UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias

"EFECTO DE DOS MÉTODOS Y TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL COMPORTAMIENTO DEL FRIJOL LOCTAO (*Vigna radiata* (L.) Wilcz) EN TINGO MARÍA"

TESIS

Para Optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Pedro Merino Sifuentes

PROMOCIÓN I – 1998

"Profesionales Unasinos Líderes hacia el Tercer Milenio"

TINGO MARÍA – PERÚ

2001

DEDICATORIA

"Teme a Dios, y guarda sus mandamientos;
porque esto es el todo del hombre"
Eclesiastes 12: 13

A mi madre: ERLINDA
con infinito amor y eterna gratitud, por su abnegado sacrificio y constante aliento en mi formación profesional.

A mi hermana; ELIZABETH, por su apoyo moral y económico en mis estudios y en la feliz culminación del presente trabajo

A la memoria de mi padre VICTOR
(Q. E. D. D. G).

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por la salvación y sabiduría que me dio.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Ing. JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA, asesor del presente trabajo de tesis, por su consideración y valioso apoyo.

Al Ing. LUZ BALCAZAR TERRONES, co-asesor de la presente tesis, por su apoyo y sugerencias en la elaboración y redacción del experimento.

A los Ings. FAUSTO SILVA C., CARLOS MIRANDA A. y DAVID GUARDA S.; miembros del Jurado de Tesis, por sus sugerencias y aportes .

Al Sr. IVAN ZECEVICH ALVARADO, por concederme las instalaciones de su fundo para la realización del experimento.

A mis amigos WILDER AMBICHO S., JUAN HERNANDEZ G., SILVIA y MARIA ALEJANDRO por su amistad y apoyo brindado.

Al Ing. ROLANDO REYES S. y Bach. ERIKA PORTOCARRERO L. por su apoyo en la impresión del trabajo de tesis.

Al personal de los Laboratorios de Suelos y Control Semillas, y de la Biblioteca por las facilidades otorgadas.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en el desarrollo del presente trabajo de tesis

ÍNDICE GENERAL

		Pág.
I.	INTRODUCCIÓN	11
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	13
	2.1 Características del cultivo	13
	2.2 Métodos y densidad de siembra	17
	2.3 Algunas consideraciones sobre la utilidad del frijol loctao	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
	3.1 Ubicación del campo experimental	23
	3.2 Historia del campo	23
	3.3 Condiciones del campo experimental	23
	3.4 Condiciones climáticas	25
	3.5 Componentes en estudio	26
	3.6 Tratamientos en estudio	26
	3.7 Disposición experimental	27
	3.8 Esquema del análisis estadístico	29
	3.9 Observaciones registradas	30
	3.10 Ejecución del experimento	34
IV.	RESULTADOS	38
	4.1 Rendimiento en grano seco	38

4.2 Peso seco de 100 semillas 43

4.3 Número de granos por vaina 46

4.4 Peso seco de vaina 48

4.5 Altura de planta 50

4.6 Diámetro de tallo 54

4.7 Número de vainas por parcela neta 57

4.8 Longitud de vaina 59

4.9 Número de ramas por planta 61

4.10 Porcentaje de incidencia de plagas 65

4.11 Porcentaje de germinación 67

4.12 Inicio de la floración 71

4.13 Inicio de la fructificación 75

V. DISCUSIÓN 79

VI. CONCLUSIONES 89

VII. RECOMENDACIONES 90

VIII. RESUMEN 91

IX. BIBLIOGRAFÍA 93

X. ANEXO 96

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1.	Composición proximal del grano seco y del germinado del frijol loctao	21
2.	Composición por 100 gramos de porción comestible del frijol loctao germinado	22
3.	Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el experimento	24
4.	Observaciones meteorológicas: Julio-noviembre 1999	25
5.	Tratamientos en estudio	26
6.	Esquema del análisis de variancia	30
7.	Análisis de variancia para rendimiento en grano seco del frijol loctao .	38
8.	Análisis de variancia para los efectos simples del rendimiento en grano seco del frijol loctao	39
9.	Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el efecto simple del factor método de siembra (A) en el segundo nivel de la densidad de siembra (b_2), en el rendimiento	41
10.	Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el efecto simple del factor método de siembra (A) en el tercer nivel de la densidad de siembra (b_3), en el rendimiento	41
11.	Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el efecto simple del factor densidad de siembra (B) en el segundo nivel del método de siembra (a_2), en el rendimiento	42

12. Análisis de variancia para peso seco de 100 semillas 43

13. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el peso seco de 100 semillas 44

14. Análisis de variancia para el número de granos por vaina 46

15. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el número de granos por vaina 47

16. Análisis de variancia para el peso seco de vaina 48

17. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el peso de vaina 49

18. Análisis de variancia para la altura de planta 50

19. Análisis de variancia para los efectos simples en la altura de planta 51

20. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el efecto simple del factor método de siembra en el tercer nivel de la densidad de siembra (b_3), en la altura de planta 53

21. Análisis de variancia para el diámetro de tallo 54

22. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el diámetro de tallo 55

23. Análisis de variancia para el número de vainas por parcela neta, con datos transformados mediante la fórmula: $\sqrt{x}$ 57

24. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el número de vainas por parcela neta 58

25. Análisis de variancia para la longitud de vaina 59

26. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para la longitud de vaina 60

27. Análisis de variancia para el número de ramas por planta 61

28. Análisis de variancia para los efectos simples del número de ramas por planta 62

29. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el segundo nivel del método de siembra (a_2), en el número de ramas por planta 64

30. Análisis de variancia para el porcentaje de incidencia de plagas 65

31. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el porcentaje de incidencia de plagas 66

32. Análisis de variancia para el porcentaje de germinación 67

33. Análisis de variancia para los efectos simples del porcentaje de germinación 68

34. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el efecto simple del factor método de siembra en el primer nivel del factor densidad de siembra (b_1), para el porcentaje de germinación 69

35. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el primer nivel del factor método de siembra (a_1), para el porcentaje de germinación 69

36. Análisis de variancia para los días a la floración inicial 71

37. Análisis de variancia para los efectos simples de los días a la floración inicial 72

38. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el efecto simple del factor método de siembra en el tercer nivel del factor densidad de siembra (b_3), para los días a la floración inicial 74

39. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el segundo nivel del método de siembra (a_2), para los días a la floración inicial 74

40. Análisis de variancia para los días a la fructificación inicial 75

41. Análisis de variancia para los efectos simples de los días a la fructificación inicial 76

42. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el primer nivel de los métodos de siembra (a_1), para los días a la fructificación inicial 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1.	Rendimiento en grano seco del frijol loctao (kg/ha)	40
2.	Peso seco de 100 semillas del frijol loctao (g)	45
3.	Altura de plantas del frijol loctao (m)	52
4.	Diámetro de tallo del frijol loctao (cm)	56
5.	Número de ramas por planta del frijol loctao	63
6.	Porcentaje de germinación del frijol loctao (%)	70
7.	Días a la floración inicial del frijol loctao (días)	73
8.	Días a la fructificación inicial del frijol loctao (días)	78

I. INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos en nuestro país, no alcanza a satisfacer la demanda creciente, debido al incremento desmesurado de la población y al empleo de técnicas de cultivo inapropiadas, generándose de esta manera una permanente necesidad de alimentos y una secuela dolorosa de hambre y desnutrición, afectando principalmente a los sectores menos favorecidos.

Para incrementar la producción alimentaria, se requiere considerar estrategias generales tales como: ampliación de la frontera agrícola y el incremento del rendimiento de los cultivos por unidad de área. A estas estrategias también se puede involucrar la introducción de nuevas variedades que puedan adaptarse a las condiciones edafoclimáticas de la selva alta y con ello generar el incremento de la frontera agrícola y elevar los rendimientos por unidad de área; más aún teniendo en cuenta que estas especies pueden combinarse con los sistemas integrales que conlleven al mejoramiento y conservación de los suelos.

El frijol "loctao" o "frijol chino" es una leguminosa originaria del sureste asiático, que responde positivamente a las condiciones edafoclimáticas de nuestra zona; pero actualmente no se conoce a plenitud el comportamiento de esta variedad en la región, solo se tiene referencia del cultivo en condiciones de Costa. Tanto la densidad de siembra como los métodos de siembra son criterios muy importantes a tener en cuenta, pues nos darán elementos de juicio sobre la forma de siembra, cantidad de semilla a emplear, número de plantas por área,

rendimiento a obtener, y otros conocimientos sobre el comportamiento de esta especie.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se ha visto por conveniente la realización del presente trabajo de investigación a fin de obtener información respecto al comportamiento del frijol loctao en las condiciones de nuestra región, y que posteriormente esta información pueda servir de base para investigaciones futuras con esta variedad.

Para tal efecto planteamos los siguientes objetivos:

1. Determinar la influencia de dos métodos de siembra en el desarrollo del frijol loctao.
2. Determinar la densidad de siembra más adecuada para el cultivo del frijol loctao.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO.

Ubicación taxonómica:

Reino	:	Vegetal
División	:	Espermatofitas
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledoneas
Orden	:	Leguminosales
Familia	:	Papilionaceae
Tribu	:	Phaseoleae
Género	:	Vigna
Subgénero	:	Ceratotropis
Especie	:	radiata
Nombre científico	:	*Vigna radiata* (L.) Wilcz (4, 9)

Nombres populares:

"Loctao", "frijol chino" (Perú).

"Judia de mungo", "frijol mungo" (España).

"Mung bean", (Australia).

"Lou teou" (China) (8, 9)

Origen y distribución:

El frijol loctao o judía de mungo se originó en el Sureste de Asia, siendo un cultivo de gran importancia en esta región, especialmente en la India, Tailandia, Indonesia y Filipinas. En menor escala se cultiva en los países de Africa y América (9).

Esta leguminosa debe su nombre en el país, a que inicialmente fue cultivado por agricultores de origen chino, quienes le dieron el nombre con el que se le conoce en su país y que traducido al castellano significa "frijol verde" (5).

Características botánicas:

- De acuerdo al hábito de crecimiento es una planta herbácea de crecimiento rápido (anual), erecta o semierecta, de 30 a 90 cm de altura, muestra una gran variación en su forma y adaptación (4).

La altura oscila entre 15 cm y 1 m, siendo su altura media de la planta madura 0.90 m (8).

- El sistema radicular puede ser mesofítico o xerofítico, la forma xerofítica esta relacionado a las variedades de hábito erecto y de estación de crecimiento largo (9).

En la mayoría de leguminosas la fijación de nitrógeno alcanza su punto máximo en el momento de la floración y declina rápidamente enseguida, entrañando un envejecimiento de los nódulos (4).

- Los tallos tienen ramas desde la base, siendo de forma angular y verdes, en ocasiones teñidas de púrpura y presentan ligera pilosidad. Ramifica con facilidad, pero su follaje no es denso, a veces los extremos de las ramas son enredaderas (8, 9).

- Las hojas son trifoliadas, los foliolos grandes, ovaladas, enteras, raramente lobuladas, membranosas, de 5 a 10 cm de longitud, de color verde claro a oscuro (9).

- Las flores de color amarillas o verde-amarillentas están agrupadas de 10 a 20 inflorescencias sobre racimos axilares o terminales. Estas aparecen a los siete u ocho semanas de la siembra (8, 9).

- Las 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, su forma es cilíndrica algo recurvadas y vellosas en estado tierno con 6 a 16 granos (9, 11).

- Las semillas son globulares u oblongas, de colores verde, marrón o con manchas negras, ligeramente aplanadas o casi esféricas con una longitud de 3 a 5 mm, de color verdoso. Los cotiledones son epígeos; En un kilo hay aproximadamente 20,000 semillas (9, 11).

En variedades de leguminosas precoces, la fructificación puede iniciarse alrededor de los 60 días, encontrándose en plena fructificación a los 60 a 70 días (7).

Requerimientos edafoclimáticos:

- Requiere una temperatura templada y uniforme, es tolerante a temperaturas elevadas, crece bien en zonas cuyas temperaturas medias están entre 30 y 36°C. Es sensible a heladas (9).

- Para tener buenos resultados, necesita periodos de lluvia distribuidos de 750 a 900 mm anuales. Tolera las sequías (9).

- Crece sobre una gran variedad de suelos, siempre que estén bien drenados, no soporta suelos anegados; tiene mejores resultados en suelos fértiles, franco arenosos. En suelos de poca fertilidad es necesario la aplicación de 185 a 250 kg/ha de superfosfato molibdenizado (8, 9).

- En la India esta especie crece desde el nivel del mar hasta alturas superiores a 1800 m.s.n.m. (9).

- Se clasifica como planta de día corto, pero existen también cultivares neutros con respecto al día (9).

El crecimiento en los frijoles está en función de la intensidad luminosa (4).

2.2 MÉTODOS Y DENSIDAD DE SIEMBRA.

2.2.1 Métodos de siembra.

El método de siembra mas generalizado tanto para el maíz como para las leguminosas (frijol, soya, maní, etc.) en nuestro medio es a golpe y en menor escala en chorro continuo. Los resultados comparativos, entre ambos métodos de siembra con densidades similares no presentan diferencias significativas, pudiéndose emplear cualquiera de los dos métodos (16).

Las semillas del frijol chino pueden sembrarse a unos 4 cm de profundidad, al voleo o en surcos. Empleando el método por golpes, la distancia entre surcos oscila entre 25 cm y 87.5 cm, pero se recomienda una distancia de 50 cm con 4 a 5 cm entre plantas. También puede sembrarse al voleo o mecánicamente en líneas espaciadas de 16 a 35 cm (8, 9).

En la India se emplea el "método a golpe" con surcos separados entre 35 a 45 cm y 22.5 cm entre plantas (9).

2.2.2 Densidad de siembra.

La elección de la densidad de siembra depende del grado de la fertilidad del campo, de la resistencia al 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 menor; las variedades resistentes al vuelco que no se ramifiquen 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 (6).

La FAO recomienda una densidad de siembra de 6 kg/ha en líneas espaciadas de 16 a 35 cm y hasta 10 kg/ha para el sistema al voleo (8).

En Tingo María, empleando un distanciamiento entre líneas de 0.60 m y entre golpes 0.20 m, con 4 plantas por golpe y bajo un nivel de fertilización de 30-80-50 kg/ha de $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$, obtuvo un rendimiento aproximado de 1998 kg/ha de fríjol loctao (17).

En un experimento realizado en el valle de Jequetepeque, se encontró que el rango de variabilidad para el número de vainas/planta es alto tanto en las bajas como en altas densidades, deduciendo que la planta aprovecha el espacio que existe entre ellas, siendo conveniente hacer trabajos de selección genética a fin de obtener variedades mejoradas, con altos rendimientos. En cuanto al distanciamiento entre surcos se observó que los rendimientos son muy similares tanto a 0.80 m como a 0.60 m; en lo que se refiere a distanciamiento entre plantas se nota que a menor separación, los rendimientos son mayores; recomendando mantener altas densidades, ya que estas son decisivas para la obtención de cosechas óptimas (5).

2.2.3 Influencia de la densidad de siembra en otras leguminosas.

Al estudiarse el comportamiento de 5 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 (2).

En estudios realizados con 7 variedades de frijol y diferentes densidades de siembra con el objeto de determinar cuales son los componentes de formación de la vaina más sensible a la densidad de siembra y estudiar sus interacciones, se encontró que el número de vainas por nudo y el número de ramas por planta se redujeron significativamente con altas densidades de siembra (3).

Estudios realizados en 1984 sobre el efecto de la densidad y la fertilización de 6 genotipos diferentes de frijol arbustivo, encontró que el número de vainas por planta fue el componente de rendimiento mas 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 (1).

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 (10).

2.3 ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA UTILIDAD DEL FRIJOL LOCTAO.

2.3.1 Procesamiento del grano germinado.

Los granos germinados varían un poco en el contenido de nutrientes en comparación con el grano seco sin germinar. Durante el proceso de obtención de germinados el contenido de humedad se ve incrementado, lo cual ocasiona una dilusión de los nutrientes (proteínas, grasas, fibras y cenizas); es decir que al aumentar el contenido de humedad, los demás nutrientes quedan en una proporción diferente que en la que se encontraban. Sin embargo la germinación aumenta el contenido de vitaminas, principalmente de ácido ascórbico que se incrementa de 4 a 20 veces, la riboflavina de 2.9 a 4.5 y la tiamicina en un 50% (13).

2.3.2 Obtención de germinados.

Para obtener los brotes verdes (germinados) se debe cubrir los granos secos por unos días con una hoja de papel de periódico humedecido o con un corte de lienzo hasta que las semillas comiencen a germinar, luego retirar la cobertura y mantener en un lugar templado lejos de la luz directa y al cabo de una semana las plantas habrán nacido (15).

Otro método para obtener el "frijolito nacido" o germinado se procede de la siguiente manera: Se lavan bien los granos y se dejan remojando 4 horas en

agua fría; en seguida se pasan a una canasta tupida, en costal limpio o en un cilindro cuya base está llena de pequeñas perforaciones para permitir la salida del exceso de agua que contenga. Una vez hecho esto se cubre con una tela oscura para resguardarlos de la luz y se riegan por lo menos tres veces al día. Al cabo de 5 ó 6 días los retoños han brotado teniendo unos 6 a 8 cm y se hallan listo para su consumo, ya sea en forma de ensalada (crudos o cocidos), o saltados con carnes de res, cerdo, gallina, etc., evitando una cocción prolongada. Como el "frijolito nacido" contienen un gran porcentaje de agua se cuece solamente con el vapor. Un kilo de semilla produce aproximadamente 10 kilos de "frijolito nacido" (5).

CUADRO 1. Composición proximal del grano seco y del germinado del frijol loctao.

Componentes	Grano seco (%)	Germinado (%)
Proteína	34.72	32.15
Humedad	7.26	52.18
Ceniza	4.38	4.89
Grasa	0.90	1.69
Materia seca	52.74	9.09

FUENTE : Yurivilca Martínez (17).

CUADRO 2. Composición por 100 gramos de porción comestible del frijol loctao germinado.

Energía	41.0 kcal	Fósforo	261.00 mg
Agua	87.4 g	Hierro	0.80 mg
Proteína	4.5 g	Retinol	1.00 mg
Grasa	0.7 g	Tiamina	0.05 mg
Carbohidrato	6.7 g	Riboflavina	0.07 mg
Fibra	1.2 g	Niacina	0.97 mg
Ceniza	0.7 g	Acido ascórbico	
Calcio	22.0 mg	reducido	15.40 mg

FUENTE : Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (12).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

El presente experimento se realizó en el Fundo perteneciente al Sr. Iván Zecevich Alvarado, ubicado en el Sector Bella Baja, que corresponde al distrito de Mariano Damaso Beraún, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco; cuyas coordenadas geográficas son: Latitud sur: 09°09´09", longitud oeste: 75°75´00" y una altitud de 670 m.s.n.m., con una temperatura máxima de 25° C y una mínima de 22° C, una humedad relativa de 84% y precipitación anual de 3,000 mm.

3.2 HISTORIA DEL CAMPO.

Como información se reporta que desde el año 1988 a 1995 el terreno estaba cultivado de cítricos. Entre los años 1996 a 1998 se instalaron sembríos de maíz, alternados con purma. En los meses de julio a noviembre de 1999 se instaló el presente trabajo de investigación.

3.3 CONDICIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

El suelo donde se instalo el presente trabajo es de origen aluvial y de topografía plana. El análisis de suelo se realizó en el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y los resultados se aprecian en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el experimento.

PARAMETRO	CONTENIDO	METODO EMPLEADO
Análisis Mecánico:		
Arena %	16.3	Hidrómetro
Limo %	65.9	Hidrómetro
Arcilla %	17.8	Hidrómetro
Clase textural	Franco limoso	Triángulo textural
Análisis Químico:		
pH	7.00	Potenciómetro
CO_3Ca %	2.92	Gaso - Volumétrico
Materia orgánica %	1.61	Walkley y Black
Nitrógeno %	0.08	Kjeldahl
Fósforo ppm	4.50	Olsen modificado
K_2O kg/ha	228.00	Acido sulfúrico
CIC me/100g	7.67	Acetato de amonio

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo de la UNAS. Tingo María.

De acuerdo a los resultados de los análisis (Cuadro 3) tenemos que se trata de un suelo de textura franco-limosa; de un pH de reacción neutra (7.0), con una provisión pobre materia orgánica. El contenido de CO_3Ca es mediana; con respecto a los contenidos de fósforo y potasio estos presentaron niveles bajo y alto respectivamente; nitrógeno en un contenido bajo y una capacidad de intercambio catiónico bajo.

3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS.

Los datos climáticos expuestos en el Cuadro 4 fueron registrados por el Departamento de Observaciones Meteorológicas CORPAC, y corresponden a los meses durante las cuales se condujo el experimento.

CUADRO 4. Observaciones meteorológicas: Julio - noviembre 1999

Meses	T° media (°C)	H° R. media mensual (%)	Precipitación total mensual (mm)
Julio	24.1	76	184.0
Agosto	24.5	75	44.6
Setiembre	24.7	75	134.8
Octubre	25.4	72	58.4
Noviembre	25.8	74	375.4

Fuente: Departamento de Observaciones Meteorológicas "CORPAC".

Como se puede observar en el Cuadro 4, durante el experimento (julio - noviembre de 1999), la temperatura media y la humedad relativa media tuvieron ligeras variaciones; en cambio la precipitación total mensual se presentó en forma alternada, es decir que mientras en un mes subía, el siguiente mes decrecía.

3.5 COMPONENTES EN ESTUDIO.

3.5.1 Métodos de siembra.

Se estudiaron dos métodos de siembra (A):

- Por golpes (a_1).
- Chorro continuo (a_2).

3.5.2 Densidad de siembra.

Se establecieron 3 densidades de siembra (B):

- 18 plantas por metro lineal (b_1)
- 12 plantas por metro lineal (b_2)
- 06 plantas por metro lineal (b_3)

La distancia entre hileras fue de 0.50 metros para todos los tratamientos.

3.6 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

CUADRO 5. Tratamientos en estudio.

Clave	Métodos	Distancia entre Hileras (m)	Distancia entre Plantas (m)	Población teórica plantas/ha
a_1b_1	Por golpes con 18 pts/m lineal	0.50	0.20	300000
a_1b_2	Por golpes con 12 pts/m lineal	0.50	0.20	200000
a_1b_3	Por golpes con 6 pts/m lineal	0.50	0.20	100000
a_2b_1	Chorro continuo con 18 pts/m lineal	0.50	0.05	400000
a_2b_2	Chorro continuo con 12 pts/m lineal	0.50	0.0.8	258333
a_2b_3	Corro continuo con 6 pts/m lineal	0.50	0.17	125000

3.7 DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL.

Se adoptó el diseño experimental de Bloque Completo al Azar con arreglo Factorial 2A x 3B con 4 repeticiones.

Siendo el factor A: Métodos de siembra y el factor B: Densidad de siembra.

3.7.1 Características del campo experimental.

Bloques:

Número de bloques	4.0
Largo de bloque	12.0 m
Ancho de bloque	3.5 m
Distancia entre bloques	1.0 m
Area de bloque	42.0 m^2

Parcelas:

Número de parcelas por cada bloque	6.0
Número total de parcelas	24.0
Largo de parcelas	3.5 m
Ancho de parcela	2.0 m
Area de parcela	7.0 m^2
Area de parcela neta	2.4 m^2

Detalle de parcelas:

Número de surcos	4.0

Número de surcos netos..... 2.0

Largo de surcos..... 3.5 m

Distancia entre surcos..... 0.5 m

Distancia entre golpes:

- Tratamientos 1, 2 y 3..... 0.20 m
- Tratamiento 4..... 0.05 m
- Tratamiento 5..... 0.08 m
- Tratamiento 6..... 0.17 m

Número de plantas por golpe:

- Tratamiento 1(a_1b_1)..... 3
- Tratamiento 2 (a_1b_2)..... 2
- Tratamiento 3 (a_1b_3)..... 1
- Tratamiento 4 (a_2b_1)..... 1
- Tratamiento 5 (a_2b_2)..... 1
- Tratamiento 6 (a_2b_3)..... 1

3.7.2 Croquis del campo experimental.

El detalle del campo experimental y de la parcela neta se encuentra en el anexo.

3.8 ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

3.8.1 Modelo Aditivo lineal.

El modelo aditivo lineal para el DBCA con arreglo Factorial 2 A x 3B es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \lambda_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Respuesta obtenida en la unidad experimental del bloque k-ésimo sujeta a la aplicación del i-ésimo método de siembra con j-ésima densidad de siembra.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor método de siembra.

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor densidad de siembra.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor método de siembra con el j-ésimo nivel del factor densidad de siembra.

λ_k = Efecto del k-ésimo bloque.

(ϵ_{ijk}) = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación, Y_{ijk}.

Para:

i = 1, 2, 3, ... a niveles del factor método de siembra.

j = 1, 2, 3, ... b niveles del factor densidad de siembra.

k = 1, 2, 3, ... r bloques.

CUADRO 6. Esquema del análisis de variancia.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Bloques	3
Tratamientos	5
Métodos de siembra (A)	1
Densidad de siembra (B)	2
A x B	2
Error experimental	15
Total	23

3.9 OBSERVACIONES REGISTRADAS.

El registro de las observaciones se ha realizado en cada parcela neta de los tratamientos, para luego obtener un promedio.

3.9.1 Germinación.

La germinación se determinó en las 2 hileras centrales de cada parcela, pasado los 8 días después de la siembra. Esta característica se expresa en porcentaje y se evaluó según la escala propuesta por el IBPGR (14).

CLASIFICACION	% DE GERMINACION
Excelente	100
Muy bueno	90
Bueno	80
Regular	70
Deficiente	60
Nulo	0

3.9.2 Altura de planta.

Esta característica se evaluó en cada parcela neta tomando 10 plantas al azar; la medición se hizo considerando la distancia (m) que hay entre la superficie del suelo y la parte terminal del tallo principal (al momento de la cosecha).

3.9.3 Diámetro de tallo.

Se determinó al momento de la cosecha, evaluando 10 plantas al azar. Para medir el diámetro se hizo uso de un vernier, considerando el grosor al pie de planta (aproximadamente a 1cm de la superficie del suelo).

3.9.4 Grado de acame.

Esta observación se determinó en cada tratamiento durante el período de maduración, adoptándose el criterio indicado propuesto por el IBPGR (14).

OBSERVACION	GRADO
- Casi todas las plantas erectas.	1
- Todas las plantas levemente inclinadas ó pocas plantas acamadas.	2
- Todas las plantas moderadamente inclinadas o de 25 - 50% tumbadas.	3
- Todas las plantas considerablemente inclinadas o de 50-80 % acamadas.	4
- Casi todas las plantas acamadas.	5

3.9.5 Observaciones fitosanitarias.

Se observó la presencia de plagas y enfermedades anotándose el porcentaje de incidencia según la escala propuesta por el Programa Nacional de Leguminosas.

GRADO	CALIFICACION (AREA FOLIAR AFECTADA) (%)
1	0 - 10
2	11 - 15
3	16 - 25
4	26 - 65
5	66 - 100

3.9.6 Inicio de la floración.

Se determinó los días transcurridos desde la siembra hasta el inicio de la floración. Se consideró como el inicio de floración hasta un 10% de plantas floreadas en cada parcela neta.

3.9.7 Inicio de la fructificación.

Se anotó la fecha de inicio de fructificación considerándose los días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que se presentaban aproximadamente un 10% de plantas con vainas.

3.9.8 Número de ramas por planta.

Se contó el número de ramas primarias de cada una de las 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta de cada tratamiento. Esta evaluación se determinó al momento de la cosecha.

3.9.9 Número de vainas por parcela neta.

Se determinó al momento de la cosecha, contando el número de vainas del frijol loctao existentes en cada parcela neta (2.4 m^2).

3.9.10 Longitud de vaina.

Medición realizada al momento de la cosecha, anotándose en centímetros la longitud tomada de 20 vainas extraídas al azar de cada parcela neta.

3.9.11 Peso seco de vaina.

El peso (gramos) se tomó a 20 vainas extraídas al azar de cada cosecha de las parcelas netas, procediéndose luego a obtener un promedio.

3.9.12 Número de granos por vaina.

Se obtuvo de cada parcela neta cosechada, para lo cual se extrajo al azar 20 vainas y se contó el número de granos de cada vaina, luego se registró su promedio.

3.9.13 Peso seco de 100 semillas.

Se determinó el peso seco en gramos de 100 semillas tomadas al azar de cada tratamiento. Este registro se hizo en una balanza de precisión realizándose 5 pesadas por cada tratamiento.

3.9.14 Rendimiento.

Se consideró el peso seco (14% de humedad) de los granos cosechados de las parcelas netas por tratamiento, con los que se calculó el rendimiento en kg/ha.

3.10 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO.

3.10.1 Preparación del terreno.

La preparación del terreno se llevó a cabo en forma manual, haciendo uso de machetes y azadones; no se pudo mecanizar el terreno, pues el lugar no tiene acceso para el ingreso de maquinaria.

3.10.2 Parcelación.

La demarcación de las parcelas se hizo haciendo uso de estacas, jalones, cordel, y de una wincha, según el croquis experimental diseñado. La identificación de los tratamientos se hizo con estacas de madera, preparadas previamente.

3.10.3 Muestreo de suelo.

Antes de la siembra se procedió a muestrear el terreno, tomándose muestras a una profundidad de 30 cm, las cuales fueron secadas, mezcladas y

homogeneizadas para finalmente tomar 0.50 kg. Esta muestra se envió al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis respectivo.

3.10.4 Semilla.

Las semillas empleadas en el presente trabajo fueron proporcionadas por la empresa INCOMAB, la prueba de germinación se realizó en el Laboratorio de Control de Semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, reportando un porcentaje del 96% de germinación.

3.10.5 Siembra.

La siembra se efectuó el 20 de julio de 1999 de acuerdo al diseño experimental establecido. Para el método 1 (por golpes) se emplearon un distanciamiento entre surcos de 0.50 m y entre golpes 0.20 m; siendo para el tratamiento 1: 3 plantas, tratamiento 2: 2 plantas y tratamiento 3: 1 planta. Para el método 2 (chorro continuo) se estableció un distanciamiento entre surcos de 0.50 m y luego del desahíje quedando distanciadas entre plantas el tratamiento 4 a 0.05 m, el tratamiento 5 a 0.08 m y el tratamiento 6 a 0.17 m, todas con una planta por golpe.

3.10.6 Desahije.

Esta labor se realizó el 6 de agosto de 1999, y se efectuó con la finalidad de tener los distanciamientos y el número de plantas establecidos para el experimento.

3.10.7 Fertilización.

Se realizó el día 11 de agosto de 1999, haciendo uso de un tacarpo, a una distancia de 10 cm de la planta, y una profundidad de 10 cm por debajo de los granos de frijol. Se empleó la fórmula de abonamiento 30-80-50 kg/ha de N-P_2O_5-K_2O.

3.10.8 Deshierbos.

Fue efectuada en forma manual llevando a cabo 2 deshierbos: el primero a los 27 días y el segundo a los 50 días de la siembra.

3.10.9 Control fitosanitario.

a) Plagas.

Al mes de la siembra se observó una leve incidencia de crisomélidos sobre las hojas, su incidencia no ameritaba la aplicación de un control químico.

b) Enfermedades.

Se observó una presencia mínima de "chupadera fungosa" en las primeras 2 semanas del cultivo. Los tratamientos 3 y 4 del bloque IV fueron atacados severamente por virosis, perdiéndose estas unidades experimentales. En el período de madurez se observó la presencia localizada de "oidiosis", la misma que fue controlada con la aplicación de oxicloruro de cobre.

3.10.10 Cosecha.

La cosecha se realizó en las primeras horas de la mañana, evitando la dehiscencia de las vainas. Esta operación fue realizada en 5 etapas, pues presentó una maduración desuniforme. La cosecha se hacía cada vez que se presentaban vainas secas. La primera cosecha se hizo el 19 de octubre, la segunda el 25 de octubre, la tercera el 01 de noviembre, la cuarta el 15 de noviembre y la quinta el 22 de noviembre.

3.10.11 Trilla.

Se procedió a esta operación en forma manual (aporreado) luego de 6 días de secadas las vainas.

3.10.12 Análisis de rentabilidad.

Se determinó por la diferencia del valor total de cosecha en nuevos soles con el costo total de producción.

IV. RESULTADOS

4.1 RENDIMIENTO EN GRANO SECO

CUADRO 7. Análisis de variancia para rendimiento en grano seco del frijol loctao.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	281980.60	NS
Tratamientos	5	598305.88	AS
Métodos (A)	1	10658.90	NS
Densidades (B)	2	667134.04	AS
A x B	2	823301.22	AS
Error experimental	13	90925.25	
TOTAL	21		

C.V. = 16.10%

AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística

Del Cuadro 7 se deduce:

1. No hay diferencias estadísticas significativas entre bloques.
2. Existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.
3. En cuanto a los métodos de siembra (factor A) no hay diferencias significativas.
4. El factor densidad de siembra (B) presenta alta significación estadística.
5. La interacción método por densidad de siembra presenta diferencias altamente significativas.
6. El coeficiente de variación esta dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.

CUADRO 8. Análisis de variancia para los efectos simples del rendimiento en grano seco del frijol loctao.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
A en b_1	1	4498.74	NS
A en b_2	1	724988.61	S
A en b_3	1	927773.99	AS
B en a_1	2	100334.58	NS
B en a_2	2	1390100.68	AS
Error experimental	13	90925.25	

S : Significativo.
AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

De acuerdo al análisis anterior (Cuadro 8) se deduce:

1. No existe significación estadística del factor método de siembra (A) en el primer nivel de la densidad de siembra (b_1), pero si hay diferencias estadísticas significativas y altamente significativas en el segundo y tercer nivel respectivamente.

2. El factor densidad de siembra (B) presenta diferencias altamente significativas en el segundo nivel del factor método de siembra (a_2), mientras que en el primer nivel no se observa significación estadística.

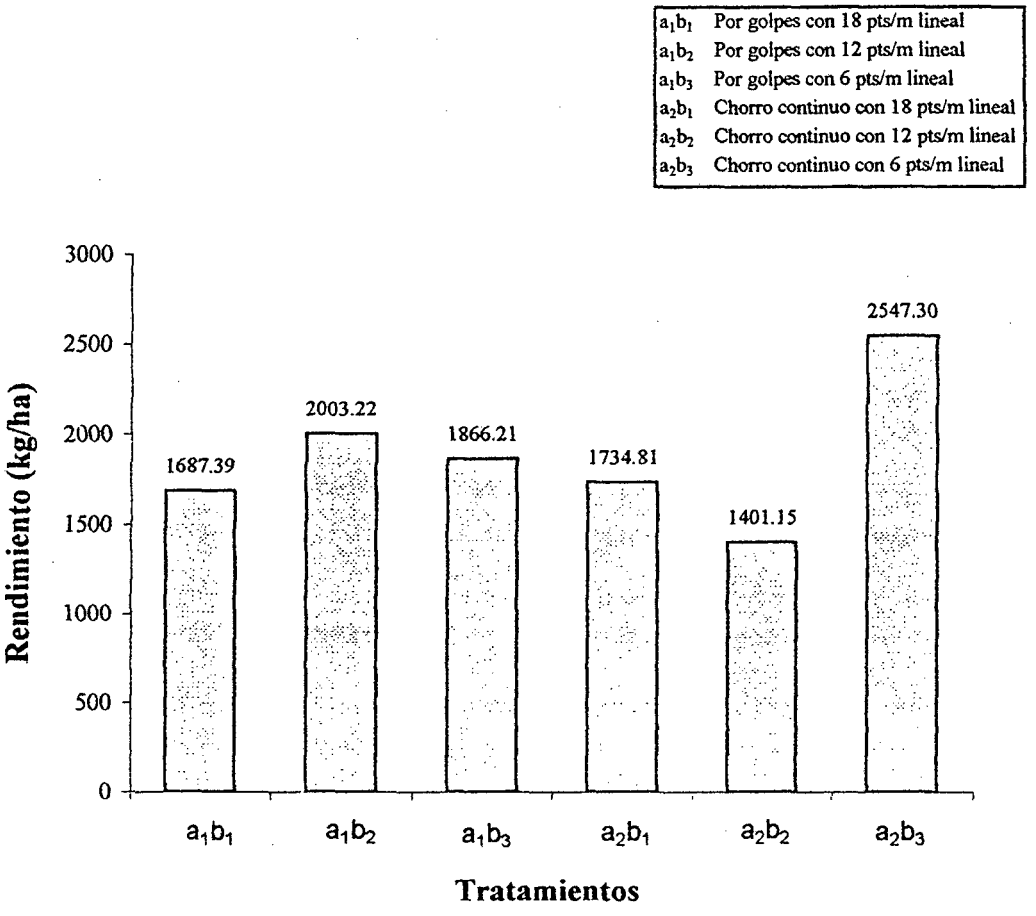


FIGURA 1. Rendimiento en grano seco del frijol loctao (kg/ha).

CUADRO 9. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor método de siembra (A) en el segundo nivel de la densidad de siembra (b_2) en el rendimiento.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO (kg/ha)	SIGN.
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	2003.22	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	1401.15	b

En el Cuadro 9 se observa:

1. Existen diferencias significativas al comparar los métodos de siembra bajo la misma densidad b_2 de siembra (12 plantas por metro lineal).
2. El tratamiento a_1b_2 es estadísticamente superior al tratamiento a_2b_2.

CUADRO 10. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor método de siembra (A) en el tercer nivel de la densidad de siembra (b_3) en el rendimiento.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO (kg/ha)	SIGN.
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	2547.30	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	1866.21	b

Del Cuadro 10 se infiere:

1. Existe diferencias significativas al comparar los métodos de siembra en el tercer nivel de la densidad (6 plantas por metro lineal).
2. El tratamiento a_2b_3 es estadísticamente superior al tratamiento a_1b_3.

CUADRO 11. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor densidad de siembra (B) en el segundo nivel del método de siembra (a_2) en el rendimiento.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO (kg/ha)	SIGN.
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	2547.30	a
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	1734.81	b
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	1401.15	b

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Considerando el segundo método de siembra se encontró:

1. El tercer nivel del factor densidad de siembra superó estadísticamente a los demás niveles considerando el segundo método de siembra (chorro continuo).
2. Los niveles b_1 y b_2 de la densidad de siembra son estadísticamente similares.
3. El tratamiento a_2b_2 presenta el menor promedio.

4.2 PESO SECO DE 100 SEMILLAS.

CUADRO 12. Análisis de variancia para peso seco de 100 semillas

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	0.0077	NS
Tratamientos	5	0.056	S
Métodos (A)	1	0.0039	NS
Densidades (B)	2	0.2032	AS
A x B	2	0.0074	NS
Error experimental	13	0.0207	
TOTAL	21		

C.V. = 3.18%

S : Significativo.
AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 12 podemos indicar que:

1. No existe diferencia estadística significativas entre bloques.
2. Entre tratamientos existen diferencias estadísticas significativas.
3. No existen diferencias estadísticas entre los métodos de siembra, pero si hay diferencias altamente significativas para el factor densidad de siembra.
4. La interacción método de siembra por densidad de siembra no presenta significación estadística.
5. El coeficiente de variabilidad se puede considerar como aceptable, por lo tanto los resultados son confiables.

CUADRO 13. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el peso seco de 100 semillas

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO (kg/ha)	SIGN.	
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	4.656	a	
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	4.615	a	
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	4.607	a	
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	4.571	a	
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	4.374		b
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	4.303		b

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Del Cuadro 13 se deduce lo siguiente:

1. Los tratamientos a_1b_1, a_2b_3, a_2b_1 y a_1b_3, son estadísticamente similares.

2. Los tratamientos a_1b_2 y a_2b_2 difieren estadísticamente de los anteriores.

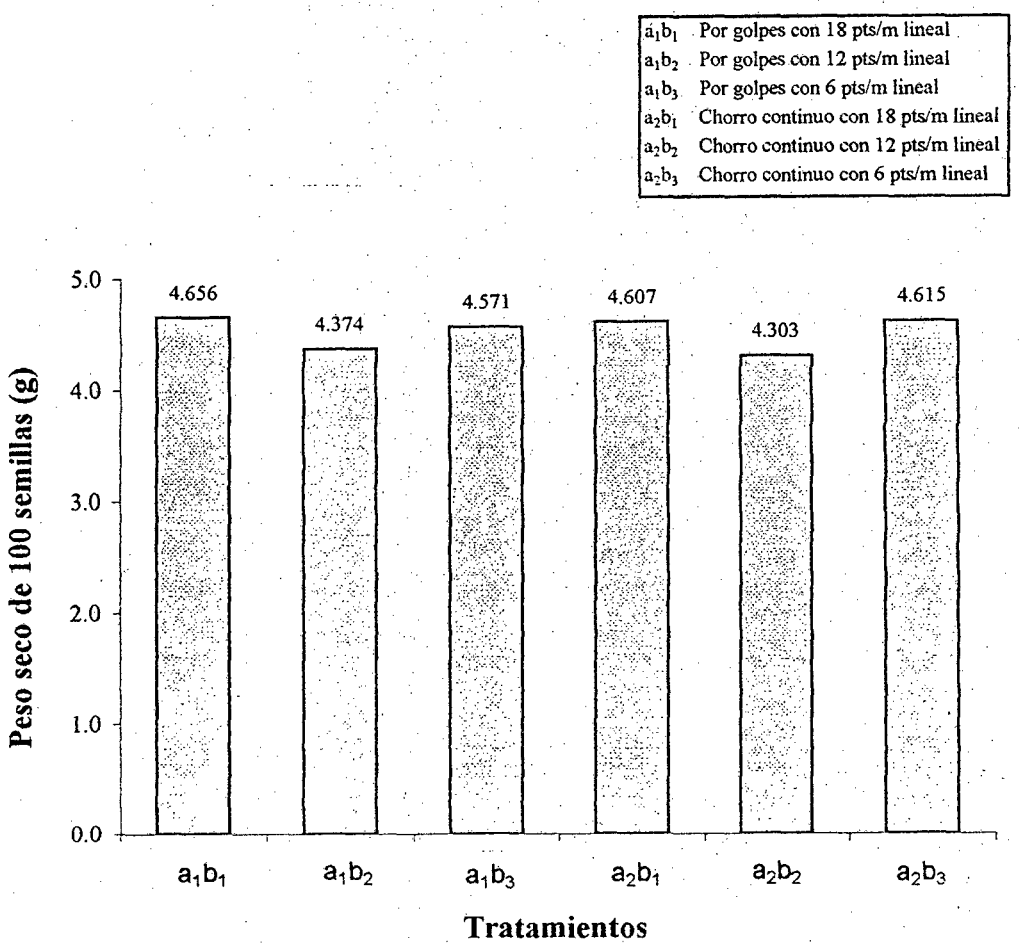


FIGURA 2. Peso seco de 100 semillas del frijol loctao (g).

4.3 NÚMERO DE GRANOS POR VAINA.

CUADRO 14. Análisis de variancia para el número de granos por vaina.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	1.13	NS
Tratamientos	5	0.49	NS
Métodos (A)	1	0.64	NS
Densidades (B)	2	0.11	NS
A x B	2	0.80	NS
Error experimental	13	0.57	
TOTAL	21		

C.V. = 7.63%

NS : No existe significación estadística

Del Cuadro 14 se deduce:

1. El coeficiente de variación (7.63%) está dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.
2. No se encontró diferencias estadísticas para ningún elemento de la fuente de variación.

CUADRO 15. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el número de granos por vaina

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO N°granos/vaina	SIGN.
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	10.40	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	10 03	a
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	10.03	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	9.84	a
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	9.76	a
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	9.35	a

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Del Cuadro 15 se deduce:

1. No hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.
2. El tratamiento a_1b_1 es el que supera a los demás tratamientos.
3. El tratamiento a_2b_1 presenta menor número de granos por vaina.

4.4 PESO SECO DE VAINA.

CUADRO 16. Análisis de variancia para el peso seco de vaina.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	0.006	NS
Tratamientos	5	0.006	NS
Métodos (A)	1	0.002	NS
Densidades (B)	2	0.011	NS
A x B	2	0.004	NS
Error experimental	13	0.004	
TOTAL	21		

C.V. = 10.47%

NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 16 podemos indicar que:

1. El coeficiente de variación (10.47%) es calificado como excelente, por lo tanto los resultados son confiables.

2. No hay diferencia significativa en ningún elemento de la fuente de variación.

CUADRO 17. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el peso seco de vaina.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Peso de vainas (g)	SIGN.
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	0.663	a
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	0.634	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	0.606	a
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	0.597	a
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	0.568	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	0.555	a

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Realizado la prueba de Duncan (Cuadro 17) se infiere que:

1. Estadísticamente todos los tratamientos son similares.
2. El tratamiento a_1b_1 supera numéricamente a los demás.
3. El tratamiento a_2b_2 es el que tiene menor promedio de peso de vaina.

4.5 ALTURA DE PLANTA.

CUADRO 18. Análisis de variancia para la altura de planta.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	0.086	S
Tratamientos	5	0.057	NS
Métodos (A)	1	0.113	S
Densidades (B)	2	0.007	NS
A x B	2	0.079	S
Error experimental	13	0.020	
TOTAL	21		

C.V. = 15.21%

S : Significativo.
NS : No existe significación estadística.

El Cuadro 18 nos indica:

1. Existe significación estadística entre bloques.
2. No hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.
3. El factor método de siembra (A) presenta diferencias estadísticas significativas.
4. En el factor densidad de siembra (B) no hay diferencias estadísticas significativas.
5. La interacción método por densidad de siembra presenta diferencias estadísticas significativas.
6. El coeficiente de variación (15.21%) es calificado como muy bueno, por lo tanto los resultados son confiables.

CUADRO 19. Análisis de variancia para los efectos simples en la altura de planta.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
A en b_1	1	0.004	NS
A en b_2	1	0.024	NS
A en b_3	1	0.242	AS
B en a_1	2	0.066	NS
B en a_2	2	0.020	NS
Error experimental	13	0.020	

AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

Del análisis del Cuadro 19 podemos mencionar:

1. Sólo existen diferencias estadísticas altamente significativas cuando el factor método de siembra actúa en el nivel más bajo de la densidad de siembra (b_3).
2. Para el factor densidad de siembra no reporta significación estadística en ningún nivel del método de siembra.

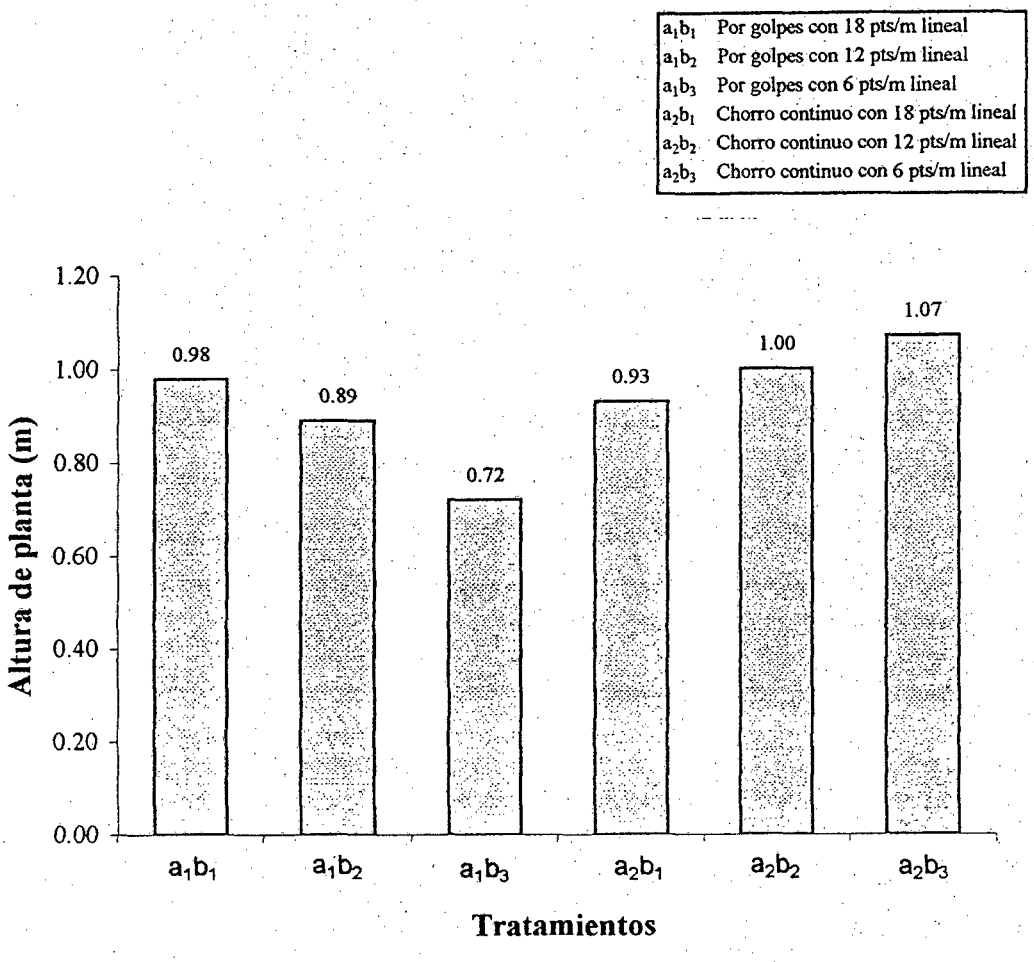


FIGURA 3. Altura de planta del frijol loctao (m).

CUADRO 20. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor método de siembra en el tercer nivel de la densidad de siembra (b_3), en la altura de planta.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Altura de planta (m)	SIGN.
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	1.070	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	0.723	b

Del Cuadro 20 se deduce:

1. Hay diferencias significativas entre los tratamientos.

2. El método de siembra chorro continuo con una densidad de 6 plantas por metro lineal es estadísticamente superior.

4.6 DIÁMETRO DE TALLO.

CUADRO 21. Análisis de variancia para el diámetro de tallo.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	0.0053	NS
Tratamientos	5	0.0120	AS
Métodos (A)	1	0.0034	NS
Densidades (B)	2	0.0380	AS
A x B	2	0.0004	NS
Error experimental	13	0.0018	
TOTAL	21		

C.V. = 5.37 %

AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 21 observamos que:

1. No hay diferencias estadísticas entre bloques.
2. Existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.
3. Lo referente al factor método de siembra no presenta diferencias significativas.
4. Para la densidad de siembra se observa una alta significación estadística.
5. Respecto a la interacción método por densidad de siembra se observa que no hay diferencias estadísticas.
6. El coeficiente de variación está dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.

CUADRO 22. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el diámetro de tallo.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Diámetro de tallo (cm)	SIGN.
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	0.891	a
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	0.868	a
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	0.785	b
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	0.760	b
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	0.750	b
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	0.747	b

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Hecho el respectivo análisis (Cuadro 22) se infiere:

1. Los tratamientos a_1b_3 y a_2b_3 son estadísticamente similares.
2. El tratamiento a_1b_3 es estadísticamente superior a los demás tratamientos.
3. El tratamiento a_2b_2 es, el que presenta menor diámetro de tallo.

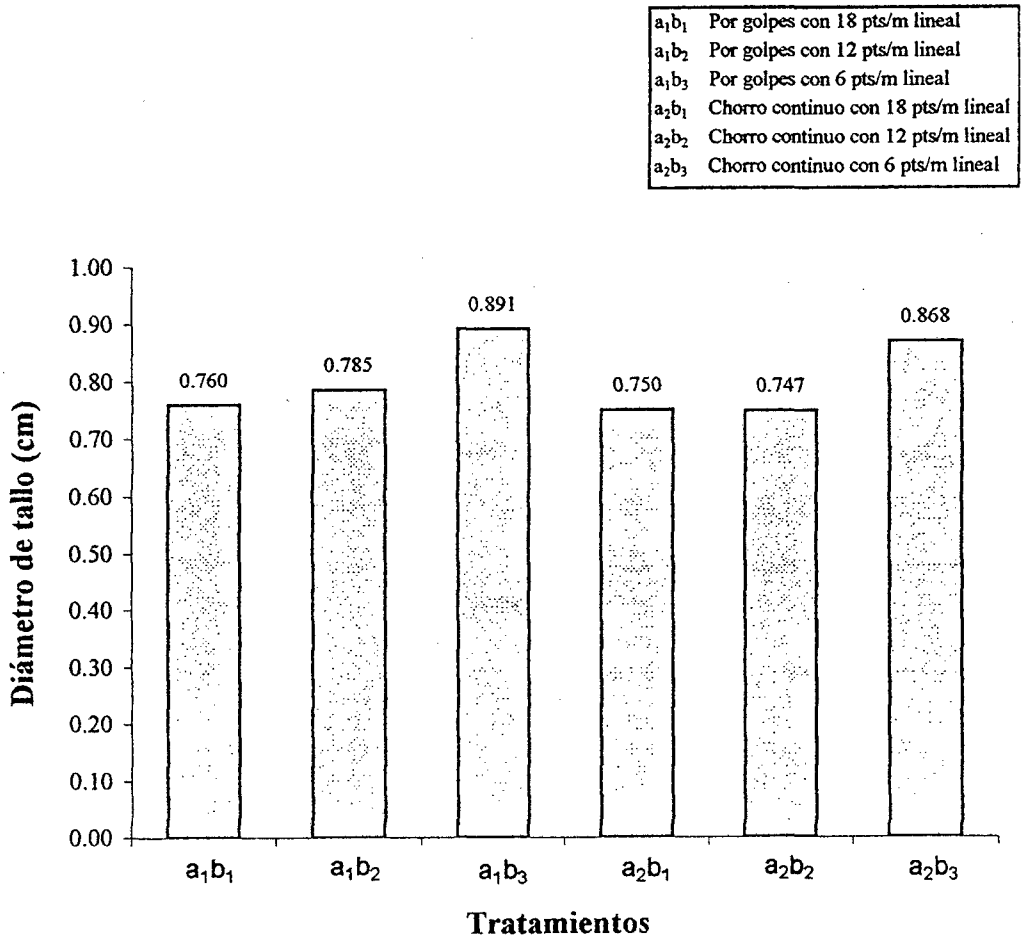


FIGURA 4. Diámetro de tallo del frijol loctao (cm).

7. NÚMERO DE VAINAS POR PARCELA NETA.

CUADRO 23. Análisis de variancia para el número de vainas por parcela neta, con datos transformados mediante la fórmula: $\sqrt{x}$

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	51.71	NS
Tratamientos	5	16.68	NS
Métodos (A)	1	0.51	NS
Densidades (B)	2	20.71	NS
A x B	2	20.74	NS
Error experimental	13	23.45	
TOTAL	21		

C.V. = 14.75 %

NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 23 observamos que:

1. No se observa significación estadística para ninguna de las fuentes de variación.
2. El coeficiente variación (14.75%) es calificado como muy bueno, por lo tanto los resultados son confiables.

CUADRO 24. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el número de vainas por parcela neta.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Nº de vainas	SIGN.
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	1315.5	a
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	1150.5	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	1123.8	a
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	1064.0	a
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	1046.0	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	904.3	a

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

El Cuadro 24 nos indica:

1. No hay diferencias estadísticas entre los promedios de los tratamientos en estudio.

4.8. LONGITUD DE VAINA.

CUADRO 25. Análisis de variancia para la longitud de vaina.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	0.185	NS
Tratamientos	5	0.104	NS
Métodos (A)	1	0.337	NS
Densidades (B)	2	0.045	NS
A x B	2	0.046	NS
Error experimental	13	0.170	
TOTAL	21		

C.V. = 5.63 %

NS : No existe significación estadística.

En el Cuadro 25 se observa que:

1. No existe significación estadística para ningún elemento de la fuente de variación.
2. El coeficiente de variación está dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.

CUADRO 26. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para longitud de vaina.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Long. de vaina (cm)	SIGN.
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	7.556	a
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	7.435	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	7.345	a
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	7.280	a
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	7.260	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	7.085	a

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Del Cuadro 26 se deduce:

1. Estadísticamente todos los tratamientos son similares.
2. El tratamiento a_1b_1 supera a los demás.
3. El tratamiento a_2b_2 tiene el menor promedio de longitud de vaina.

4.9. NÚMERO DE RAMAS POR PLANTA.

CUADRO 27. Análisis de variancia para el número de ramas por planta..

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	0.71	NS
Tratamientos	5	2.34	S
Métodos (A)	1	2.04	NS
Densidades (B)	2	4.67	AS
A x B	2	5.86	AS
Error experimental	13	0.55	
TOTAL	21		

C.V. = 14.71 %

S : Significativo.
AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 27 se deduce:

1. No existe significación estadística entre bloques, pero si hay significación entre tratamientos.
2. No hay diferencias estadísticas entre los métodos de siembra (A).
3. Existe alta significación estadística entre las densidades de siembra (B).
4. De igual manera hay diferencias altamente significativas en la interacción método de siembra por la densidad de siembra.
5. El coeficiente de variación está dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.

CUADRO 28. Análisis de variancia para los efectos simples del número de ramas por planta.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
A en b_1	1	1.13	NS
A en b_2	1	1.13	NS
A en b_3	1	0.13	NS
B en a_1	2	1.59	NS
B en a_2	2	3.25	S
Error experimental	13	0.55	

S : Significativo.
NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 28 se deduce:

1. No existe significación estadística del factor método de siembra en ninguno de los niveles del factor densidad de siembra (B).

2. Existe significación estadística del factor densidad de siembra (B) en el segundo nivel del factor método de siembra (a_2).

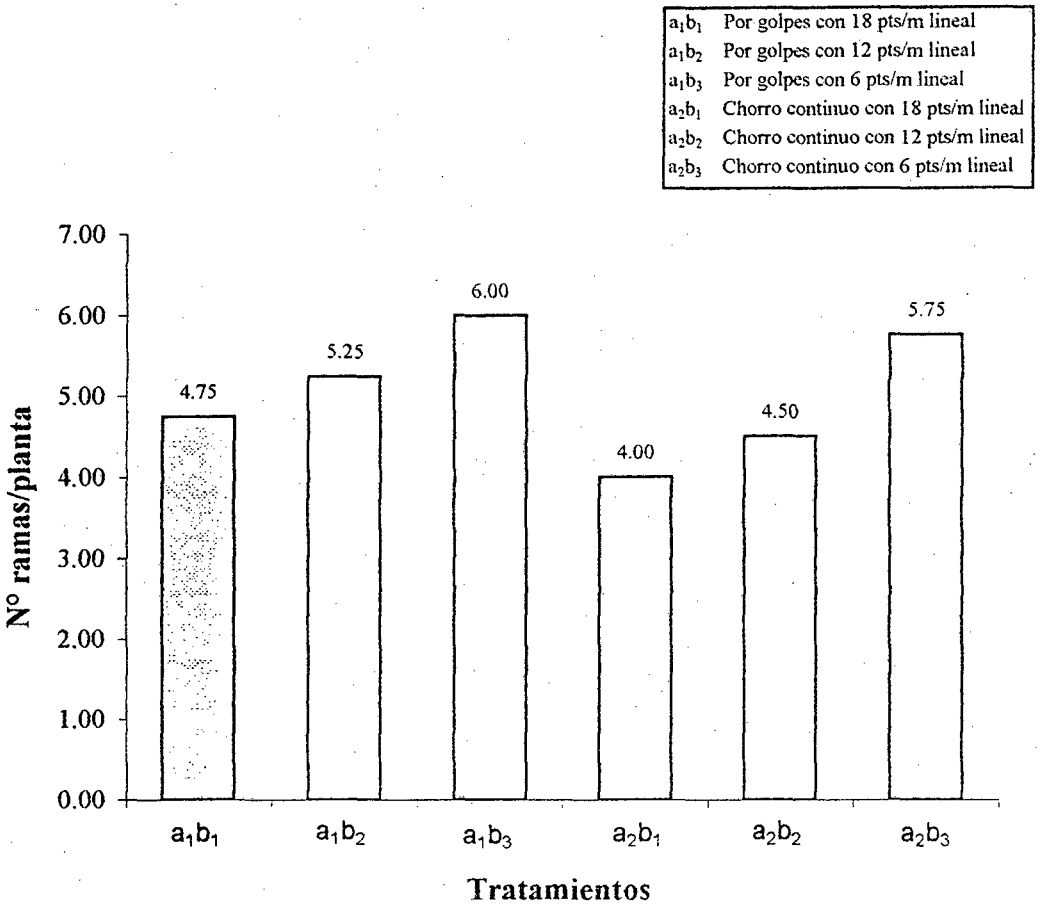


FIGURA 5. Número de ramas por planta del frijol loctao.

CUADRO 29. Prueba de Duncan (α = 0.05) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el segundo nivel del método de siembra (a_2) en el número de ramas por planta.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Nº de ramas (Nº)	SIGN.
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	5.75	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	4.50	b
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	4.00	b

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Del Cuadro 29 se deduce que:

1. El tratamiento a_2b_3 es estadísticamente superior a los demás.

2. El tratamiento a_2b_2 es similar estadísticamente al tratamiento a_2b_1.

3. El tratamiento a_2b_1 tiene el menor promedio de número de ramas por planta.

4.10 PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE PLAGAS.

CUADRO 30. Análisis de variancia para el porcentaje de incidencia de plagas.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	32.33	NS
Tratamientos	5	58.47	NS
Métodos (A)	1	170.67	NS
Densidades (B)	2	25.29	NS
A x B	2	35.54	NS
Error experimental	13	45.54	
TOTAL	21		

C.V. = 26.13 %

NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 30 se deduce:

1. No existe significación estadística en ningún elemento de la fuente de variabilidad.
2. El coeficiente de variación está dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.

CUADRO 31. Prueba de Duncan ($\propto = 0.05$) para el porcentaje de incidencia de plagas.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Inc. plagas (%)	SIGN.
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	32.00	a
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	28.25	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	25.25	a
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	24.75	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	23.75	a
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	21.00	a

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Del Cuadro 31 se deduce:

1. Todos los tratamientos son estadísticamente similares.

2. El tratamiento a_1b_2 es el que tiene mayor promedio de porcentaje de incidencia de plagas.

3. El tratamiento a_2b_1 es el que tiene menor promedio de porcentaje de incidencia de plagas.

4.11 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.

CUADRO 32. Análisis de variancia para el porcentaje de germinación.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	41.22	NS
Tratamientos	5	103.97	AS
Métodos (A)	1	130.67	S
Densidades (B)	2	96.54	S
A x B	2	98.04	S
Error experimental	13	20.29	
TOTAL	21		

C.V. = 4.75 %

S : Significativo.
AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 32 se dice:

1. No hay diferencia significativa entre bloques. Existe significación estadística alta para tratamientos.

2. Existen diferencias significativas tanto entre los métodos de siembra (A) como entre las densidades de siembra (B).

3. La interacción método de siembra por densidad de siembra también presenta diferencias estadísticas significativas.

4. El coeficiente de variación está dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.

CUADRO 33. Análisis de variancia para los efectos simples del porcentaje de germinación.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
A en b_1	1	325.13	AS
A en b_2	1	1.13	NS
A en b_3	1	0.50	NS
B en a_1	2	193.00	AS
B en a_2	2	1.59	NS
Error experimental	13	20.29	

AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

Se deduce del Cuadro 33 lo siguiente:

1. Existen diferencias altamente significativas cuando el factor método de siembra actúa en el primer nivel del factor densidad de siembra; pero no existe significación cuando actúa en el segundo y tercer nivel.

2. Existen diferencias estadísticas altamente significativas cuando el factor densidad de siembra actúa sobre el primer nivel del factor método de siembra.

CUADRO 34. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor método de siembra en el primer nivel del factor densidad de siembra (b_1), para el porcentaje de germinación.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Germinación (%)	SIGN.
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	97.25	a
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	84.50	b

El Cuadro 34 nos indica:

1. Hay diferencias estadísticas entre los tratamientos
2. El tratamiento a_2b_1 tiene mayor promedio del porcentaje de germinación.

CUADRO 35. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el primer nivel del factor método de siembra (a_1), para el porcentaje de germinación.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO Germinación (%)	SIGN.
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	97.00	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	96.00	a
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	84.50	b

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

El Cuadro 35 nos indica:

1. Los tratamientos a_1b_2 y a_1b_3 son estadísticamente similares.
2. El tratamiento a_1b_1 tiene menor promedio del porcentaje de germinación.

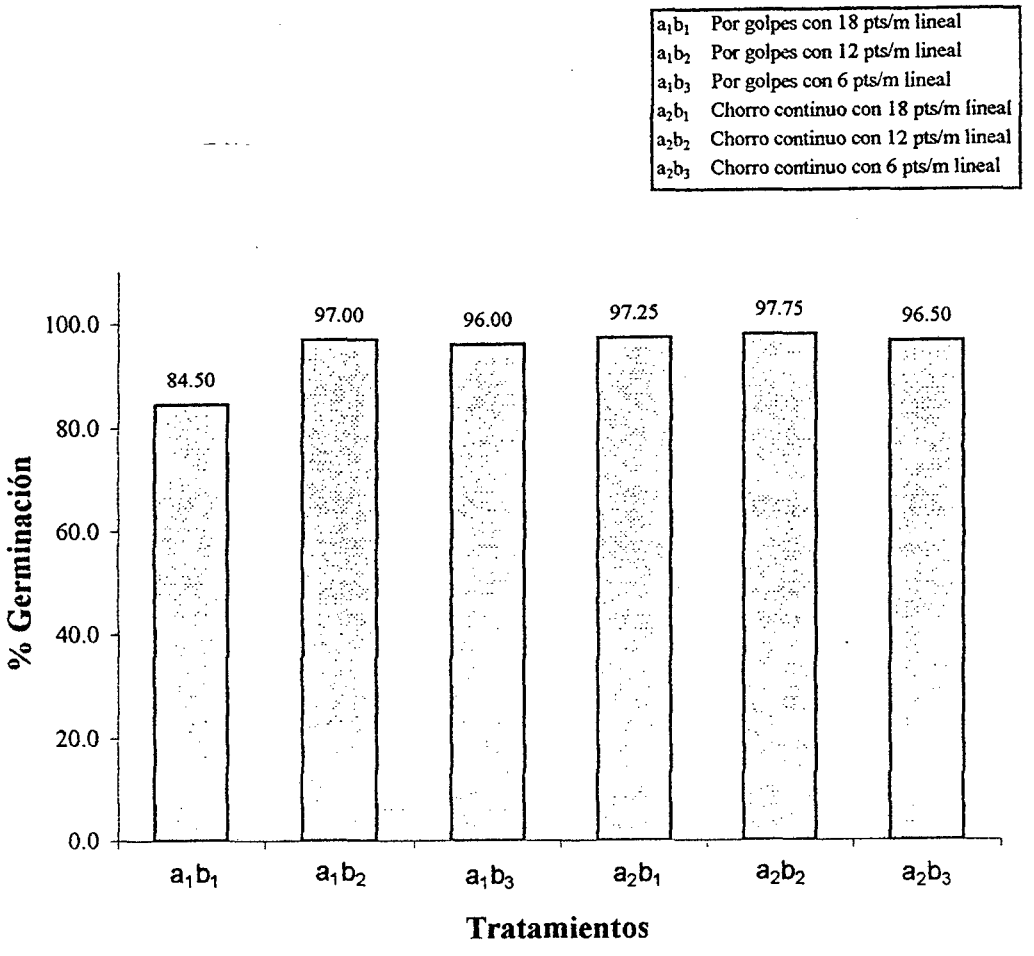


FIGURA 6. Porcentaje de germinación del frijol loctao (%).

4.12 INICIO DE LA FLORACIÓN.

CUADRO 36. Análisis de variancia para los días a la floración inicial.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	14.04	NS
Tratamientos	5	42.94	S
Métodos (A)	1	15.04	NS
Densidades (B)	2	15.17	NS
A x B	2	84.67	S
Error experimental	13	13.09	
TOTAL	21		

C.V. = 7.00 %

S : Significativo.
NS : No existe significación estadística.

El Cuadro 36 nos indica:

1. No hay diferencias estadísticas entre los bloques. Entre los tratamientos se reporta significación estadística.
2. No hay significación estadística tanto para los métodos como para las densidades de siembra.
3. Se observa diferencias significativas para la interacción método por densidad de siembra.
4. El coeficiente de variación (7.00 %) es calificado como excelente, por lo tanto los resultados son confiables.

CUADRO 37. Análisis de variancia para los efectos simples de los días a la floración inicial.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
A en b_1	1	45.125	NS
A en b_2	1	3.125	NS
A en b_3	1	136.125	AS
B en a_1	2	31.750	NS
B en a_2	2	68.034	S
Error experimental	13	13.086	

S : Significativo.
AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

Del Cuadro 37 se deduce:

1. Se observa diferencias estadísticas altamente significativas cuando el factor método de siembra actúa en el tercer nivel de la densidad de siembra (b_3).

2. Observamos significación estadística cuando el factor densidad de siembra actúa en el segundo nivel de los métodos de siembra (a_2).

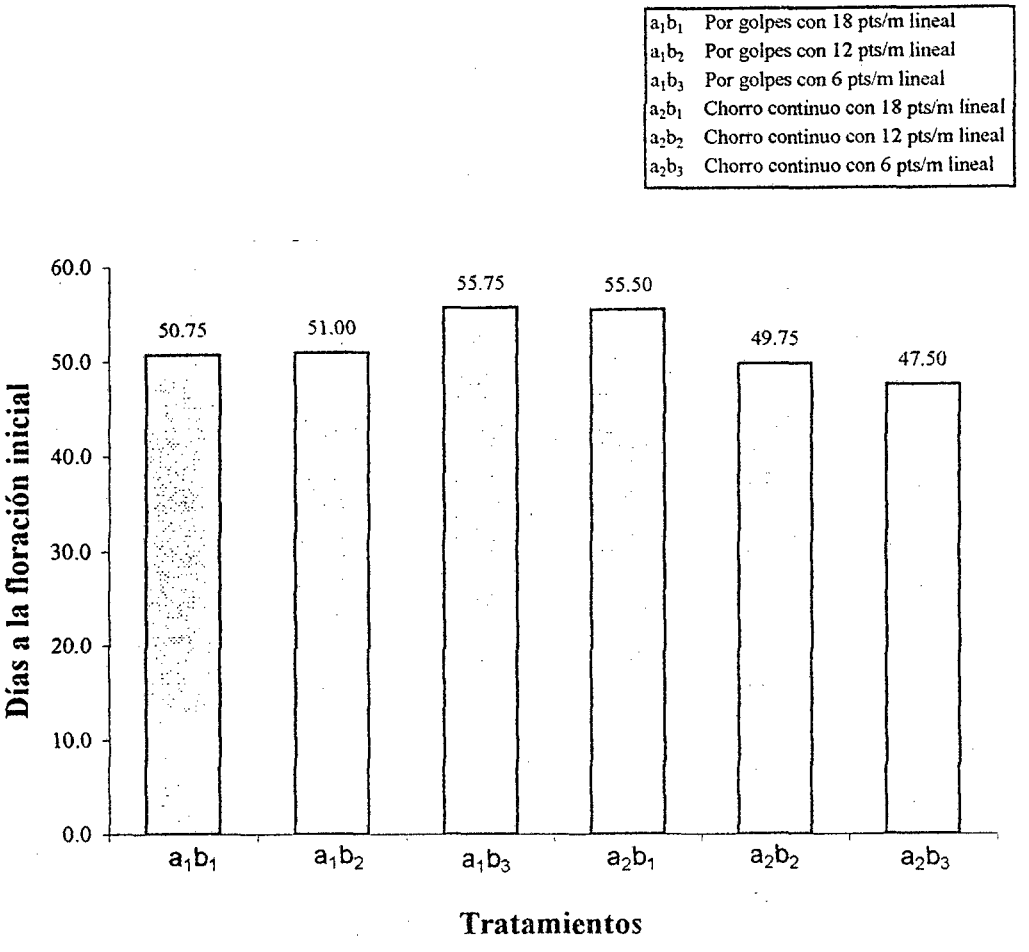


FIGURA 7. Días a la floración inicial del frijol loctao (días).

CUADRO 38. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor método de siembra en el tercer nivel del factor densidad de siembra (b_3), para los días a la floración inicial.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO (días)	SIGN.
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	55.75	a
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	47.50	b

Del Cuadro 38 se puede indicar que:

1. Existen diferencias estadísticas entre estos tratamientos
2. El tratamiento a_1b_3 tiene el mayor el promedio.

CUADRO 39. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el segundo nivel del método de siembra (a_2) para los días a la floración inicial.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO (días)	SIGN.
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	55.50	a
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	49.75	b
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	47.50	b

En los tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Del Cuadro 39 se indica que:

1. El tratamiento a_2b_1 es estadísticamente superior.
2. El tratamiento a_2b_2 y el a_2b_3 son estadísticamente similares.

4.13 INICIO DE LA FRUCTIFICACIÓN.

CUADRO 40. Análisis de variancia para los días a la fructificación inicial.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	18.94	AS
Tratamientos	5	5.30	NS
Métodos (A)	1	1.50	NS
Densidades (B)	2	8.00	NS
A x B	2	13.25	S
Error experimental	13	3.01	
TOTAL	21		

C.V. = 2.66 %

S : Significativo.
AS : Altamente significativo.
NS : No existe significación estadística.

El Cuadro 40 indica que:

1. Hay diferencias altamente significativas entre bloques.

2. No se observa diferencias estadísticas entre tratamientos.

3. No hay significación estadística tanto para el método como para la densidad de siembra.

4. Existe significación estadística para la interacción.

5. El coeficiente variación está dentro del rango aceptable para el trabajo de campo.

CUADRO 41. Análisis de variancia para los efectos simples de los días a la fructificación inicial.

Fuentes de Variación	G.L.	C.M.	
A en b_1	1	8.00	NS
A en b_2	1	2.00	NS
A en b_3	1	0.50	NS
B en a_1	2	12.25	S
B en a_2	2	0.25	NS
Error experimental	13	3.01	

S : Significativo.
NS : no existe significación estadística.

Del Cuadro 41 se deduce que:

1. No hay diferencias significativas en ningún nivel del factor densidad de siembra cuando se interactúa con los métodos de siembra

2. Existen diferencias significativas cuando el factor densidad de siembra actúa sobre el primer nivel de los métodos de siembra (a_1).

CUADRO 42. Prueba de Duncan ($\propto$ = 0.05) para el efecto simple del factor densidad de siembra en el primer nivel de los métodos de siembra (a_1) para los días a la fructificación inicial.

CLAVE	TRATAMIENTO	PROMEDIO (días)	SIGN.
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	66.75	a
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	65.50	b
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	63.25	c

Del Cuadro 42 se deduce que:

1. Hay diferencias estadísticas entre todos los tratamientos.

2. El tratamiento a_1b_2 supera estadísticamente a los demás tratamientos.

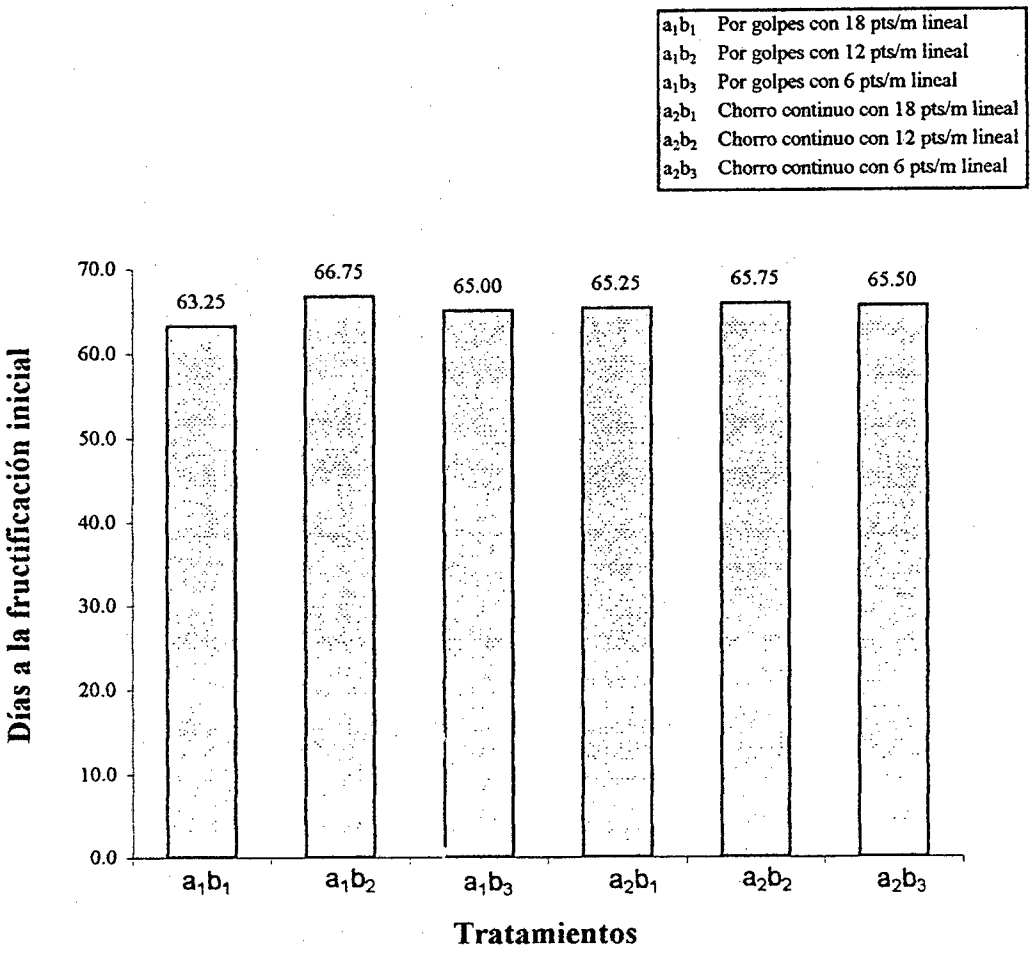


FIGURA 8. Días a la fructificación inicial del frijol loctao (días).

V. DISCUSIÓN

5.1 DEL RENDIMIENTO EN GRANO SECO (kg/ha).

De los resultados llevados al análisis de variancia de los Cuadros 7, y 43 del anexo, se observó que no existe significación estadística para el factor método de siembra (A), esto se constata comparando los promedios de ambos métodos; para la siembra "por golpes" se obtuvo 1852.27 kg/ha y para "chorro continuo" 1894.42 kg/ha; estos resultados coinciden con la observación de TORIBIO (1995), quien manifiesta que ambos métodos de siembra con densidades similares no presentan diferencias significativas en el cultivo de leguminosas. Posiblemente se deba a que las plantas sembradas con el método "por golpes" aprovechan mejor la unidad de área en la cual se ha sembrado, a diferencia del método "chorro continuo" donde el rendimiento podría atribuirse al mayor número de plantas por unidad de área.

En cuanto al factor densidad de siembra (B) se observó significación estadística alta, indicando que la densidad (número de plantas/metro lineal) influye en el rendimiento de granos, siendo la menor densidad (6 plantas/metro lineal) la que reporta en promedio 2206.76 kg/ha, demostrando esto que a un mayor distanciamiento y menor número de plantas existe un eficiente aprovechamiento en cuanto a nutrientes, humedad de suelo, luz, etc. logrando plantas bien nutridas y más desarrolladas, preparadas fisiológicamente para una mayor carga productiva

por el limitado efecto de competencia entre ellos; sin embargo CHANG (1979), afirma que se puede mantener altas densidades para obtener mayor rendimiento, esto debido a la carga productiva que se obtendrá por el aumento en número de plantas/ha.

En el Cuadro 9 observamos como el tratamiento "por golpes" con 12 plantas/metro lineal supera al de "chorro continuo con 12 plantas/metro lineal", esto posiblemente se deba a que el crecimiento del frijol aumenta en función a la intensidad luminosa (4), aumentando el rendimiento fotosintético, el desarrollo vegetativo y la producción, porque cada "golpe" fue sembrado con un mayor distanciamiento que en "chorro continuo" la cual se sembró con un distanciamiento de 8 cm/planta.

Por otro lado, en el Cuadro 10 al comparar el efecto del método de siembra a una densidad de 6 plantas/metro lineal, observamos como el tratamiento con el método de "chorro continuo" supera estadísticamente al de "por golpes"; este resultado supuestamente puede ser atribuido a que en el momento de la siembra en "chorro continuo" se hizo un rallado en el suelo permitiendo su remoción y de esta manera dando condiciones físicas favorables a la planta, obteniéndose en ellas mayor vigor y mejores rendimientos.

Algo similar sucedió como se indica que en el Cuadro 11 donde el tratamiento " chorro continuo con 6 plantas/metro lineal" es superior a las demás (con 18 y 12 plantas/metro lineal); esto podemos también atribuirle al efecto del surcado o rallado del suelo al momento de la siembra; otro factor positivo es el distanciamiento entre plantas (17 cm para el tratamiento a_2b_3), lo que dio condiciones favorables para las plantas.

5.2. DEL PESO SECO DE 100 SEMILLAS.

El análisis de variancia (Cuadro 12), para el peso seco de 100 semillas nos indica que no hay significación estadística en la interacción método por densidad de siembra, por lo que se realizó la prueba de Duncan (Cuadro 13).

Al comparar numéricamente estos resultados se puede decir que la densidad de siembra no afecta al peso de las semillas, pues los promedios tanto para 6 plantas/metro lineal como para 18 plantas son similares , y la diferencia con el promedio de 12 plantas/metro lineal tampoco es demasiado.

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. Por todo lo indicado, se puede mencionar que el peso de las semillas es una característica gobernada

principalmente por el genotipo de la variedad, siendo los otros factores, características secundarias.

5.3 DEL NÚMERO DE GRANOS POR VAINA.

En el Cuadro 14 se observa que no existe significación estadística para ninguna fuente de variación, esta respuesta es similar a lo mencionado por ALQUEJAYA (1984), quien afirma que la densidad de siembra no tiene influencia en el número de semillas por vaina; esto puede atribuirse a la característica de la variedad. Consecuentemente con lo indicado por KAY (1998), se obtuvo en promedio un número de 10 granos por vaina.

5.4 DEL PESO SECO DE VAINA.

El peso seco de vaina tampoco fue influenciado por ninguna fuente de variación (Cuadro 16); al realizar la prueba de Duncan (Cuadro 17) se observa que los promedios son estadísticamente similares. APARICIO (1990) llegó a determinar que el peso de vaina no es afectado por la densidad de la plantación; siendo este carácter atribuible al genotipo de la especie.

5.5 DE LA ALTURA DE PLANTA.

Realizado el análisis de variancia (Cuadro 18) para el carácter altura de planta, se observa que hay significación estadística en la interacción de los métodos por la densidad de siembra, conllevando a efectuarse el análisis de

variancia para los efectos simples (Cuadro 19); en este estudio solo encontramos significación estadística cuando el factor método de siembra actúa en el nivel 3 de la densidad (6 plantas/metro lineal). La prueba de Duncan para el efecto simple (Cuadro 20) nos informa que el tratamiento "chorro continuo con 6 plantas/metro lineal" supera estadísticamente al de "golpes", es decir que a mayor distanciamiento entre plantas, tienen mejores condiciones de desarrollo. La altura promedio de plantas oscila entre los limites que presenta la literatura que es de 0.90 metros (8).

5.6 DEL DIÁMETRO DE TALLO.

Al realizar la prueba de Duncan (Cuadro 22) en la comparación de las medias de los tratamientos en estudio, observamos que las pruebas con densidades de 6 plantas/ metro lineal (en ambos métodos) son similares estadísticamente, y tienen los mayores promedios de diámetro de tallo, superando a los demás tratamientos. Esto nos lleva a mencionar que la densidad de plantas influye en el diámetro de tallo, es decir que a menor densidad obtendremos plantas bien conformadas, debido a que la competencia por nutrientes, luz, humedad, etc., será menor.

5.7 DEL NÚMERO DE VAINAS POR PARCELA NETA.

El número de vainas por parcela neta, en los análisis de variancia (Cuadro 23) nos presenta significación estadística en ningún caso; al efectuarse la prueba de Duncan (Cuadro 24), tampoco se observa diferencias significativas; esto nos

demuestra que la competencia de población en el presente experimento no incide en la rusticidad de su desarrollo. Si analizamos numéricamente los promedios, siempre el tratamiento chorro continuo con 6 plantas/metro lineal será mayor, reafirmando que en altas poblaciones se producirá mayor competencia entre plantas.

5.8 DE LA LONGITUD DE VAINA.

Al igual que el carácter anterior, la longitud de vaina no presenta influencia por los métodos ni la densidad de siembra; el promedio obtenido (alrededor de 7 cm) se encuentra entre lo reportado por KAY (1998), quien hace referencia que las vainas de esta especie están en un rango de 5 a 10 centímetros de longitud, posiblemente esta característica sea debido a su carga genética.

5.9 DEL NÚMERO DE RAMAS POR PLANTA.

La interacción métodos por densidad de siembra en el análisis de variancia (Cuadro 27) resultó tener una alta significación estadística, lo cual nos lleva a realizar el estudio de los efectos simples para este carácter; el análisis de variancia (Cuadro 28) para los efectos simples nos muestra que existe significación estadística cuando el factor densidad de siembra actúa sobre el segundo nivel de los métodos de siembra (chorro continuo). La prueba de Duncan en este nivel (Cuadro 29) reporta que el tratamiento "chorro continuo con 6 plantas/metro lineal" es superior a los demás.

Los tratamientos con mayor densidad de plantas presentan menor número de ramas, coincidiendo con lo afirmado por CHAVEZ (1977), quien menciona que la cantidad de ramas generalmente disminuye al aumentar la densidad, esto es debido a la competencia entre plantas, lo que contribuye a disminuir la eficiencia fotosintética y por lo tanto disminuye también el rendimiento.

5.10 DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE PLAGAS.

En el Cuadro 31, la prueba de Duncan para el porcentaje de incidencia de plagas nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente similares; pero si analizamos el cuadro en forma numérica en los tratamientos del método "por golpes" se observa mayor porcentaje de incidencia de plagas contrariamente a lo que se presenta en los tratamientos del método "chorro continuo"; posiblemente esto se deba a que en el método "por golpes" las plantas estaban distanciadas a 20 cm/golpe y el número de plantas/parcela neta fue menor, por lo que el porcentaje de incidencia de plagas se hace más notorio; mientras que en le método "chorro continuo" las plantas tenían menor distanciamiento (17, 8 y 5 cm respectivamente) y el número de plantas/parcela neta fue mayor, por lo tanto el porcentaje de incidencia de plagas se reduce aunque no significativamente.

5.11 DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.

La prueba de Duncan (Cuadro 34) para el efecto simple del factor método de siembra en la primera densidad, reporta para el tratamiento "chorro continuo con

18 plantas/metro lineal" un mayor porcentaje de germinación (97.25%) superando el tratamiento "por golpes"; esto puede atribuirse al surcado hecho en el momento de la siembra, dando mayor aireación y mejor circulación de la humedad en el suelo, existiendo condiciones mas favorables para la germinación.

En el Cuadro 35 vemos que en el método "por golpes" a densidades menores el porcentaje de germinación es mayor comparados con la mayor densidad (18 plantas por metro lineal); este resultado puede ser debido a que en menor número de semillas la competencia por humedad, temperatura y otros factores es menor, y por lo tanto habrá un mayor porcentaje de germinación.

5.12 DE LOS DÍAS A LA FLORACIÓN INICIAL.

En el análisis de variancia (Cuadro 36) para los días a la floración inicial, se observa que existe significación estadística en la interacción de ambos factores en estudio, por tal motivo se realizó el análisis de variancia para los efectos simples. El Cuadro 37 reporta significación estadística alta del factor método de siembra en el tercer nivel de la densidad (6 plantas/metro lineal); al realizar la prueba de Duncan (Cuadro 38) se observa que el tratamiento "por golpes con 6 plantas/metro lineal" obtuvo el mayor promedio en días (55.75) para iniciar su floración, mientras que con el método de "chorro continuo" el inicio de floración sucedió en menor promedio de días (47.5). Estos resultados posiblemente tiene que ver con las mejores condiciones alcanzadas por el tratamiento "chorro continuo con 6

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental, podemos emitir las siguientes conclusiones:

1. Los métodos de siembra no influyen en el rendimiento del grano de frijol loctao, pero sí en las características de altura de planta y porcentaje de germinación.

2. La densidad de siembra más adecuada para el cultivo de frijol loctao fue con el tratamiento "chorro continuo con 6 plantas/metro lineal".

3. El mejor rendimiento se presentó en el tratamiento a_2b_3 (chorro continuo con 6 plantas/metro lineal) con 2547.30 kg/ha y el menor rendimiento estuvo en el tratamiento a_2b_2 (chorro continuo con 12 plantas/metro lineal) con 1401.15 kg/ha.

plantas/metro lineal", pues obtuvo los mayores promedios de altura, diámetro de tallo, número de ramas y otros elementos que condicionaron una buena consistencia a la planta, dándole una mayor precocidad en su floración y una consiguiente mejor producción.

Comparando los promedios a través de la prueba de Duncan (Cuadro 39), observamos que a una mayor densidad (18 plantas/metro lineal) se tiene mayor promedio de días para el inicio de la floración; esto puede ser debido a la mayor competencia entre plantas por los nutrientes, humedad, luz, etc., lo cual incide en el retardo del inicio de la floración. KAY (1998) menciona que las flores aparecen entre las siete y ocho semanas de la siembra, coincidiendo con lo reportado en el presente trabajo.

5.13 DE LOS DÍAS A LA FRUCTIFICACIÓN INICIAL.

El análisis de variancia para los efectos simples (Cuadro 41) de los días a la fructificación inicial indica que solo hay significación estadística cuando el factor densidad de siembra actúa sobre el primer nivel de los métodos (por golpes). Consiguientemente se realizó la prueba de Duncan (Cuadro 42) en la cual se compara las 3 densidades en estudio en el método "por golpes" siendo la densidad 12 plantas/metro lineal la que reporta el mayor promedio de días para iniciar su floración.

Sabemos que la mayoría de leguminosas son plantas simbióticas fijadoras de nitrógeno; en estas comparaciones tenemos que en los tratamientos con menor número de plantas se tendrá menor número de nódulos que en los tratamientos con mayor número de plantas, esto puede ser un factor que ayudó a iniciar su fructificación en menor número de días al tratamiento con 18 plantas/metro lineal, pues estas tendrían mayor número de plantas/golpe y mayor número de nódulos fijadores de nitrógeno, aportando de esta manera positivamente; es esta etapa de la planta se requiere una mayor presencia de nutrientes en el suelo para la formación de buenos frutos. BRUNO (1990) menciona que para muchas leguminosas, la fijación de nitrógeno alcanza su punto máximo en el momento de la floración.

Al respecto de los días a la fructificación CHIAPPE (1979) menciona que en variedades precoces, la fructificación puedo iniciarse alrededor de los 60 días, encontrándose en plena fructificación a los 60 - 70 días, coincidiendo con lo obtenido en este trabajo de investigación.

VII. RECOMENDACIONES

De las conclusiones hechas en el estudio es posible dar las recomendaciones siguientes:

1. Continuar con trabajos de investigación sobre densidad de siembra, para establecer distanciamientos adecuados.

2. Realizar la siembra de esta especie entre los meses de abril a mayo para aprovechar mejor las condiciones climáticas tanto en la germinación como al momento de la cosecha.

VIII. RESUMEN

Con el objeto de determinar la influencia de dos métodos de siembra (por golpes y chorro continuo), y obtener información sobre la densidad de siembra más adecuada para el cultivo de frijol loctao (*Vigna radiata* (L.) Wilcz), se realizó el presente experimento en el Fundo perteneciente al Sr. Iván Zecevich Alvarado, ubicado en el Sector Bella Baja entre los meses de julio a noviembre de 1999. El experimento se instaló en un suelo aluvial, con nivel pobre de materia orgánica, contenido medio de carbonato de calcio, nivel bajo de fósforo, contenido alto en potasio, bajo en nitrógeno, CIC bajo y pH 7.0.

Se utilizó semilla obtenida de la empresa Incomab con un poder germinativo de 95%. Los componentes en estudio fueron dos métodos y tres densidades de siembra empleándose la disposición experimental de Bloque Completo al Azar con Arreglo Factorial 2A x 3B con 4 repeticiones.

La preparación del terreno, siembra y demás labores culturales se realizaron de acuerdo al plan establecido. Se efectuaron dos deshierbos manuales, el primero a los 27 días y el segundo a los 50 días de la siembra; el abonamiento se efectuó a los 22 días de la siembra, empleando la fórmula 30-80-50 kg/ha de NPK. Al mes de la siembra se observó una leve incidencia de crisomélidos sobre las hojas cuyo daño no fue de importancia económica por lo que no ameritó

la aplicación de control químico. En el período de madurez se presentó "oidiosis" en forma localizada, la misma que se controló con la aplicación de oxicloruro de cobre.

Los resultados obtenidos nos muestran una influencia variable tanto de los métodos de siembra, de la densidad de siembra como de su interacción. Los métodos de siembra solo tuvieron influencia en la altura de planta y porcentaje de germinación. La densidad de siembra influenció en el rendimiento de grano, diámetro de tallo y porcentaje de germinación. En cuanto a la interacción fueron influenciados el rendimiento de grano sobresaliendo el tratamiento a_2b_3 (chorro continuo con 6 plantas por metro lineal) con un rendimiento promedio de 2547.30 kg/ha; el peso de 100 semillas siendo el tratamiento a_2b_3 que reporta el mayor peso (4.62 g); la altura de planta encontrándose en el tratamiento a_2b_3 una altura de 1.07 m; también el número de ramas ha sido influenciado por la interacción y el tratamiento a_2b_3 es la que tiene 6 ramas/planta; el tratamiento a_2b_3 requirió solo de 47.5 días para iniciar su floración; el tratamiento a_1b_1 necesitó de 63 días para iniciar su fructificación.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALQUEJAYA, S. 1984. Efecto de la densidad de siembra y la fertilización en 6 genotipos diferentes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos. Guatemala. 72 p.

2. APARICIO, J. R. 1990. Estudio del comportamiento de 5 variedades de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 84 p.

3. BENNET, J. A. 1977. Ped yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. as affectecd by planting density Crop Sc. Pp. 73-75.

4. BRUNO, H. J. 1990. Leguminosas alimenticias. Editorial "FRAELE" S.A. Lima, Perú. 136 p.

5. CHANG, J. N. 1979. Influencia de la densidad de siembra en la producción del frijol loctao (*Vigna radiata* (L.) Wilcz) en el valle de Jequetepeque, Tesis Ing. Agr. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 65 p.

6. CHAVEZ, A. E. 1977. Soya: Programa de entrenamiento en Estados Unidos, Puerto Rico. Colombia y Ecuador. Informe especial N° 58. Lima, Perú. Pp. 17-18.

7. CHIAPPE, L. 1979. Cultivos alimenticios I: Leguminosas. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 118p.

8. FAO. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 707 p.

9. KAY, E. 1998. Legumbres alimenticias. Editorial ACRIBA S.A. Zaragoza, España. 437 p.

10. LOLLATO, M. A. 1982. Estudio de los efectos de las distancias entre hileras y la densidad de siembra en la calidad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Pesquisas Agropecuarias. Brasil. 37 p.

11. MATEO, J. M. 1961. Leguminosas de grano. Colección Agrícola Salvat. Barcelona, España. 286 p.

12. MINISTERIO DE SALUD. 1996. Tablas peruanas de composición de alimentos. Editado por el Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud y el Centro Nacional de Alimentos. Lima, Perú 267 p.

13. RUIZ, B. 1983. Germinadores de soya. Boletín Soyanoticias. Año XII N°150. Cauhtemoc, México. 12 p.

14. SEDANO, V. E. 1982. Evaluación de variedades internacionales de soya (*Glycine max* (L.) Merril). Revista Tropical. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 2 (1): 7-16.

15. SHOLTO, D. J. 1994. Hidroponía como cultivos sin tierras. El Ateneo. 6ta Edición. Buenos Aires, Argentina. 251 p.

16. TORIBIO, A. 1995. Cultivo de maíz. Editado por la Unidad de Impresiones de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 84 p.

17. YURIVILCA, C. 1998. Efecto de la fertilización NPK en el rendimiento de frijol chino (*Vigna radiata* (L.) Wilcz) y en la calidad organoléptica del germinado. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 82 p.

X. ANEXO

CUADRO 43. Rendimiento en grano seco del frijol loctao en kg/ha.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	2045.08	2011.96	2118.54	2375.79	1398.08	2476.13	12425.58
II	1694.42	2475.88	1572.46	1614.66	1844.29	3039.46	12240.97
III	1374.58	1664.25	2027.67	1334.21	1106.33	2266.83	9773.87
IV	1635.46	1860.79	1746.17	1614.79	1255.88	2406.79	10519.88
Total Trat.	6749.54	8012.88	7464.84	6939.25	5604.58	10189.21	44960.30
Método	a_1 = 1852.27			a_2 = 1894.42			
Densidad	b_1 = 1711.10			b_2 = 1702.18			b_3 = 2206.76
	1687.39	2003.22	1866.21	1734.81	1401.15	2547.30	

CUADRO 44. Peso seco de 100 semillas, en gramos.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	4.745	4.374	4.527	4.497	4.285	4.656	27.084
II	4.461	4.528	4.535	4.590	4.472	4.501	27.087
III	4.615	4.504	4.688	4.771	4.130	4.716	27.424
IV	4.804	4.091	4.535	4.571	4.323	4.586	26.910
Total Trat.	18.625	17.497	18.285	18.429	17.210	18.459	108.505
Método	a_1 = 4.534			a_2 = 4.508			
Densidad	b_1 = 4.632			b_2 = 4.330			b_3 = 4.593
	4.656	4.374	4.571	4.607	4.303	4.615	

CUADRO 45. Número de granos por vaina.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	10.45	10.30	10.80	10.15	10.90	10.35	62.95
II	11.25	9.30	9.75	8.75	10.25	9.30	58.60
III	9.25	10.25	9.55	9.15	8.00	10.55	56.75
IV	10.65	9.20	10.01	9.33	10.20	9.90	59.29
Total Trat.	41.60	39.05	40.11	37.38	39.35	40.10	237.59
	10.40	9.76	10.03	9.35	9.84	10.03	

CUADRO 46. Peso seco de vaina, en gramos.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	0.661	0.621	0.645	0.661	0.622	0.656	3.866
II	0.682	0.596	0.613	0.568	0.633	0.559	3.651
III	0.596	0.621	0.591	0.593	0.458	0.678	3.537
IV	0.712	0.432	0.575	0.566	0.508	0.643	3.436
Total Trat.	2.651	2.270	2.424	2.388	2.221	2.536	14.490
Método		a_1 = 0.612			a_2 = 0.595		
Densidad		b_1 = 0.630			b_2 = 0.561		b_3 = 0.620
	0.663	0.568	0.606	0.597	0.555	0.634	

CUADRO 47. Altura de planta, en metros.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	1.13	1.10	0.83	1.11	1.06	1.04	6.27
II	0.95	1.18	0.74	0.83	1.17	1.16	6.03
III	0.79	0.65	0.64	0.89	0.71	1.00	4.68
IV	1.03	0.61	0.68	0.89	1.04	1.08	5.33
Total Trat.	3.90	3.54	2.89	3.72	3.98	4.28	22.31
Método		a_1 = 0.86			a_2 = 1.00		
Densidad		b_1 = 0.95			b_2 = 0.94		b_3 = 0.90
	0.98	0.89	0.72	0.93	1.00	1.07	

CUADRO 48. Diámetro de tallo, en cm.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	0.821	0.825	0.935	0.759	0.751	0.868	4.959
II	0.756	0.873	0.905	0.758	0.698	0.928	4.918
III	0.683	0.692	0.839	0.738	0.782	0.831	4.565
IV	0.781	0.751	0.884	0.743	0.756	0.846	4.761
Total Trat.	3.041	3.141	3.563	2.998	2.987	3.473	19.203
Método		a_1 = 0.812			a_2 = 0.788		
Densidad		b_1 = 0.755			b_2 = 0.766		b_3 = 0.880
	0.760	0.785	0.891	0.750	0.747	0.868	

CUADRO 49. Número de vainas por parcela neta.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	1509	1357	1327	1253	780	1364	7590
II	1286	1573	768	922	1159	1797	7505
III	731	604	1361	1048	558	925	5227
IV	730	1068	1039	961	1120	1176	6094
Total Trat.	4256	4602	4495	4184	3617	5262	26416
	1064.0	1150.5	1123.8	1046.0	904.3	1315.5	

CUADRO 50. Longitud de vaina en cm.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	7.470	7.570	7.540	7.735	7.480	7.535	45.330
II	7.855	7.180	7.410	7.010	7.400	7.245	44.100
III	7.200	7.295	7.145	7.095	6.245	7.835	42.815
IV	7.700	7.695	7.285	7.200	7.215	6.505	29.120
Total Trat.	30.225	29.740	29.380	29.040	28.340	29.120	175.845
Método		a_1 = 7.445			a_2 = 7.208		
Densidad		b_1 = 7.408			b_2 = 7.260		b_3 = 7.313
	7.556	7.435	7.345	7.260	7.085	7.280	

CUADRO 51. Número de ramas por planta.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	5	7	7	4	5	5	33
II	5	5	6	4	4	6	30
III	5	4	5	4	4	6	28
IV	4	5	6	4	5	6	33
Total Trat.	19	21	24	16	18	23	121
Método	$a_1 = 5$			$a_2 = 5$			
Densidad	$b_1 = 4$		$b_2 = 5$		$b_3 = 6$		
	4.75	5.25	6.00	4.00	4.50	5.75	

CUADRO 52. Porcentaje de incidencia de plagas.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	29	37	25	23	26	16	156
II	22	36	20	13	24	20	135
III	25	25	26	32	23	33	164
IV	37	30	30	16	22	30	165
Total Trat.	113	128	101	84	95	99	620
	28.25	32.00	25.25	21.00	23.75	24.75	

CUADRO 53. Porcentaje de germinación.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	79	96	92	99	97	92	555
II	75	92	96	98	97	98	556
III	96	100	100	95	98	92	585
IV	88	100	96	97	99	100	580
Total Trat.	338	388	384	389	391	386	2276
Método		a_1 = 92.5			a_2 = 97.2		
Densidad		b_1 = 90.9			b_2 = 97.4	b_3 = 96.3	
	84.50	97.00	96.00	97.25	97.75	96.50	

CUADRO 54. Días a la floración inicial.

	a_1			a_2			Total
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	Bloque
I	45	55	57	54	50	44	306
II	50	46	55	58	50	46	305
III	60	52	56	55	49	52	324
IV	47	51	55	55	50	48	306
Total Trat.	203	204	223	222	199	190	1241
Método		a_1 = 52.5			a_2 = 50.9		
Densidad		b_1 = 53.1			b_2 = 50.4	b_3 = 51.6	
	50.75	51.00	55.75	55.50	49.75	47.50	

CUADRO 55. Días a la fructificación inicial.

	a_1			a_2			**Total**
	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	**Bloque**
I	61	66	65	63	62	62	379
II	62	66	66	66	66	66	392
III	68	68	64	67	70	68	405
IV	62	67	65	65	65	66	390
Total Trat.	253	267	260	261	263	262	1566
Método		a_1 = 65			a_2 = 66		
Densidad		b_1 = 64			b_2 = 66		b_3 = 65
	63.25	66.75	65.00	65.25	65.75	65.50	

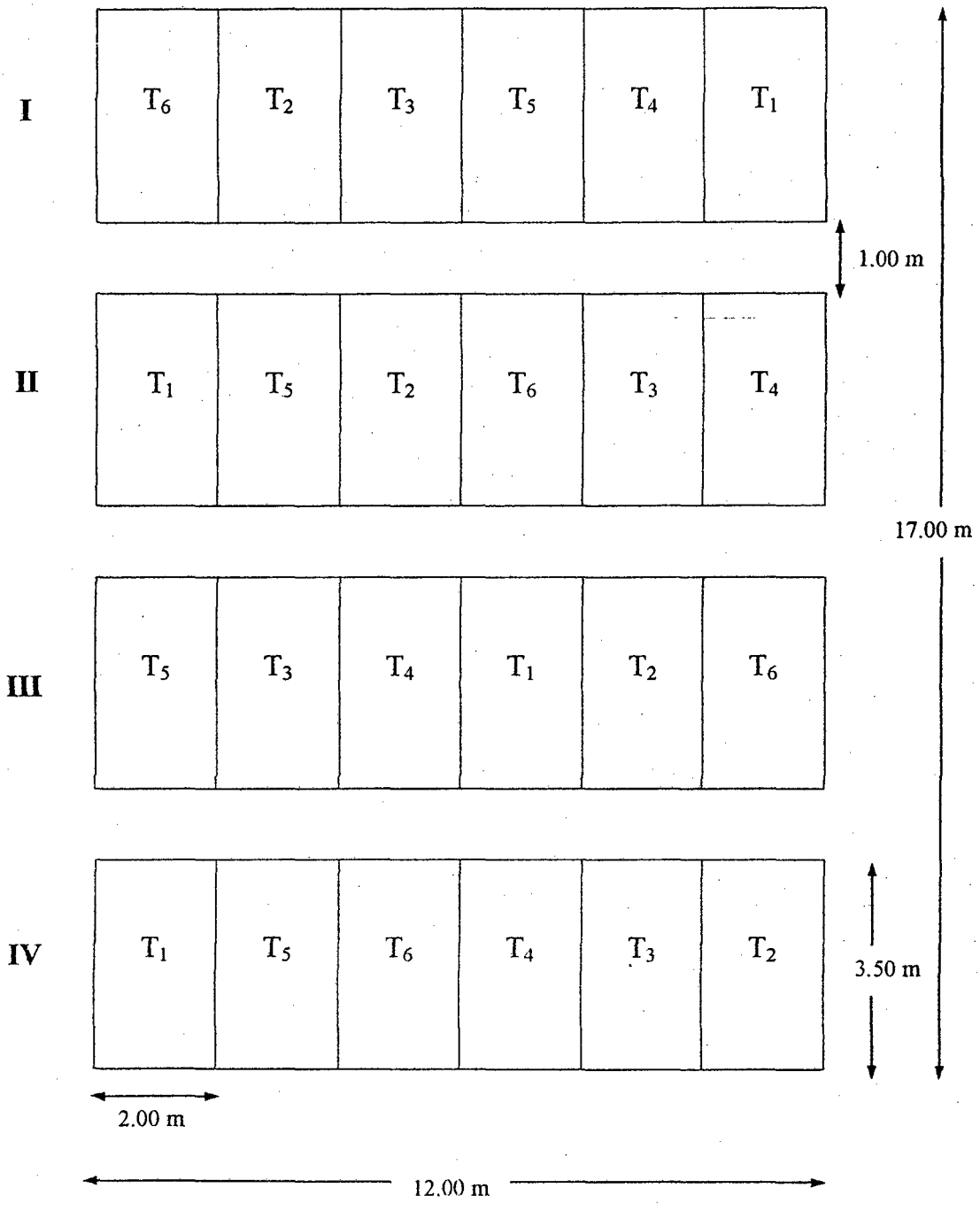
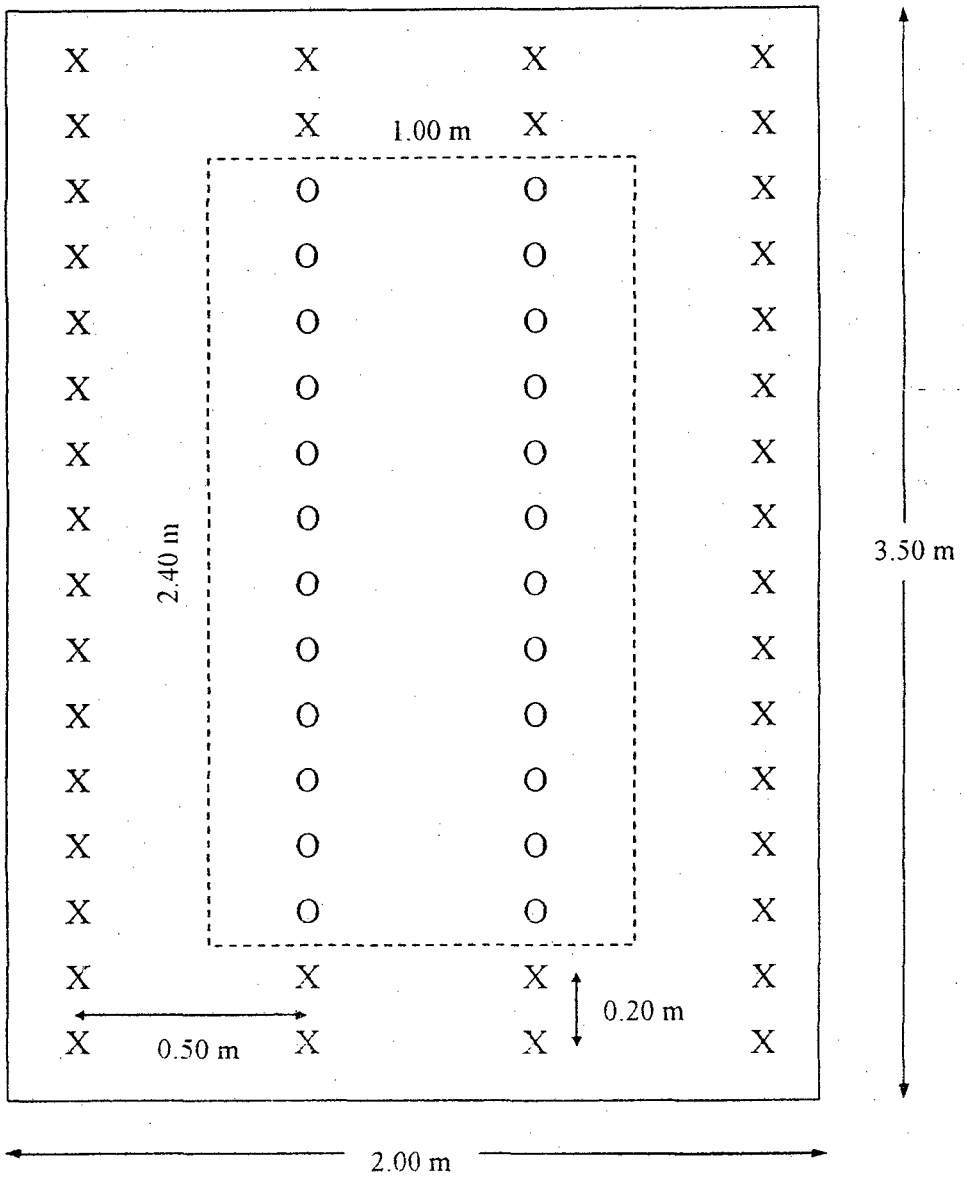


FIGURA 9. Croquis del campo experimental.



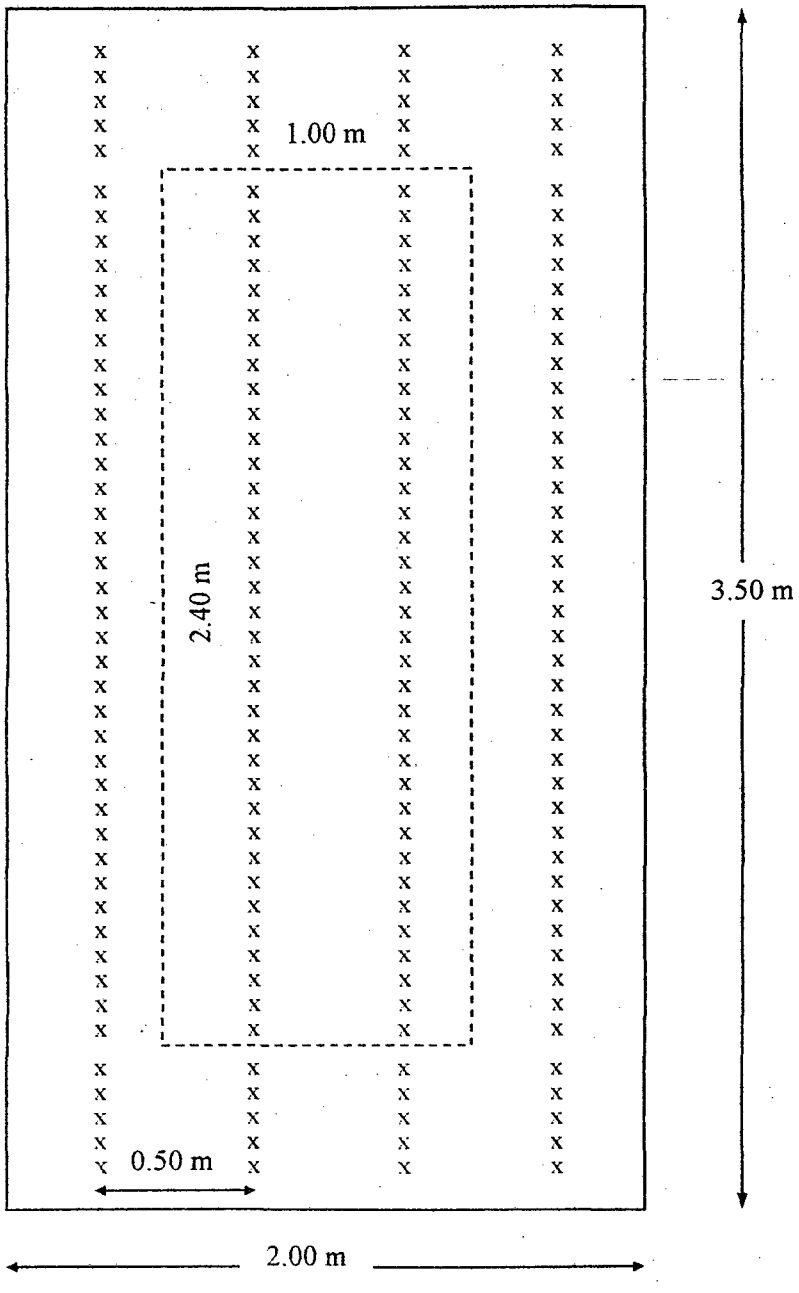
X = Plantas de borde

O = Plantas de parcela neta

Area de parcela = 7.0 m²

Area de parcela neta = 2.4 m²

FIGURA 10. Detalle de parcela experimental (Método "por golpes").



Area de parcela = 7.00 m²
Area parcela neta = 2.00m²
Distancia entre surcos = 0.50 m.
Distancia entre plantas:

0.05 m (a_2b_1)
0.08 m (a_2b_2)
0.17 m (a_2b_3)

FIGURA 11. Detalle de parcela experimental (Método "chorro continuo")

CUADRO 56. Cantidad de semillas a utilizar por hectárea

Tratamientos	Cantidad de semillas/hectárea		Peso (kg) **
	Teórica	(+ 4%) *	
a_1b_1	300,000	321,000	15.6
a_1b_2	200,000	208,000	10.4
a_1b_3	100,000	104,000	5.2
a_2b_1	400,000	416,000	20.8
a_2b_2	258,333	268,667	13.4
a_2b_3	125,000	130,000	6.5

* La semilla utilizada presentó 96% de germinación.

** 100 semillas pesan aproximadamente 5g.

CUADRO 57. Análisis económico de la producción de grano de frijol loctao (1 hectárea).

Clave	Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Precio/kg (S/.) *	Ingreso Total S./ ha	Costo Producción S/. ha	Utilidad Neta S/.
a_1b_1	Por golpes con 18 plantas por metro lineal	1687.39	2.50	4218.48	3110.25	1108.23
a_1b_2	Por golpes con 12 plantas por metro lineal	2003.22	2.50	5008.05	3007.95	2000.10
a_1b_3	Por golpes con 6 plantas por metro lineal	1866.21	2.50	4665.53	2918.85	1746.68
a_2b_1	Chorro continuo con 18 plantas por metro lineal	1734.81	2.50	4337.03	3110.25	1226.78
a_2b_2	Chorro continuo con 12 plantas por metro lineal	1401.15	2.50	3502.88	3007.95	494.93
a_2b_3	Chorro continuo con 6 plantas por metro lineal	2547.30	2.50	6368.25	2918.85	3449.40

* Precio de 1 kg de grano de frijol loctao (S./ 2.50)

FUENTE: INEI - Octubre - 2000