza de impurezas. Se registraron los pesos (rendimiento) por tratamiento, luego se ajustaron al 14% de humedad de grano comerciable.

16. Pesado.

Se realizó el pesado de la semilla, por tratamiento, después del secado, cuando las semillas alcanzaron la humedad óptima de 14% en promedio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Rendimiento de grano.

Los resultados del análisis estadístico para el rendimiento de grano seco se aprecian en el Cuadro 6.

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

F. de variación	G.L	Cuadrados medios
Bloques	3	939.89 N.S
Tratamientos	5	186016.19 S
E. Experimental	15	2922.49
TOTAL	23	

c.v. = 6.24%

N.S: No existe significación estadística.

S : Significación estadística al 5% de probabilidad.

Del Cuadro 6 se deduce que:

- No existe diferencia estadística entre repeticiones evaluadas, pero si en los tratamientos aplicados.
- El coeficiente de variabilidad (6.24%), es calificado como excelente homogeneidad; por lo tanto los resultados son confiables.

Se puede observar que existe una excelente homogeneidad entre los resultados experimentales, es decir que los rendimientos de grano seco de frijol variedad 'Chaucha' entre tratamientos en cada bloque tuvieron

diferencias significativas, mientras que para bloques no existe significación estadística, diferencia dada a la variación o incremento significativo de la producción al incrementarse el distanciamiento de siembra entre plantas. Esta situación da a entender que las plantas de leguminosas sembradas “por golpes” aprovechan mejor la unidad de área, a diferencia de una siembra a “chorro continuo” donde el rendimiento podría atribuirse al mayor número de plantas por unidad de área, tal como lo manifiesta TORIBIO (1995), es así que los factores edafoclimáticos, se manifestaron con un suelo de bajo contenido nutricional, clase textural franco - arcilloso, pH fuertemente ácido y una capacidad de intercambio catiónico bajo, lo que a dificultado la absorción de nutrientes por las plantas (Cuadro 2), sin embargo las condiciones climatológicas medias registrados durante el cultivo fueron: 24.95 °C, 80.42% H° R, 209.80 mm de precipitación y 195.50 hrs de sol (Cuadro 3), siendo estos registros meteorológicos cercanos al óptimo de los reportes de BOX (1961), KAYE (1979), PARSONS (1987), BRUNO (1990), DOOREMBOS (1979); citado por ORTIZ (1992), LIRA (1994) y MARECHAL *et al.*, (1978) y DELGADO (1985); citado por ADRA (2002), de estas características edafoclimáticas las plantas de frijol aprovecharon de acuerdo a sus densidades de siembra para alcanzar producciones que van desde 846.44 a 1364.76 kg/ha. Respecto a lo obtenido por TUESTA (2003), quien empleando un distanciamiento de 0.60 x 0.30 m, con 4 plantas por golpe, suelo con buena fertilidad, clase textural franco, pH ligeramente alcalino y capacidad de intercambio catiónico alto, para determinar los niveles óptimos de la fertilización fosfatada y potásica en el rendimiento del frijol variedad ‘Chaucha’, en Tingo María, obteniendo una respuesta no significativa en el rendimiento de grano seco que van desde 1617.80 a 2232.26 kg/ha y

caracteres biométricos debido al buen contenido nutricional del suelo. Es así que el rendimiento promedio nacional es de 1,024 kg/ha y de la región Huánuco 904 kg/ha (MINAG, 2004), los mismo que se encuentran por debajo de los resultados obtenidos por este trabajo y por TUESTA (2003).

Cuadro 7. Prueba de Duncan para el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'.

Tratamientos	Distanciamiento (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (kg/ha)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	1364.76	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	1317.13	a
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	1070.85	b
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	1007.50	b
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	891.93	c
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	846.44	c

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

En el Cuadro 7 se observa:

- Que no existe diferencia estadística entre los tratamientos T₃ vs. T₀. Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T₂, T₅, T₄ y T₁, es decir que T₃ (0.50 x 0.30 m) y T₀ (0.60 x 0.30 m) lograron una mayor producción de granos de frijol 'Chaucha' con 1364.76 y 1317.13 kg/ha respectivamente a diferencia de los tratamientos T₂, T₅, T₄ y T₁.
- El tratamiento T₀ difiere estadísticamente con los tratamientos T₂, T₅, T₄ y T₁.

- El tratamiento T_2 no difiere estadísticamente con T_5 , pero si difiere de los tratamientos T_4 y T_1 .
- El tratamiento T_5 difiere estadísticamente con los tratamientos T_4 y T_1 .
- Se puede observar que T_4 , no difiere estadísticamente con T_1 , quedando en último lugar con 891.93 y 846.44 kg/ha respectivamente.

En la prueba de Duncan, Cuadro 7 y Figura 1, se observa que existe significación estadística entre la comparación de los tratamientos, donde el tratamiento T_3 (0.50 x 0.30 m) supera estadísticamente al resto de los tratamientos, quedando en segundo lugar el tratamiento T_0 (0.60 x 0.30 m) con 1317.13 kg/ha, ambos tratamientos sin diferencia estadística entre ellos, pero superando a los tratamientos T_2 , T_5 , T_4 y T_1 con 1070.75, 1007.50, 891.93 y 846.44 kg/ha respectivamente, observándose que los tratamientos con mayor distanciamiento entre plantas con mayor rendimiento de grano seco de frijol. Al respecto la FAO (1991), señala que las variedades con poca resistencia al vuelco o tendencia a ramificarse producirán más si la densidad es mayor. El tercer y cuarto lugar ocuparon los tratamientos T_2 (0.50 x 0.25 m) y T_5 (0.60 x 0.25 m) sin diferencia estadística entre ellos, pero superando a los tratamientos T_4 (0.60 x 0.20 m) y T_1 (0.50 x 0.20 m) que ocuparon el último lugar con 891.93 y 846.44 kg/ha respectivamente con rendimientos bajos. Coincidiendo con LOLLATO (1982), afirma que a menor distanciamiento de siembra, disminuye el peso individual de las semillas y a mayor espaciamiento se obtiene mayor peso de semillas. El bajo peso de las semillas, debido 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. Mientras HIGUITA *et al.*, (1998), en Colombia con

nueve variedades de 'Caraota' a dos densidades de siembra 0.50 x 0.30 m y 0.60 x 0.20 m, encontró diferencias no significativas en el rendimiento de granos. De igual manera TUESTA (2003), en Tingo María utilizando un distanciamiento de 0.60 x 0.30 m para determinar niveles óptimos de fertilización fosfatada y potásica, obtuvo una respuesta no significativa tanto para el rendimiento de grano y caracteres biométricos. Es así que un estudio realizado en Venezuela con cuatro variedades de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo diferentes densidades de población (Tacarigua, Montalbán, Tenerife y UCV-Manuare a densidades de población 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 entre los rendimientos, no se encontró diferencias en los rendimientos (DÍAZ *et al.*, 2001). Sin embargo CHANG (1979), señala que se puede mantener altas densidades para obtener mayor rendimiento, debido a la carga productiva que se obtiene por el aumento en número de plantas/ha.

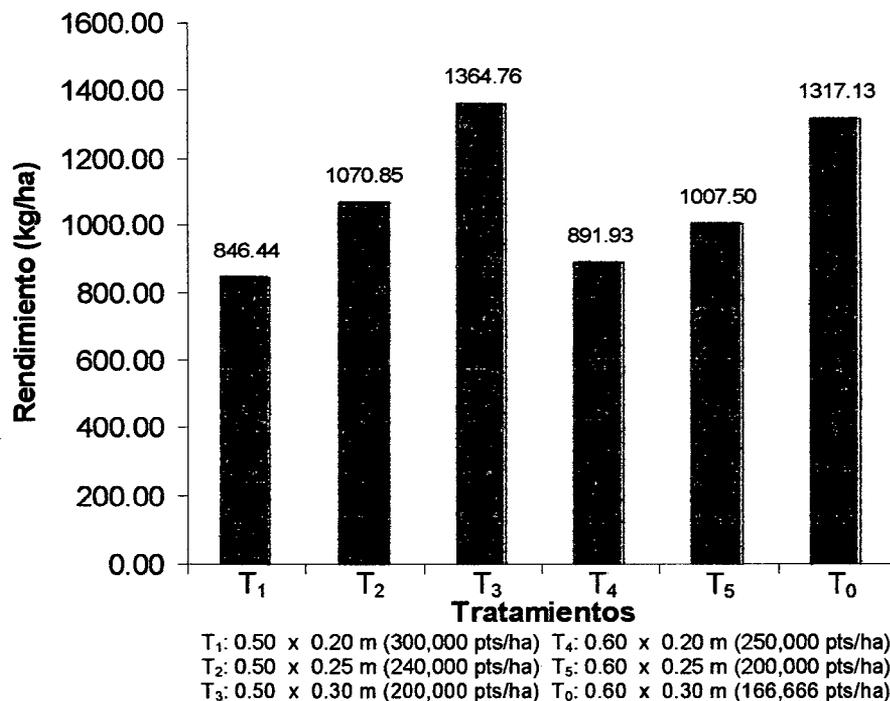


Figura 1. Rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'.

B. Altura de planta y diámetro de tallo.

Los resultados del análisis estadístico para la característica altura de planta y diámetro de tallo se aprecian en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Resumen del análisis de variancia para la altura de planta y diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha'.

F. de variación	G.L	Cuadrados medios			
		Altura de planta		Diámetro del tallo	
		A los 15 días	A la floración	A los 15 días	A la floración
Bloques	3	1.93 N.S	12.47 S	0.07 N.S	0.10 N.S
Tratamientos	5	0.09 N.S	61.55 S	0.07 N.S	0.34 S
E. Experimental	15	0.82	1.27	0.09	0.12
TOTAL	23				
	c.v.=	9.08%	3.28%	11.82%	8.67%

N.S: No existe significación estadística.

S: Significación estadística al 5% de probabilidad.

Del Cuadro 8 se deduce que:

- No existen diferencias significativas al 5% de probabilidad para bloques en el carácter altura de planta a los 15 días, pero si a la floración; asimismo no existe diferencias estadísticas para diámetro de tallo a los 15 días y a la floración.
- No existen diferencias significativas al 5% de probabilidad para tratamientos en el carácter altura de planta y diámetro del tallo a los 15 días, mientras que a la floración existe diferencias significativas para ambos caracteres.

- Los coeficientes de variabilidad están dentro del rango aceptable; por lo tanto los resultados son confiables.

La existencia de diferencias no significativas en altura de planta y diámetro de tallo a los 15 días, según el análisis de variancia (Cuadro 8), indica que a esa edad las plantas están en la fase vegetativa, por lo que se encuentran desarrollando su estructura vegetativa y por ende aun no existe una competencia, simplemente un aprovechamiento de su propia reserva y de su propia unidad de área, coincidiendo con lo reportado por el CIAT (1984). Sin embargo se muestra la existencia de diferencias significativas a la floración, ya que las plantas se encuentran en la fase reproductiva, encontrándose estructuras vegetativas, que obligan a las plantas a aprovechar por unidad de área, tal como lo señala el CIAT (1984).

Cuadro 9. Prueba de Duncan para la altura de planta de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (cm)	Significación ($\alpha= 0.05$)
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	49.77	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	44.23	b
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	43.56	b
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	41.62	c
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	39.59	d
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	39.03	d

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

Del Cuadro 9 se observa que:

- El tratamiento T₀ (0.60 x 0.30 m), difiere estadísticamente con los tratamientos T₃, T₅, T₂, T₄ y T₁, es así que el tratamiento T₀ (0.60 x 0.30 m), obtuvo una mayor altura de planta al momento de la floración con 49.77 cm por planta, en comparación de los tratamientos T₄ y T₁.
- Entre los tratamientos T₃ vs. T₅, no existió diferencia estadística. Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T₂, T₄ y T₁; pero el tratamiento T₅, difiere estadísticamente con los tratamientos T₂, T₄ y T₁; así como el tratamiento T₂, difiere estadísticamente de los tratamientos T₄ y T₁.
- Se puede observar que el tratamiento T₄, no discrepa estadísticamente con el tratamiento T₁, quedando en último lugar con 39.59 y 39.03 cm respectivamente.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (mm)	Significación (α=0.05)		
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	5.29	a		
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	5.14	a	b	
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	4.93	a	b	c
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	4.84	a	b	c
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	4.64		b	c
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	4.51			c

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

Del Cuadro 10 se observa:

- Que al aplicar la prueba de Duncan no existe diferencia estadística en los tratamientos T_0 vs. T_4 , T_0 vs. T_5 y T_0 vs. T_1 . Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T_3 y T_2 , es decir que los tratamientos T_0 (0.60 x 0.30 m), T_4 (0.60 x 0.20 m), T_5 (0.60 x 0.25 m) y T_1 (0.50 x 0.20 m) lograron un mayor diámetro de tallo al momento de la floración con 5.29, 5.14, 4.93 y 4.84 mm por planta respectivamente a diferencia de los tratamientos T_3 y T_2 .
- Así mismo los tratamientos T_4 , T_5 , T_1 y T_3 , no difiere estadísticamente entre si, pero si difieren con el tratamiento T_2 .
- De igual modo los tratamientos T_5 , T_1 , T_3 y T_2 , no difieren estadísticamente entre si.

En la prueba de Duncan, respecto a la altura de planta y diámetro de tallo a los 15 días después de la siembra (Cuadro 22 y 23), se observa que no hubo significación estadística entre la comparación de los tratamientos; como ya se mencionó anteriormente, las plantas se encuentran en la fase vegetativa, haciendo uso de su propia reserva alimenticia y parte lo toma del suelo, empezando con la germinación, seguido de la emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada, no existiendo el aprovechamiento formal de factores edafoclimáticos, de acuerdo al espaciamiento de siembra, tal como lo explica el CIAT (1984). Sin embargo encontramos diferencias significativas en los Cuadro 9 y 10, por efecto de las diferentes densidades de siembra, variando sus características biométricas, las mismas que están influenciadas por las condiciones edafoclimáticas de la zona en estudio (Cuadro 2 y 3), coincidiendo con BRUNO (1990), quien menciona que a 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. Finalmente se puede decir que a mayor distanciamiento entre plantas, implica un menor número de plantas por hectárea, y una mayor altura de plantas al momento de la floración; mientras que el diámetro de tallo se ve influenciado por el mayor distanciamiento entre líneas. Coincidiendo con MANDUJANO (1986), quien señala que el incremento del distanciamiento entre hilera tiende a aumentar la altura de la planta.

En la Figura 2 y 3, los resultados muestran al momento de la floración que el tratamiento T_0 (0.60 x 0.30 m) es la densidad de siembra que tuvo mayor efecto en el carácter altura de planta de frijol variedad 'Chaucha' con 49.77 cm, a comparación del tratamiento T_1 (0.50 x 0.20 m) que ocupó el último lugar con 39.03 cm, mientras que los tratamientos T_3 (0.50 x 0.30 m), T_5 (0.60 x 0.25 m), T_2 (0.50 x 0.25 m) y T_4 (0.60 x 0.20 m) ocupan el segundo, tercero, cuarto y quinto lugar con 44.23, 43.56, 41.62 y 39.59 cm respectivamente. Sin embargo para el carácter diámetro de tallo al momento de la floración se observa al T_0 (0.60 x 0.30 m) con 5.29 mm, T_2 (0.50 x 0.25 m) con 4.51 ocupando en primer y último lugar respectivamente, con 5.14 mm T_4 (0.60 x 0.20 m) segundo, 4.93 mm T_5 (0.60 x 0.25 m) tercer, 4.84 mm T_1 (0.50 x 0.20 m) cuarto y con 4.64 mm T_3 (0.50 x 0.30 m) quinto lugar. Es así que el T_0 (0.60 x 0.30 m) ocupó el primer lugar para el carácter altura de planta y diámetro de tallo. Al respecto MANDUJANO (1986), manifiesta que utilizando 9 variedades de frijol a dos densidades de siembra en Tulumayo concluye en parte que el distanciamiento 0.60 m entre hileras resultó ser superior en altura de planta. Si embargo TUESTA (2003), en Tingo María con un distanciamiento de 0.60 m entre hileras y 0.30 m entre plantas para determinar niveles óptimos de fertilización fosfatada y potásica, obtuvo una respuesta no significativa para caracteres biométricos.

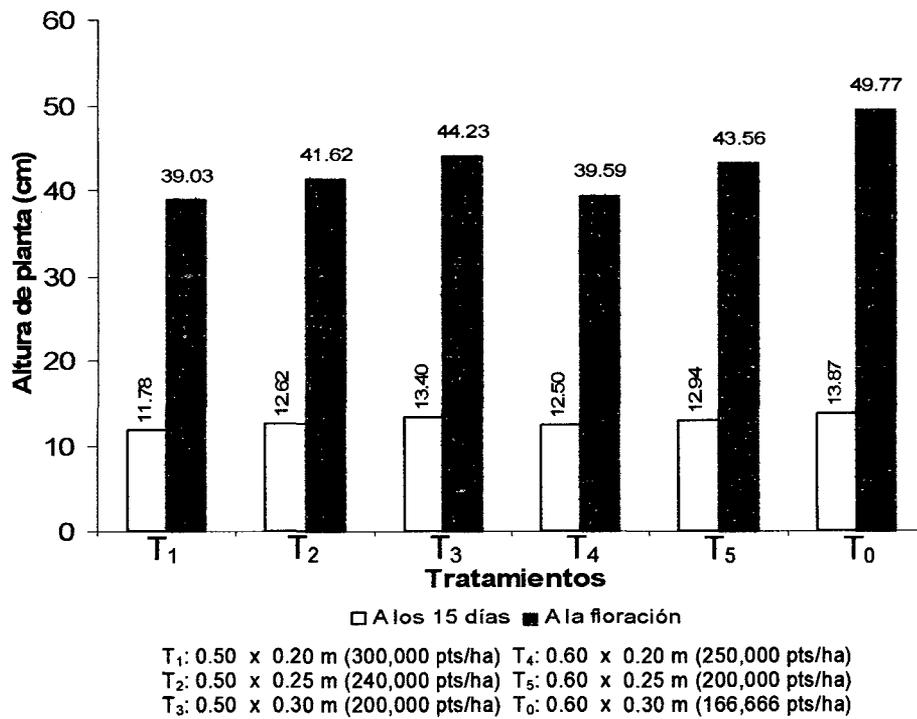


Figura 2. Altura de planta de frijol variedad 'Chaucha'.

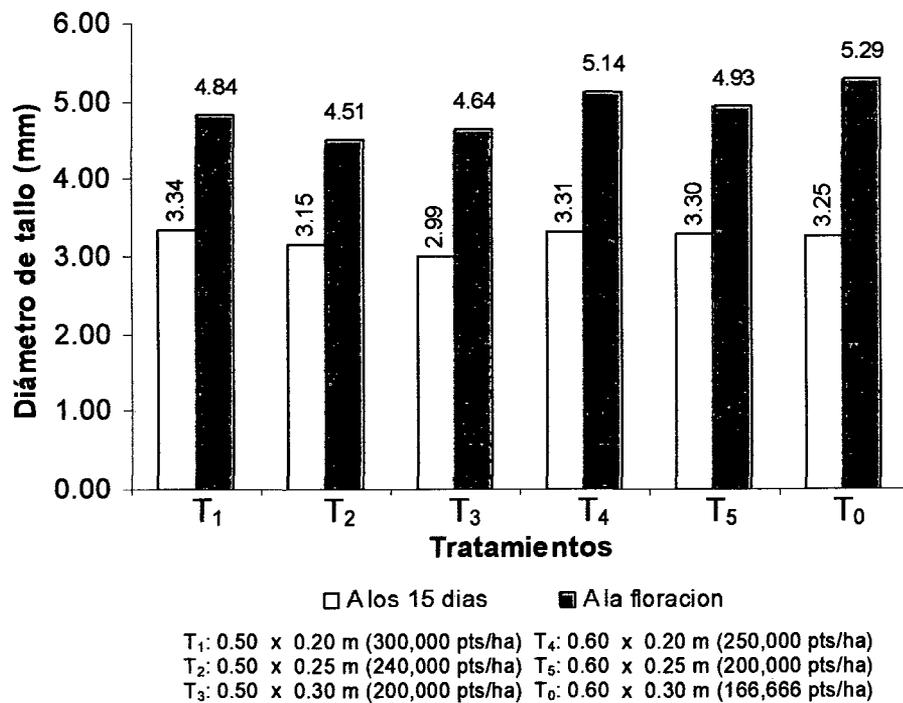


Figura 3. Diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha'.

C. Número de hojas y área foliar.

Los resultados del análisis estadístico para la característica número de hojas y área foliar que se muestran en el presente Cuadro.

Cuadro 11. Resumen del análisis de variancia para el número de hojas y área foliar de frijol variedad 'Chaucha'.

F. de variación	G.L	Cuadrados medios		
		Número de hojas		Área Foliar
		A los 15 días	A la floración	A la floración
Bloques	3	0.083 N.S	0.353 S	18245.484 N.S
Tratamientos	5	0.005 N.S	8.059 S	335980.461 S
E. Experimental	15	0.067	0.055	7940.963
TOTAL	23			
	c.v.=	17.77%	2.92%	14.39%

N.S: No existe significación estadística.

S : Significación estadística al 5% de probabilidad.

El Cuadro 11, presenta el análisis de variancia para las características número de hojas y área foliar, observándose que:

- No existe diferencias significativas al 5% de probabilidad para bloques en el carácter número de hojas a los 15 días y área foliar a la floración; sin embargo existe diferencias significativas para número de hojas a la floración.

- Existe diferencias significativas al 5% de probabilidad para tratamientos en el carácter número de hojas y área foliar para ambos a la floración, y diferencias no significativas para número de hojas a los 15 días.
- Los coeficientes de variabilidad nos indica rango de excelente homogeneidad (2.92%) a buena homogeneidad (17.77%); por lo tanto los resultados son confiables.

Se observa diferencias no significativas para tratamientos en el número de hojas a los 15 días, por encontrarse en la fase vegetativa, donde se muestra cambios en el volumen o en peso (crecimiento). Sin embargo existe diferencias significativas para el número de hojas y área foliar al momento de la floración, por que las plantas ya se encuentran en la fase reproductiva, existiendo cambios estructurales y fisiológicos, que incitan a la planta de frijol aprovechar sus nutriente de las condiciones edafoclimáticas, condicionados por las densidades de siembra.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el número de hojas de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios	Significación ($\alpha= 0.05$)
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	11.50	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	11.40	a
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	10.58	b
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	10.13	c
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	8.38	d
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	8.30	d

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

En el Cuadro 12 se observa:

- Que al aplicar la prueba de Duncan no existe diferencia estadística entre los tratamientos T_3 vs. T_0 . Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T_5, T_2, T_1 y T_4 , es decir que los tratamientos T_3 (0.50 x 0.30 m) y T_0 (0.60 x 0.30 m) lograron un mayor número de hojas al momento de la floración con 11.50 y 11.40 hojas por planta a diferencia de los tratamientos T_5, T_2, T_1 y T_4 .
- El tratamiento T_0 , difiere estadísticamente con T_5, T_2, T_1 y T_4 .
- El tratamiento T_5 , difiere estadísticamente con T_2, T_1 y T_4 , de igual modo el tratamiento T_2 , difiere estadísticamente con T_1 y T_4 .
- Finalmente el tratamiento T_1 , no difiere estadísticamente con T_4 , quedando en último lugar con 8.38 y 8.30 hojas por planta respectivamente.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para el área foliar de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.

Tratamientos	Distanciamientos	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (cm ²)	Significación ($\alpha=0.05$)
T_0	0.60 x 0.30	166.666	1161.57	a
T_3	0.50 x 0.30	200.000	1072.48	a
T_5	0.60 x 0.25	200.000	733.99	b
T_2	0.50 x 0.25	240.000	722.56	b
T_4	0.60 x 0.20	250.000	480.23	c
T_1	0.50 x 0.20	300,000	473.80	c

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

En el Cuadro 13 se observa:

- Que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T_0 vs. T_3 . Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T_5 , T_2 , T_4 y T_1 , es decir que los tratamientos T_0 (0.60 x 0.30 m) y T_3 (0.50 x 0.30 m) lograron un mayor área foliar hoja y por planta con 1161.57 y 1072.48 cm² respectivamente a diferencia de los tratamientos T_5 , T_2 , T_4 y T_1 .
- El tratamiento T_3 , difiere estadísticamente con T_5 , T_2 , T_4 y T_1
- El tratamiento T_5 , no difiere estadísticamente con T_2 , pero si difieren de los tratamientos T_4 y T_1 .
- El tratamiento T_2 , difiere estadísticamente con T_4 y T_1
- Es así que el tratamiento T_4 , no difiere estadísticamente con T_1 , quedando en último lugar con 480.23 y 473.80 cm² de área foliar hoja por planta respectivamente.

Con respecto a la prueba de Duncan (Cuadro 24), no existe significación estadística entre tratamientos, para el carácter número de hojas a los 15 días después de la siembra, por encontrarse en la fase vegetativa, donde las plantas de frijol aprovechan su área sin limitaciones de las densidades de siembra, para iniciar su actividad reproductiva (CIAT, 1984). Sin embargo las diferencias significativas que se presentan en el Cuadro 12 y 13, entre la comparación de los tratamientos, para el número de hojas y área foliar a la floración, siendo este efecto por las diferentes densidades de siembra que han influido en las expresiones de éstas características, observándose que a medida que los distanciamientos entre plantas se incrementan, éstas aceleran su desarrollo por la facilidad que tienen en su área al momento de adquirir condiciones edafoclimáticas favorables para su nutrición, lo que no sucede con las plantas sembradas a distanciamientos cortos, por que se ven obligados a

una fuerte competencia no solo de su área si no también de sus elementos nutritivos (CIAT, 1984), Para una mayor ilustración se presenta la Figura 4, donde se observa que a mayor distanciamiento de siembra entre plantas, existe mayor área foliar, sucediendo lo contrario en una densidad de siembra menor. Sustentando lo mencionado con un estudio realizado en Venezuela sobre el crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de frijol 'Caraota' (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo diferentes densidades de población ('Tacarigua', 'Montalbán', 'Tenerife' y 'UCV – Manuare' - baja-baja 119000 pl/ha; media-baja 151500 pl/ha; media-alta 208333 pl/ha y alta-alta 333333 pl/ha), para evaluar entre ellos Índice de Área Foliar (IAF), obteniéndose resultados mayores en poblaciones más bajas (DÍAZ *et al.*, 2001).

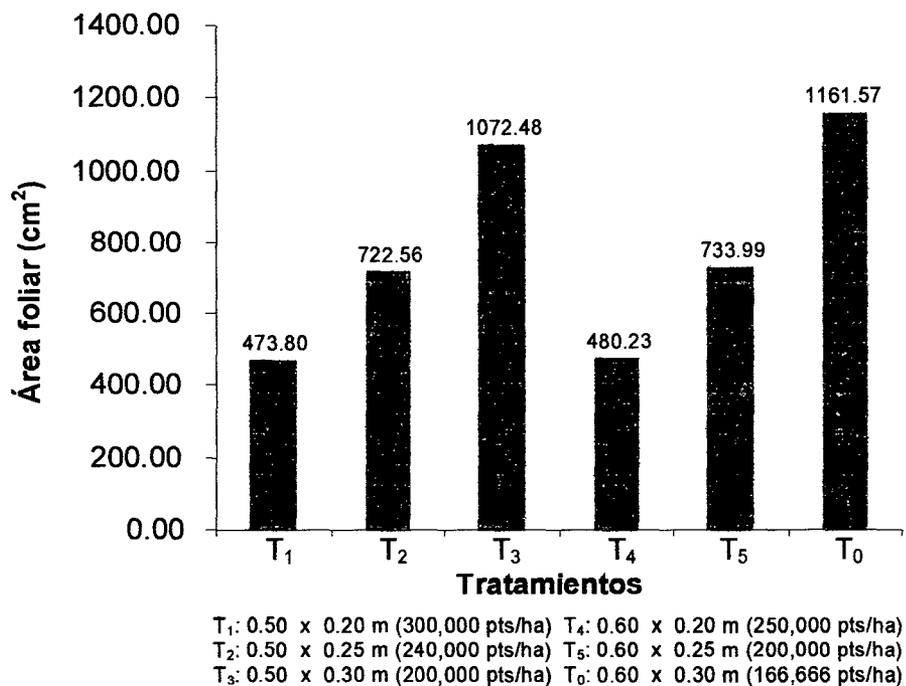


Figura 4. Área foliar de frijol variedad 'Chaucha'.

D. Porcentaje de materia seca.

Los resultados del análisis estadístico para la característica porcentaje de materia seca se aprecian en el siguiente Cuadro.

Cuadro 14. Resumen del análisis de variancia para el porcentaje de materia seca de frijol variedad 'Chaucha'.

F. de variación	G.L	Cuadrados medios	
		A los 15 días de siembra	A la floración
Bloques	3	0.17 N.S	22.63 N.S
Tratamientos	5	0.27 N.S	296.60 S
E. experimental	15	0.29	18.79
TOTAL	23		
	c.v.=	5.07%	21.33%

N.S: No existe significación estadística.

S : Significación estadística al 5% de probabilidad.

Del Cuadro 14, se deduce que:

- No existe significación estadística al 5% de probabilidad para bloques, porcentaje de materia seca a los 15 días y a la floración.
- No existen diferencias significativas para tratamientos a los 15 días de la siembra, mientras que a la floración resultó ser significativo al 5% de probabilidad.
- Los coeficientes de variabilidad nos indican rangos de excelente homogeneidad (5.07%) a regular homogeneidad (21.33%); por lo tanto los resultados son confiables.

Se observar que existe excelente homogeneidad de los resultados experimentales para porcentaje de materia seca a los 15 días; mientras a la floración presenta regular homogeneidad de los resultados experimentales, es decir a los 15 días los porcentajes de materia seca de frijol variedad 'Chaucha' entre tratamientos en cada repetición tuvieron una excelente uniformidad; de otro modo se puede apreciar que existe significación estadística para el carácter porcentaje de materia seca a la floración entre tratamientos, debiéndose ésta variación a un incremento de la densidad de siembra influenciado por los factores edafoclimáticos y que son aspectos importantes a tomar en cuenta para la producción de la materia seca (KAYE, 1979; MARECHAL *et al.*, 1978 y DELGADO, 1985; citado por ADRA, 2002 y ADEX, 2001).

Cuadro 15. Prueba de Duncan para la materia seca de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (gr)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	35.85	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	34.75	a
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	27.10	b
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	21.65	b c
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	16.75	c
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	16.33	c

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

En el Cuadro 15 se observa:

- Que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T_0 y T_3 . Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T_5 , T_2 , T_4 y T_1 , es decir los tratamientos T_0 (0.60 x 0.30 m) y T_3 (0.50 x 0.30 m) lograron mayor producción de materia seca con 35.85 y 34.75 gr por planta respectivamente a diferencia de los tratamientos T_5 , T_2 , T_4 y T_1 .
- El tratamiento T_3 , difiere estadísticamente con T_5 , T_2 , T_4 y T_1
- Por otra parte el tratamiento T_5 , no difiere estadísticamente con T_2 , pero si difieren de los tratamientos T_4 y T_1 .
- Así mismo los tratamientos T_2 , T_4 y T_1 , no difieren estadísticamente entre si, quedando en último lugar con 21.65, 16.75 y 16.33 gr de materia seca por planta.

En la prueba de Duncan, Cuadro 25, se observa que no existe significación estadística entre la comparación de los tratamientos a los 15 días; por que las estructuras vegetativas aun no se han desarrollado completamente. Sin embargo el Cuadro 15, muestra resultados con diferencias significativas entre los tratamientos, al momento de la floración, observándose que el peso de la materia seca se ha ido incrementando a medida que los distanciamientos entre plantas eran mayores, siendo esta característica favorecido por las densidades de siembra y por la temperatura media durante el experimento (Cuadro 3), corroborando lo dicho por KAYE (1979) y MARECHAL *et al.*, (1978) y DELGADO (1985); citado por ADRA (2002), quienes manifiestan que la máxima producción de materia seca se debe a 27 °C como temperatura de día y 22 °C como temperatura de noche. Discrepando con TUESTA (2003), en la localidad de Tingo maria a un temperatura promedio de 24.77 °C quien empleando una densidad de siembra de 0.60 x 0.30 m 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, se obtuvo una respuesta no significativa tanto para el rendimiento de grano y caracteres biométricos debido al buen contenido nutricional del suelo.

E. Número de flores, número de vainas por planta, longitud de vaina, diámetro de vaina, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas.

En el Cuadro 16, se muestra los resultados del análisis estadístico para las características de número de flores, número de vainas por planta, longitud de vaina, diámetro de vaina, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas de frijol variedad 'Chaucha'.

Del Cuadro 16, podemos indicar que:

- No existe significación estadística al 5% de probabilidad para bloques al momento de la cosecha para el carácter de longitud de vaina, diámetro de vaina, número de vaina por planta y peso de 100 semillas secas después de la cosecha. A diferencia que para el carácter número de flores a la floración. existe significación estadística.
- Existen diferencias significativas para tratamientos a la floración en la características número de flores y longitud de vaina, número de vaina por planta, número de semilla por vaina al momento de la cosecha; mientras que al momento de la cosecha para el carácter diámetro de vaina y peso de 100 semillas después de la cosecha existen diferencias no significativas al 5% de probabilidad.

Los coeficientes de variabilidad están dentro del rango aceptable, para el trabajo de campo.

Cuadro 16. Resumen del análisis de variancia para el número de flores, longitud de vaina, diámetro de vaina, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas de frijol variedad 'Chaucha'.

F. de variación	G.L	Cuadrados medios						
		A la floración		Al momento de la cosecha				Peso de 100 semillas
		Número de flores	Longitud de vaina	Diámetro de vaina	Número de vaina/planta	Número de semilla/vaina		
Bloques	3	0.21 S	43.65 N.S	0.14 N.S	0.03 N.S	0.15 N.S	4.70 N.S	
Tratamientos	5	13.35 S	311.91 S	0.07 N.S	16.08 S	1.28 S	1.49 N.S	
E. Experimental	15	0.03	16.13	0.18	0.03	0.08	4.75	
TOTAL	23							
	c.v.=	2.37%	4.44%	6.23%	3.47%	8.98%	7.75%	

N.S: No existe significación estadística.

S : Significación estadística al 5% de probabilidad.

Se presenta los resultados producto del análisis estadístico, observándose que existe excelente homogeneidad de los resultados experimentales para los caracteres en estudio: número de flores, número de vainas por planta, longitud de vaina, diámetro de vaina, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas secas, es decir que los caracteres en estudio entre tratamientos en cada bloque tuvieron una excelente uniformidad. La existencia de significación estadística para los caracteres número de flores a la floración y longitud de vaina, número de vaina por planta, número de semilla por vaina al momento de la cosecha entre tratamientos. Sin embargo ocurrió lo contrario con el diámetro de vaina al momento de la cosecha y peso de 100 semillas secas después de la cosecha, las mismas que resultaron ser no significativos entre tratamientos en cada bloque. Es así que éstas diferencias significativas y no significativas en los tratamientos tienen mucho que ver con las densidades de siembra relacionados con los factores edafoclimáticos (Cuadro 2 y 3), presentes durante el cultivo, coincidiendo lo antes mencionado, con los reportes de GUERRA, (1972); BENNET, (1977); LOLLATO, (1982); ALQUEJAYA, (1984); MANDUJANO, (1986); APARICIO, (1990); BRUNO, (1990); FAO, (1991); LIRA, (1994); MARECHAL *et al.*, (1978) y DELGADO, (1985); citado por ADRA, (2002) y ADEX, (2001).

Cuadro 17. Prueba de Duncan para el número de flores de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la floración.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios	Significación ($\alpha= 0.05$)
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	12.05	a
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	11.03	b
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	10.68	c
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	9.30	d
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	7.70	e
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	7.63	e

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

En el Cuadro 17 se observa:

- Que al aplicar la prueba de Duncan se observa que el tratamiento T₀, difiere estadísticamente con los tratamientos T₅, T₃, T₂, T₄ y T₁, es decir el tratamiento T₀ (0.60 x 0.30 m) obtuvo un mayor número de flores al momento de la floración con 12.05 flores por planta a comparación de los tratamientos T₅, T₃, T₂, T₄ y T₁.
- El tratamiento T₅, difiere estadísticamente de los tratamientos T₃, T₂, T₄ y T₁. Así mismo el tratamiento T₃, difiere estadísticamente con T₂, T₄ y T₁. De igual modo el tratamiento T₂, difiere estadísticamente con T₄ y T₁.
- Se puede observar que T₄, no difiere estadísticamente con T₁, quedando en último lugar con 7.70 y 7.63 flores por planta respectivamente.

Cuadro 18. Prueba de Duncan para la longitud de vaina de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Tratamientos	Distanciamientos	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (mm)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	124.77	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	123.72	a
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	111.14	b
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	107.30	b
T ₅	0.60 x 0.25	200,00	106.77	b
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	105.13	b

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

En el Cuadro 18 se observa:

- Que los tratamientos T₀ vs. T₃, no difiere estadísticamente entre si. Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T₂, T₄, T₅ y T₁, es decir el T₀ (0.60 x 0.30 m) y T₃ (0.50 x 0.30 m) lograron una mayor longitud de vaina al momento de la cosecha con 124.77 y 123.72 mm vaina por planta respectivamente a diferencia de los tratamientos T₂, T₄, T₅ y T₁.
- El tratamiento T₃ difiere estadísticamente con los tratamientos T₂, T₄, T₅ y T₁.
- Por otra parte los tratamientos T₂, T₄, T₅ y T₁, no difieren estadísticamente entre si, quedando en éstos en último lugar con 111.14, 107.30, 106.77 y 105.13 mm vaina por planta respectivamente.

Cuadro 19. Prueba de Duncan para el número de vaina por planta de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios	Significación ($\alpha= 0.05$)
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	9.28	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	8.28	b
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	6.30	c
T ₅	0.60 x 0.25	200,00	6.05	c
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	4.38	d
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	4.38	d

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

En el Cuadro 19 se observa:

- Que al aplicar la prueba de Duncan existe diferencia estadística en el tratamiento T₃, respecto a los tratamientos T₀, T₂, T₅, T₁ y T₄, es decir que el tratamiento T₃ (0.50 x 0.30 m) logró un mayor número de vainas por planta al momento de la cosecha con 9.28 vainas por planta a diferencia de los tratamientos T₀, T₂, T₅, T₁ y T₄.
- El tratamiento T₀, difiere estadísticamente de los tratamientos T₂, T₅, T₁ y T₄. Sin embargo T₂ vs. T₅, no difieren estadísticamente entre si, pero si difieren de los tratamientos T₁ y T₄.
- Se observa que T₁, no difiere estadísticamente con T₄, quedando en último lugar con 4.38 y 4.38 vainas por planta respectivamente.

Cuadro 20. Prueba de Duncan para el número de semilla por vaina de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios	Significación ($\alpha= 0.05$)
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	4.83	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	4.35	b
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	4.05	b
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	3.53	c
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	3.50	c
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	3.43	c

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

En el Cuadro 20 se observa:

- El tratamiento T₀, difiere estadísticamente con los tratamientos T₃, T₅, T₄, T₁ y T₂, es decir que el tratamiento T₀ (0.60 x 0.30 m) logró mayor número de semillas por vaina al momento de la cosecha con 4.83 semillas por vaina a diferencia de los tratamientos T₃, T₅, T₄, T₁ y T₂.
- Por otra parte los tratamientos T₃ vs. T₅, no difiere estadísticamente entre si. Sin embargo difieren estadísticamente de los tratamientos T₄, T₁ y T₂.
- Se puede observar que los tratamientos T₄, T₁ y T₂, no difieren estadísticamente entre si, quedando éstos tratamientos en último lugar con 3.53, 3.50 y 3.43 semillas por vaina respectivamente.

En la prueba de Duncan, para los Cuadros 17, 18, 19 y 20, muestran una significación estadística entre la comparación de los tratamientos, siendo el tratamiento T_0 el que da mejores resultado para número de flores, longitud de vaina y número de semilla por vaina, a excepción del T_3 que resaltó en el carácter número de vaina por planta (Cuadro 19). Siendo el incremento de las densidades de siembra y las condiciones edafoclimáticas, factores importantes en proporcionar adecuadamente temperatura, agua, luz y nutrientes para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas del frijol; lo que no resultó con los menores distanciamientos de siembra, en la que se altera las condiciones edafoclimáticas del cultivo. Es así que el número de vaina, disminuye con altas densidades de siembra (BENNET, 1977 y ALQUEJAYA, 1984). Como también las leguminosas requieren humedad relativa (50%) para su desarrollo, humedad excesiva es afectada por las enfermedades, tolera el exceso de calor siempre y cuando tengan humedad suficiente en el suelo, por lo que se requiere distanciamientos adecuados para brindar ciertas características. Temperatura sobre los 27 °C y con deficiencia de humedad en el suelo, por el efecto de elevados distanciamientos de siembra, originando una fuerte caída de flores. La temperatura óptima para el cultivo de frijol 'Chaucha' es de a 21 °C, por que las altas temperaturas pueden causar caída de flores y vainas recién cuajadas (ADEX, 2001). Sin embargo la cantidad de ramas, número de vainas por planta y número de granos por vaina generalmente disminuye al aumentar la densidad (GUERRA, 1972; BENNET, 1977; ALQUEJAYA, 1984; FAO, 1991).

Mientras que los Cuadros 26 y 27, presentan comparaciones entre tratamientos, siendo estos no significativos, para los caracteres diámetro de vaina y peso de 100 semillas, coincidiendo en parte con APARICIO (1990), quien con cinco variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris*) observó que la

densidad de siembra no afecta los días a la floración y fructificación para los tratamientos en siembra de verano como de primavera; además llegó a determinar que el diámetro y peso por vaina no son afectados por la densidad de la plantación. De otro modo ALQUEJAYA, (1984) menciona que el peso de las semillas no es afectada por la densidad; sin embargo LOLLATO (1982) afirma que a menor distanciamiento entre hileras afecta el peso individual de las semillas y a mayor espaciamiento se obtiene mayor peso de semillas. Finalmente de todo lo mencionado, respecto a los caracteres diámetro de vaina y peso de 100 semillas, tal vez sean características gobernadas principalmente por el genotipo de la variedad, siendo los otros factores, las características secundarias.

F. Análisis de rentabilidad.

EL análisis de rentabilidad (Cuadro 21), 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 T₃ (0.50 x 0.30 m) y T₅ (0.60 x 0.25 m), los cuales tenían igual cantidad de plantas/ha. De forma similar, se incluyen los costos por concepto de insumos y transporte (fertilizantes y granos cosechados), observándose que a medida que se incrementa las densidades de siembra disminuye el costo de mano de obra e insumos, constituyendo los rubros que incrementan los costos de producción de una hectárea de frijol.

Cuadro 21. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Clave	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Costo de producción (S/.)			Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso Bruto (S/.) (2)	Utilidad (S/.) (2-1= 3)	Relación B/C (2/1)	Índice de Rentabilidad (3/1)	
			Mano de obra	Insumos	Transporte						Total (1)
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	465.00	836.79	23.95	1325.74	846.44	1015.73	-310.01	0.77	-0.23
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	428.00	669.46	25.07	1122.53	1070.85	1285.02	162.49	1.14	0.14
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	390.00	557.70	27.98	975.68	1364.76	1637.71	662.03	1.68	0.68
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	435.00	697.24	22.76	1155.00	891.93	1070.32	-84.68	0.93	-0.07
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	390.00	557.70	22.51	970.21	1007.50	1209.00	238.79	1.25	0.25
T ₀	0.60 x 0.30	166,000	368.00	465.48	25.38	858.86	1317.13	1580.56	721.70	1.84	0.84

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

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 obtuvieron los tratamientos testigo (0.60 x 0.30 m) y T₃ (0.50 x 0.30 m) con 1.84 y 1.68 respectivamente, las mismas que tuvieron el mayor distanciamiento entre líneas, cuyos valores se vieron incrementados por los menores costos incurridos por concepto de insumos, mano de obra y transporte; paralelo a ello las diferencias significativas de los rendimientos entre tratamientos en estudio.

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.

Es así que la relación beneficio/costo se encuentra influenciada en forma general por la mano de obra e insumos, los cuales tienden a incrementar significativamente los costos de producción. Es así que los mayores índices de beneficio/costo se presentan en los tratamientos con mayor densidad de siembra, como los tratamientos Testigo (0.60 x 0.30 m) y T₃ (0.50 x 0.30 m) con 1.84 y 1.68 respectivamente.

Realizado el análisis de rentabilidad con la finalidad de disminuir los costos de producción por el uso de mano de obra e insumos, 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, para las formulaciones. Rendimientos más altos significan costos de producción más bajos por unidad de producción y en general esto produce mayores ganancias para el agricultor. Rendimientos más altos significan menor cantidad de nutrientes; como también la remoción de nutrientes por unidad de producción permanece relativamente constante, dependiendo de los rendimientos del cultivo. Por lo que la determinación de la densidad de siembra a usar debe estar basada en las metas esperadas de rendimiento y además considerar la cantidad de fertilizante necesario para incrementar y/o mantener los niveles altos de fertilidad del suelo. La fertilidad del suelo, variedad genética del cultivo, historia del campo a cultivar, la experiencia en el manejo del cultivo y las densidades de siembra a utilizar son consideraciones importantes para un buen rendimiento en la producción del cultivo.

Para una mayor ilustración se muestra la Figura 5, en la que se aprecia las utilidades obtenidas por los tratamientos con respecto al ingreso bruto obtenido, siendo los más destacados los tratamientos T_0 (0.60 x 0.30 m) y T_3 (0.50 x 0.30 m) con 721.70 y 662.03 nuevos soles de utilidad por hectárea respectivamente a diferencia de los tratamientos T_1 (0.50 x 0.20 m) y T_4 (0.60 x 0.20 m) los que mostraron pérdidas de -310.01 y -84.68 nuevos soles por hectárea respectivamente.

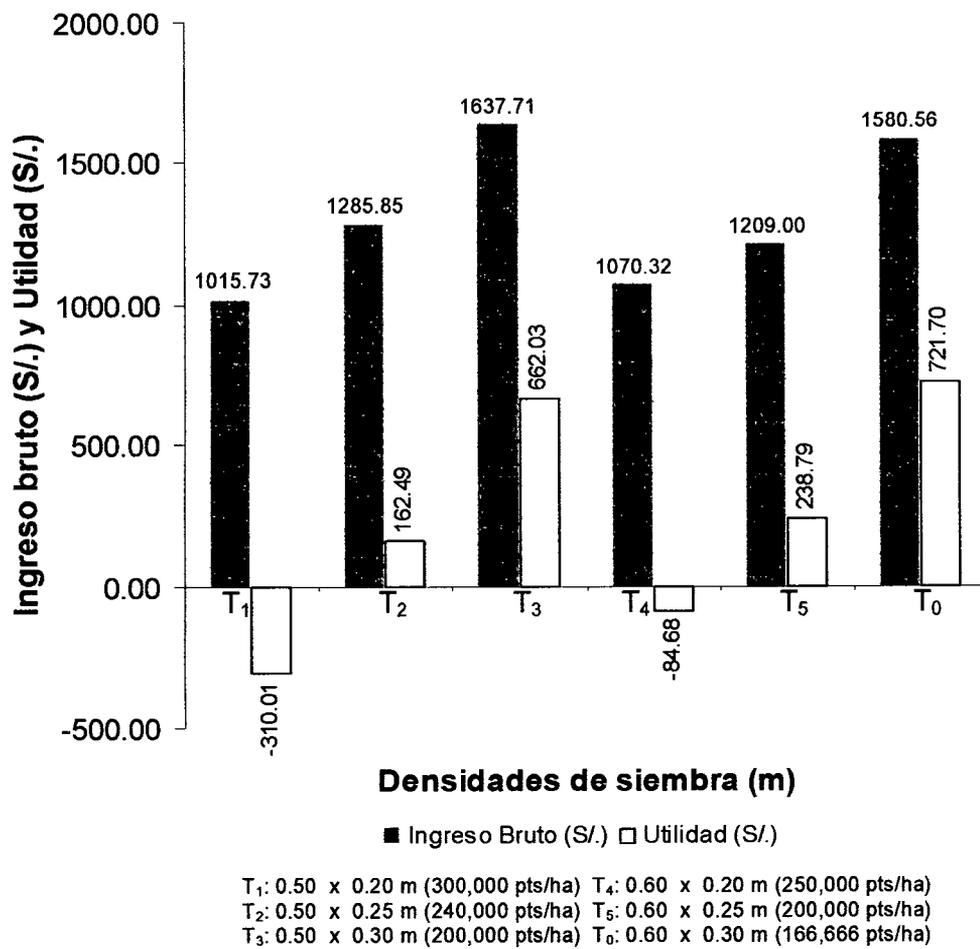


Figura 5. Análisis de rentabilidad respecto a la densidad de siembra.

V. CONCLUSIONES

1. La densidad de siembra con mayor efecto en el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha' corresponde al tratamiento T_3 (0.50 x 0.30 m) seguido del tratamiento T_0 (0.60 x 0.30 m) con 1364.76 y 1317.13 kg/ha respectivamente, quedando en último lugar los tratamientos T_4 (0.60 x 0.20 m) y T_1 (0.50 x 0.20 m) con 891.93 y 846.44 kg/ha respectivamente.
2. De acuerdo al análisis de rentabilidad, los mayores índices de beneficio/costo (B/C), lo obtuvieron los tratamientos con mayores distanciamientos entre plantas, que corresponden a T_0 (0.60 x 0.30 m) y T_3 (0.50 x 0.30 m) con 1.84 y 1.68 respectivamente. Mientras que los tratamientos T_4 (0.60 x 0.20 m) y T_1 (0.50 x 0.20 m) obtuvieron un índice de rentabilidad negativo con -0.07 y -0.23 respectivamente.
3. A mayor densidad de siembra, es menor: la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, materia seca, número de vaina por planta y por consiguiente menor rendimiento

VI. RECOMENDACIONES

1. Las densidades de siembra en frijol 'Chaucha' que se recomienda para las mismas condiciones edafoclimáticas del campo experimental son: 0.60 x 0.30 m y 0.50 x 0.30 m debido a su buen rendimiento de granos secos y a sus altos índices beneficio/costo (B/C).
2. Con la finalidad de bajar los costos de producción y obtener mayores márgenes de ganancia, se debe considerar suelos con buena fertilidad y buen manejo agronómico, en la que no amerite la fertilización y en lo mínimo el control fitosanitario, con los distanciamientos que resultaron superiores en rendimientos y con bajos costos de producción.
3. En suelos con baja fertilidad y alta densidad de población no amerita sembrar con fines de rentabilidad, por que los costos de producción se incrementan, obteniéndose utilidades negativas.
4. Continuar con trabajos de investigación sobre densidad de siembra, en suelos ácidos para establecer distanciamientos de siembra adecuados.

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 Fundo 'Vista Alegre', perteneciente al Sr. Luis Gonzáles Inocencio, ubicado en el Sector de Picuruyacu entre los meses de julio a octubre del 2003. El experimento se instaló en un suelo de textura franco-arcilloso; bajo contenido de materia orgánica, bajo en nitrógeno, nivel medio de fósforo, bajo contenido de potasio, CIC bajo y pH 4.0.

Se utilizó semilla del PROYECTO PRA con un poder germinativo de 95%. Los componentes en estudio fueron 6 densidades de siembra empleándose la disposición experimental Bloque Completo al Azar con 4 repeticiones.

La preparación del terreno, siembra y demás labores culturales se realizaron de acuerdo al plan establecido. Se efectuó un deshierbo manual, a los 20 días de la siembra; el abonamiento se efectuó empleando la fórmula 30-60-50 kg/ha de NPK, la primera al momento de la siembra y la segunda antes de la floración, aplicando el fósforo y potasio en su totalidad al momento de la siembra y fraccionando el nitrógeno en dos partes (la mitad al momento de la siembra y la otra antes de la floración). Al los 20 días de la siembra se observo ataque de *Andrector tingomarianus* Bechyne y *Spodoptera frugiperda* Smith, controlándose ambos con aplicaciones de Metafos (Metamidophos) al 1‰. Mientras que *Sclerotium rolfsii* y *Thanatephorus cucumeris*, se utilizó Parachupadera (Frutolamil + Captan) al 2‰ y Benlate (Benomil) al 1‰ respectivamente.

Los resultados obtenidos, muestran a la densidad de siembra con mayor efecto en el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha', siendo el tratamiento T₃ (0.50 x 0.30 m) seguido del tratamiento T₀ (0.60 x 0.30 m) con 1364.76 y 1317.13 kg/ha respectivamente, quedando en último lugar los tratamientos T₄ (0.60 x 0.20 m) y T₁ (0.50 x 0.20 m) con 891.93 y 846.44 kg/ha respectivamente. Mientras que los caracteres biométricos como altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y materia seca a los 15 días, diámetro de vaina al momento de la cosecha y peso de 100 semillas secas después de la cosecha no mostraron respuestas significativas. Sin embargo mostraron respuestas significativas a la floración en altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, materia seca y número de flores, mientras que número de vaina por planta, longitud de vaina y número de semillas por vaina al momento de la cosecha. Por efecto del incremento del distanciamiento entre líneas y la influencia de algunas características edafoclimáticas, trajo como consecuencia respuestas significativas en el rendimiento, siendo los mayores índices de beneficio/costo (B/C), para los tratamientos cuyos distanciamientos entre líneas fueron mayores como los tratamientos 0.60 x 0.30 m (testigo) y 0.50 x 0.30 m (T₃) con 1.84 y 1.68 respectivamente.

IX. 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'. Huánuco - 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 p.
6. BOX. 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. BUENA SALUD. 2004. Composición nutricional del frijol 'Chaucha'. [En línea]. (<http://www.buenasalud.com/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID3426&ReturnCatID5>, documentos, 02 Abril 2004).
9. CALZADA, B. J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3^{era} Edición. Editorial Jurídica. Lima – Perú. 643 p.

10. CIAT. 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). 2^{da}. Edic. Edit. Fundación WK Kellogg. Cali - Colombia. 135 p.
11. CHANG, J. N. 1979. Influencia de la densidad de siembra en la producción de frijol loctao (*Vignía radiata* (L.) Wilez) en el valle de Jequetepeque, Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. 65 p.
12. CHÁVEZ, A. E. 1977 Soya: Programa de entrenamiento en Estados Unidos, Puerto Rico, Colombia y Ecuador. Informe especial N° 58. Lima - Perú. 17 p.
13. DÍAZ, M. Carliz E; R. Figueroa, Nardo y Rosemary 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).
14. FAO. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Editado por la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma - Italia. 707 p.
15. FRIJOL JUDÍA. 2004. Nombres comunes de los frijoles. [En línea]. (<http://www.plantas.metropoliglobal.com/J/Judia/judia.htm>, documentos, 02 Abril 2004).
16. FRIJOL. 2004. Producción mundial de *Phaseolus vulgaris* L. [En línea] :(http://www.cfired.org.ar/esp2/redes/legumbres/poroto_produccion_mundial.htm, documento, 25 Noviembre del 2004).

17. 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.
18. 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.
19. KAYE. 1979. Legumbres alimenticias. Trad. María Paz Nava. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza - España. 437 p.
20. LIRA, S. H. 1994. Fisiología vegetal. Edit. Trillas S.A de C.V. México. 237 p.
21. 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.
22. 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 - Huánuco. 92 p.
23. 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 - Huánuco. 84 p.
24. MINAG. 2004. Producción de frijol en el Perú. [En línea]: MINAG, (<http://www.minag.gob.pe>, documento, 30 Noviembre del 2004).

25. 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.
26. PARSONS, D. B. 1987. Frijol y chicharo. Sexta Reimpresión. Editorial Trillas. México. 58 p.
27. PORTA, C. J. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2^{da} Edic. Edit. Mundi Prensa. Madrid – España. 849 p.
28. PROYECTO PRA. 2003. Manual técnico del frijol 'Chaucha'. Huánuco - Perú. 50 p.
29. RIVAS, P. 1992. Efecto de la competencia en el rendimiento y sus componentes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Huánuco. 88 p.
30. ROLANDO, A. V. 2004. Producción local de frijoles. [En línea]. (<http://www.producciónlocaldefrijoles.com>, documentos, 02 Abril 2004).
31. TORIBIO, A. 1995. Cultivo de maíz. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria - Huánuco. 84 p.
32. 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 – Huánuco. 85 p.
33. 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 - Huánuco. 82 p.

X. ANEXO

Cuadro 22. Prueba de Duncan para la altura de planta de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (cm)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₂	0.50 x 0.25	240,00	12.62	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	12.59	a
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	12.59	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	12.55	a
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	12.31	a
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	12.29	a

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

Cuadro 23. Prueba de Duncan para el diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (mm)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	3.34	a
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	3.31	a
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	3.30	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	3.25	a
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	3.15	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	2.99	a

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

Cuadro 24. Prueba de Duncan para el número de hojas de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	1.85	a
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	1.85	a
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	1.83	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	1.83	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	1.78	a
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	1.78	a

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

Cuadro 25. Prueba de Duncan para la materia seca de frijol variedad 'Chaucha' a los 15 días de la siembra.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (gr)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	13.80	a
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	13.48	a
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	13.23	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	13.20	a
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	13.18	a
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	13.13	a

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

Cuadro 26. Prueba de Duncan para el diámetro de vaina de frijol variedad 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (mm)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	8.61	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	8.52	a
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	8.43	a
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	8.39	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	8.39	a
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	8.27	a

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

Cuadro 27. Prueba de Duncan para el peso de 100 semillas de frijol variedad 'Chaucha'.

Tratamientos	Distanciamientos (m)	Densidad de población (pts/ha)	Promedios (gr)	Significación ($\alpha=0.05$)
T ₅	0.60 x 0.25	200,000	35.75	a
T ₁	0.50 x 0.20	300,000	35.53	a
T ₂	0.50 x 0.25	240,000	35.53	a
T ₄	0.60 x 0.20	250,000	35.45	a
T ₀	0.60 x 0.30	166,666	34.60	a
T ₃	0.50 x 0.30	200,000	34.18	a

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

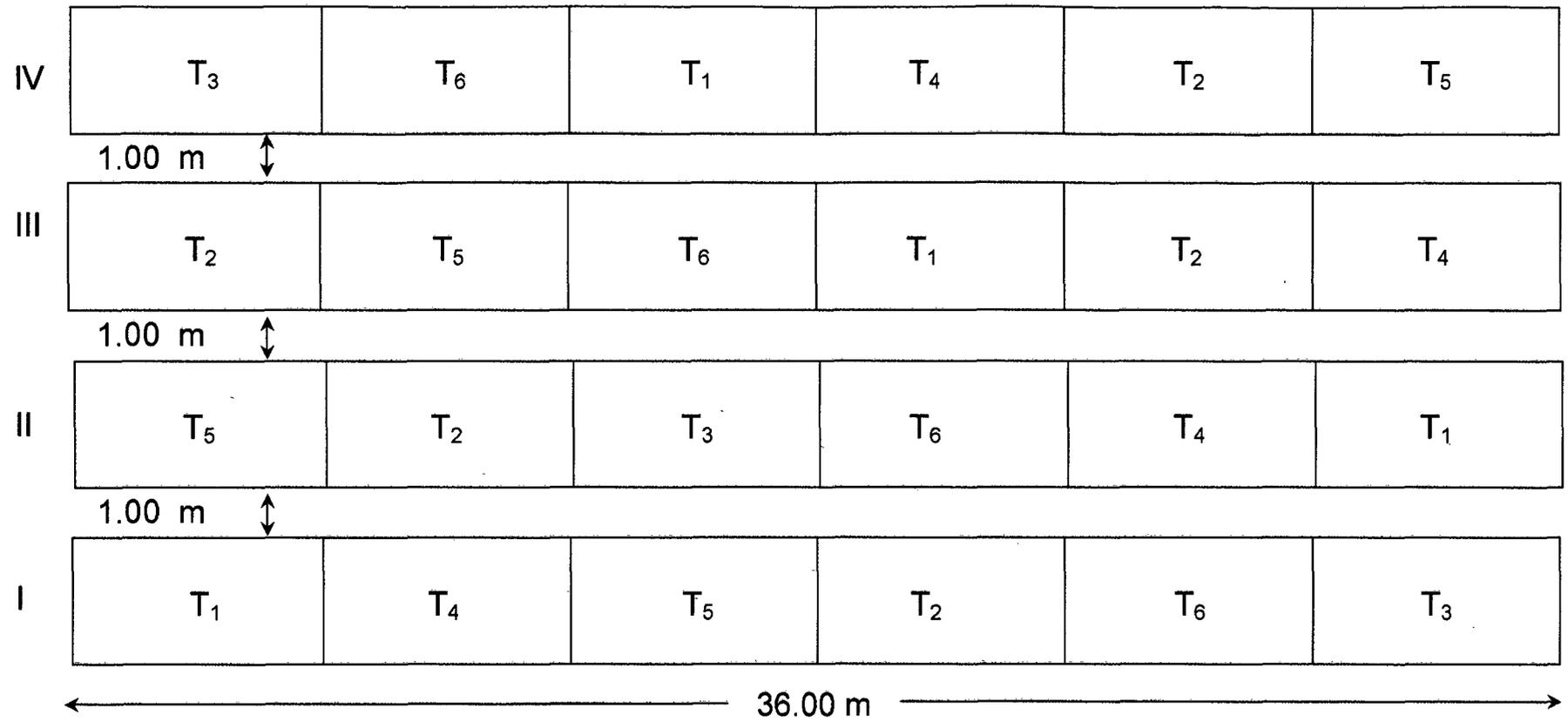


Figura 6. Detalles del campo experimental.

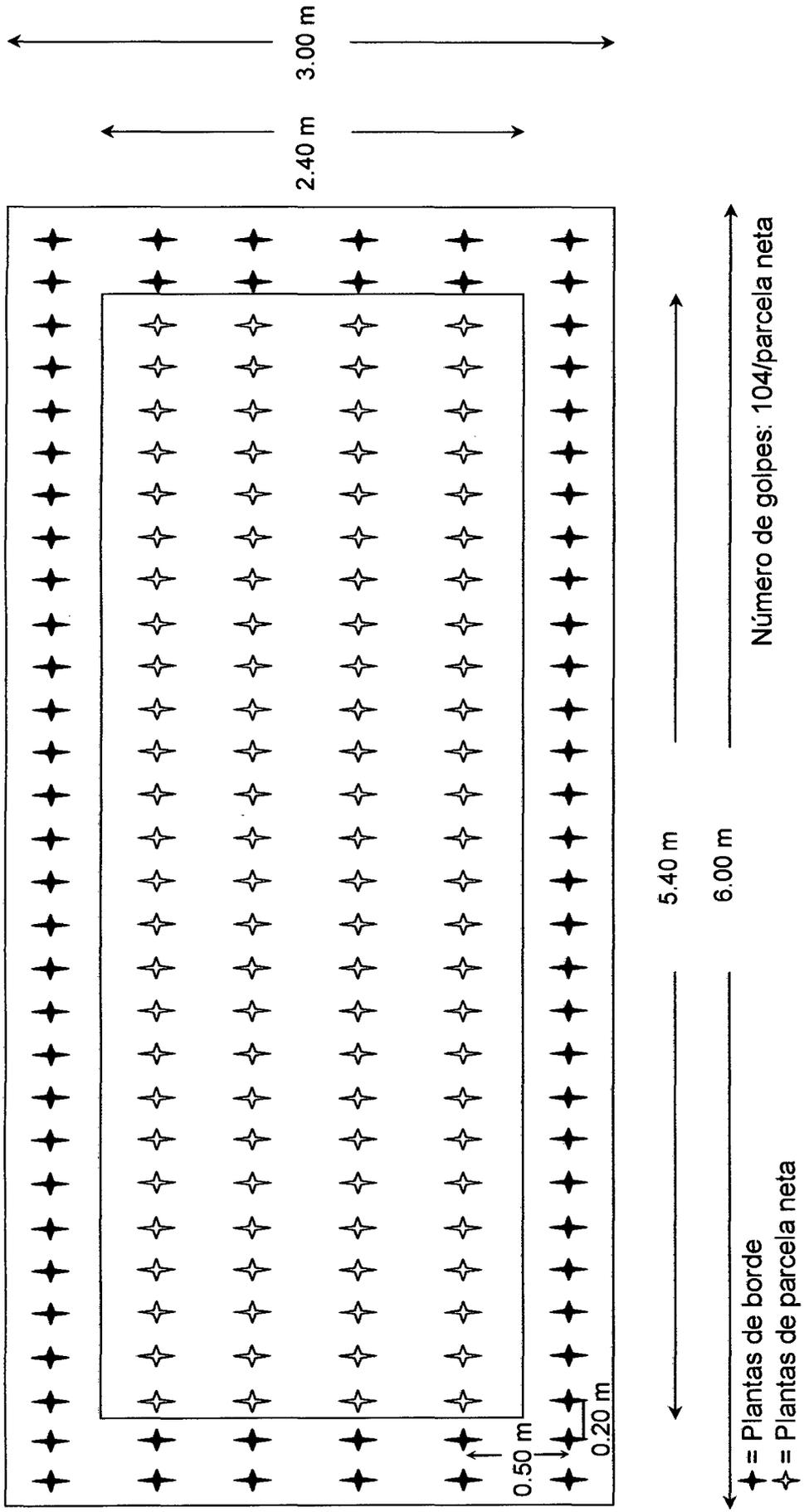


Figura 7. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.50 x 0.20 m (T₁).

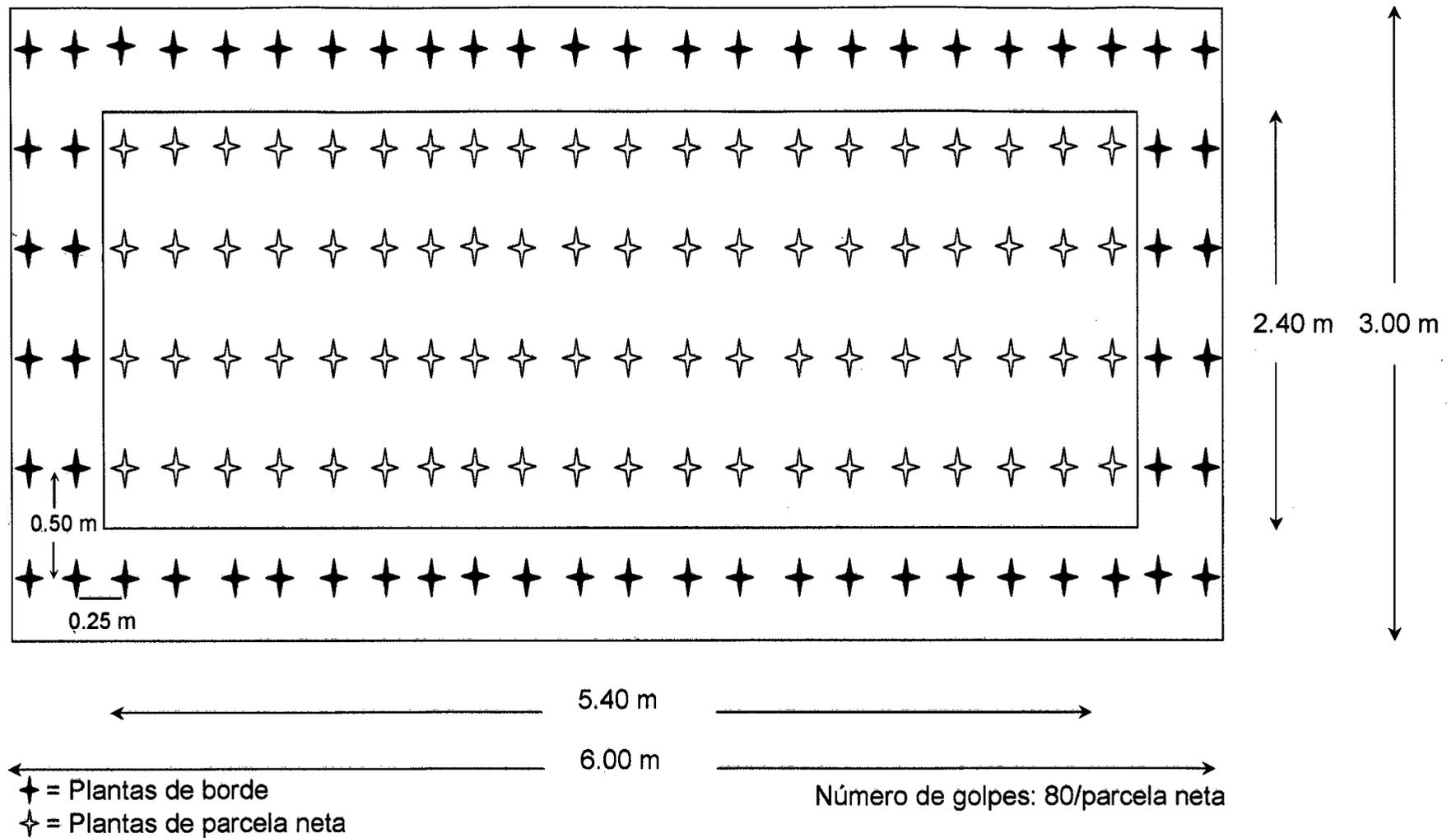


Figura 8. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.50 x 0.25 m (T₂).

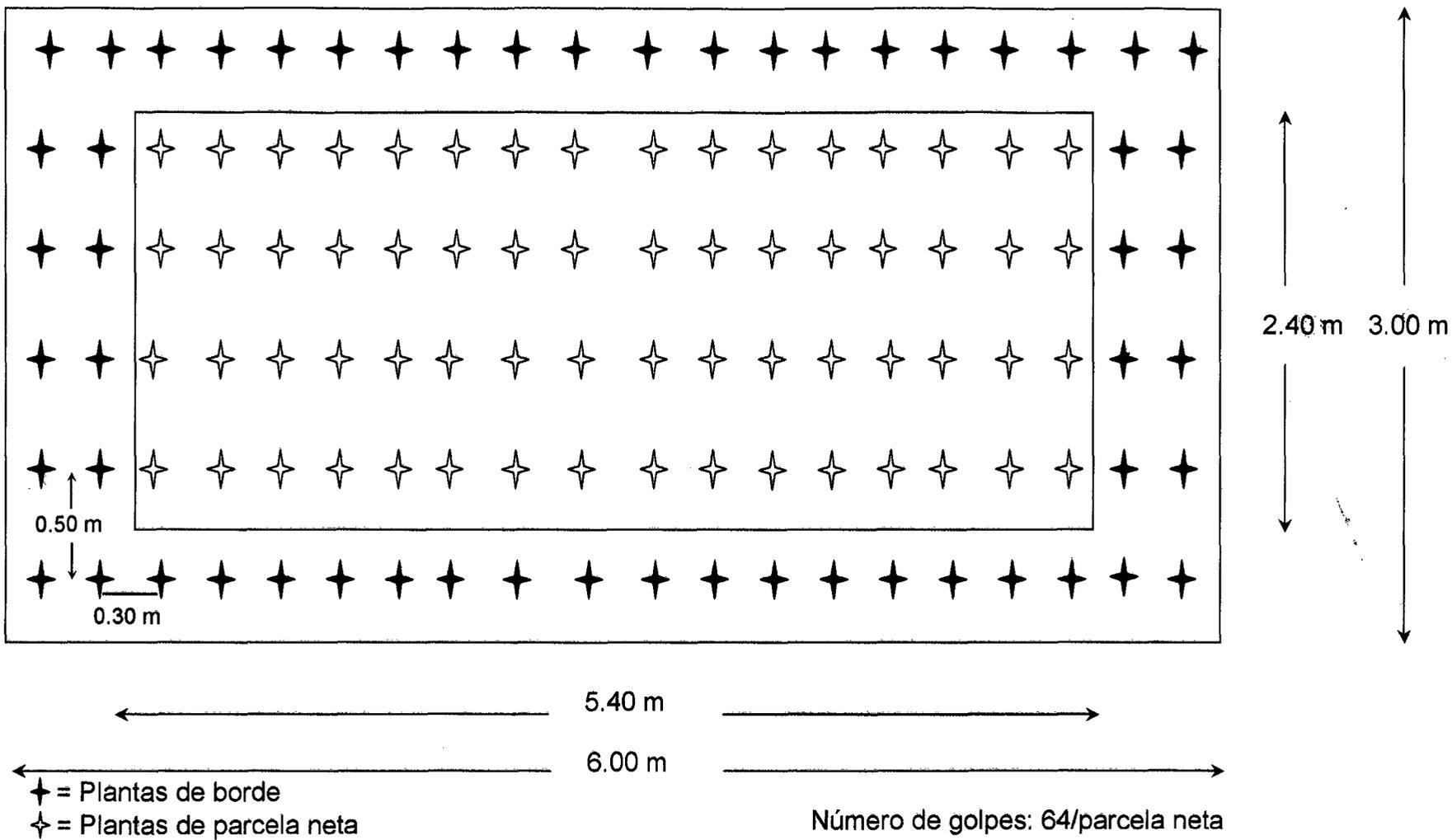


Figura 9. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.50 x 0.30 m (T₃).

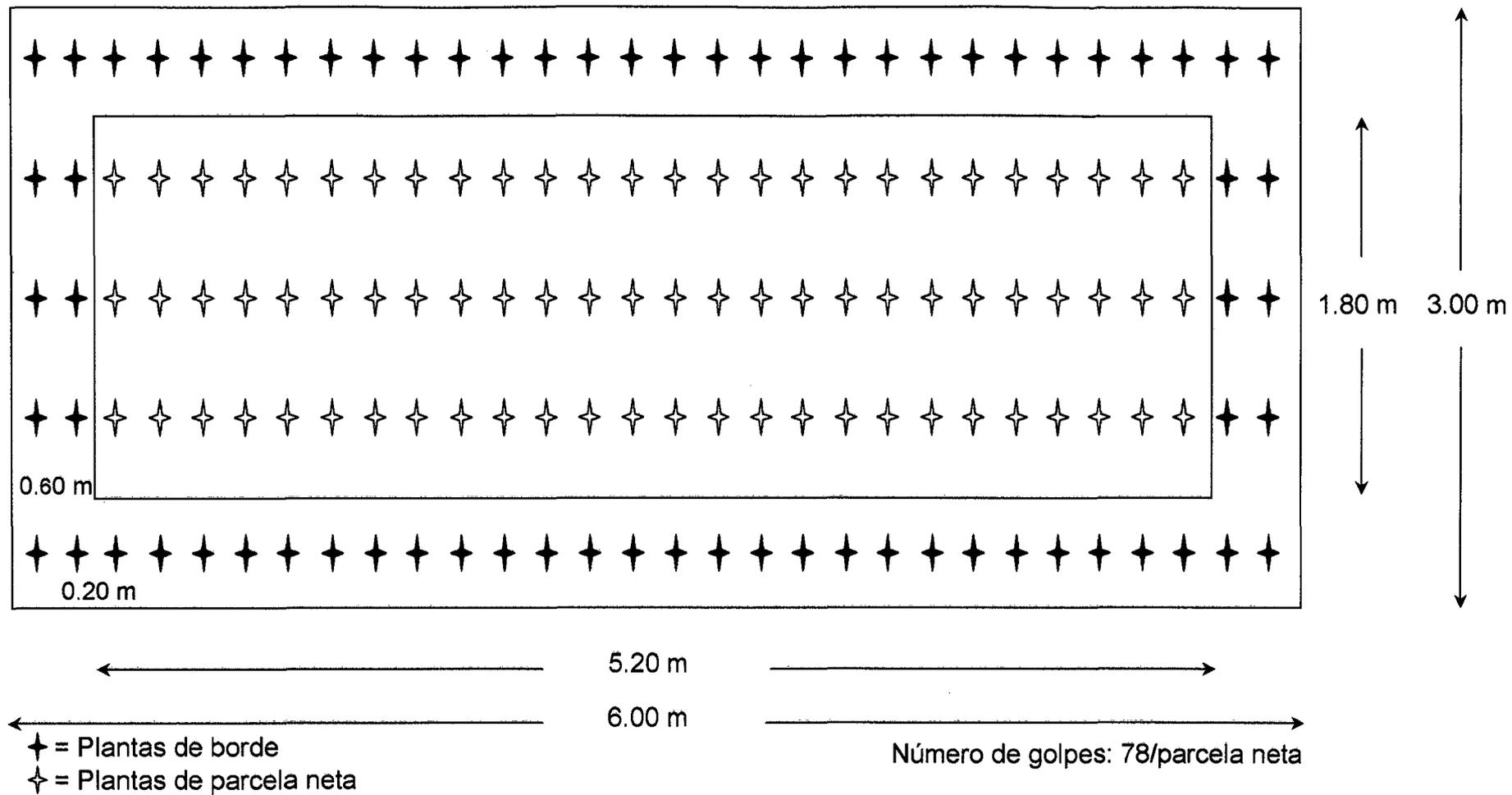


Figura 10. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.60 x 0.20 m (T₄).

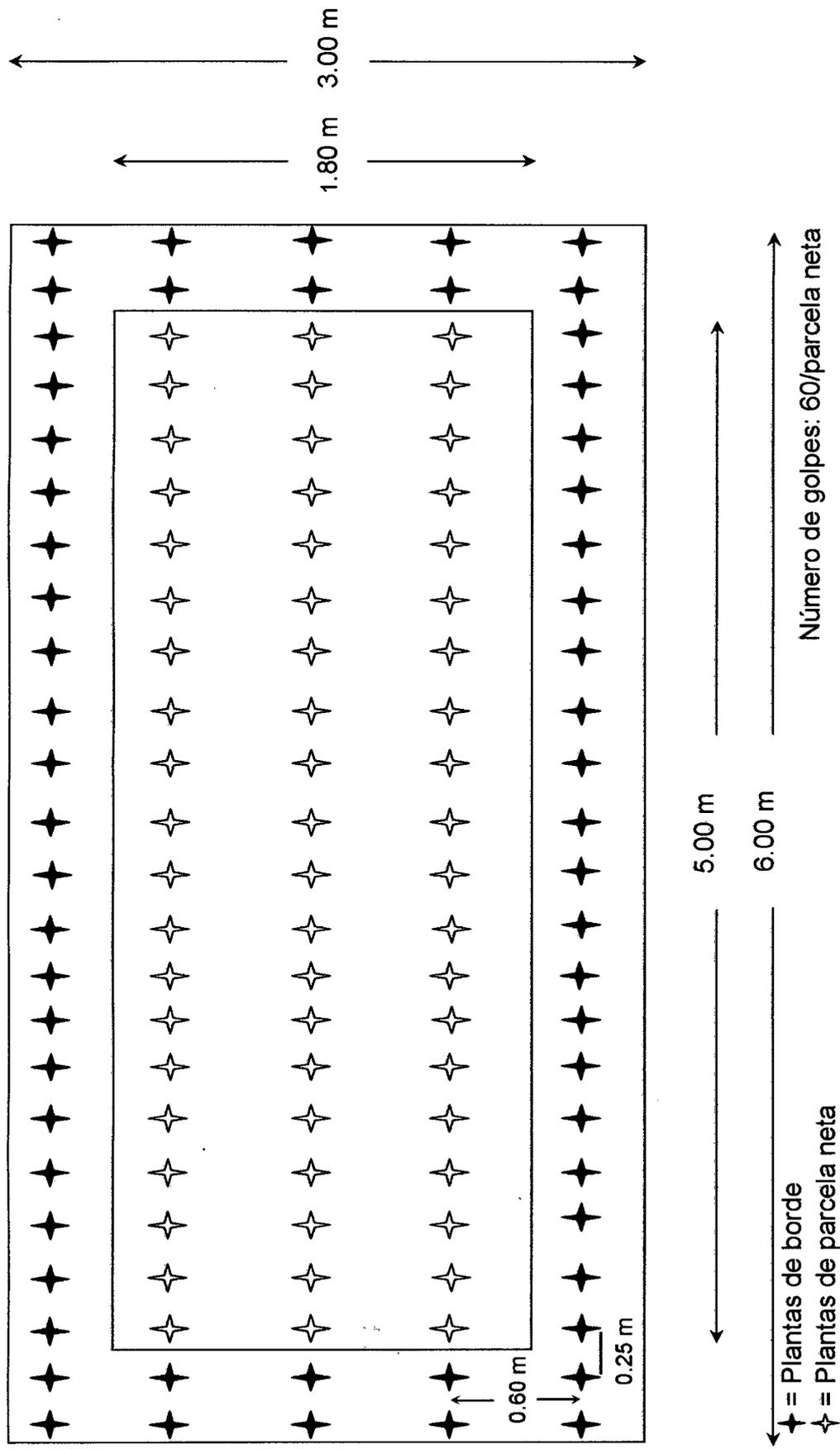


Figura 11. Detalle de la parcela experimental con distanciamiento de 0.60 x 0.25 m (T₅)

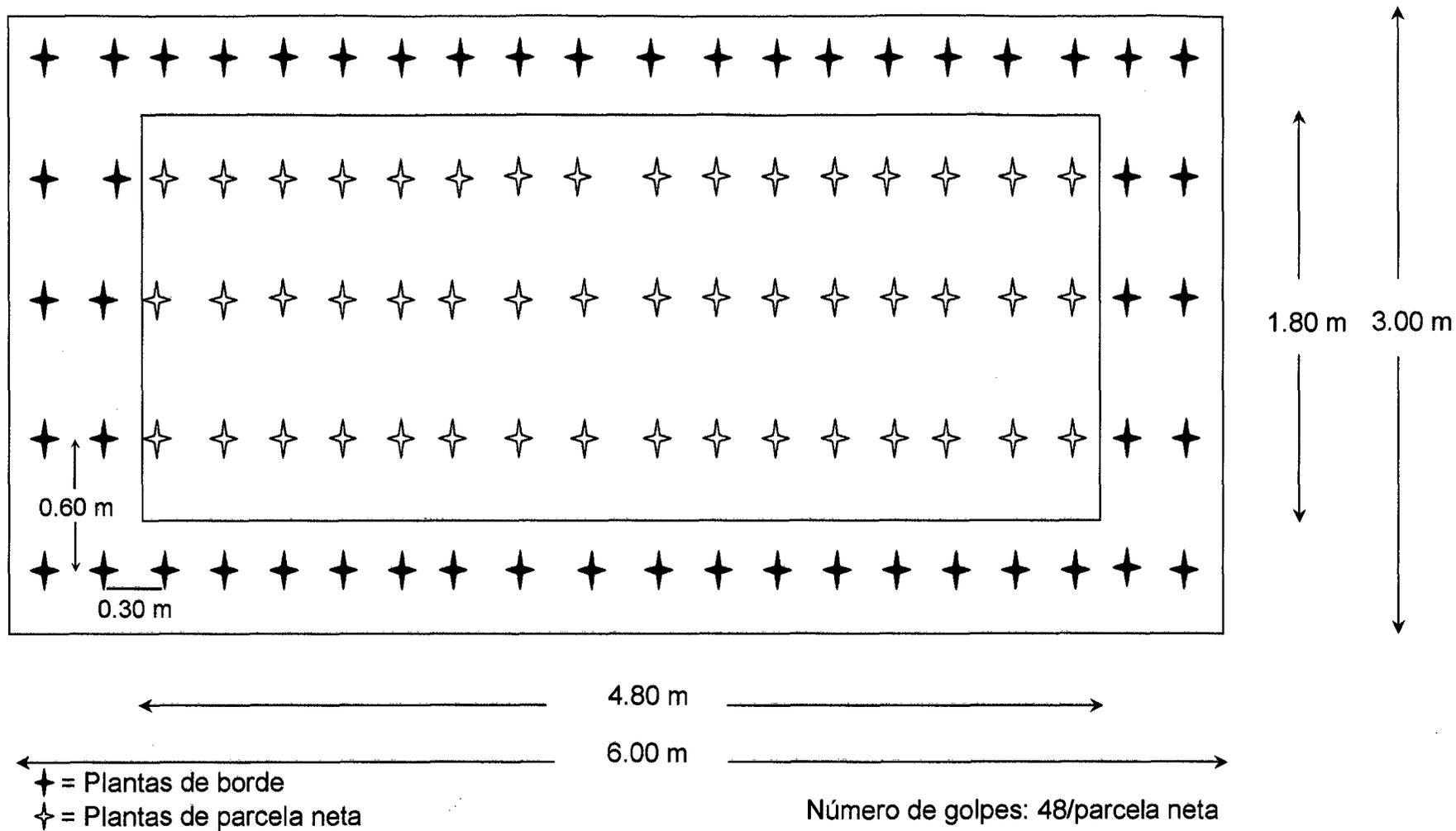


Figura 12. Detalle de la parcela experimental testigo con distanciamiento de 0.60 x 0.30 m (T_0).