

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“FERTILIZACIÓN FOSFOPOTÁSICA EN EL FRIJOL
VARIEDAD ‘CHAUCHA’ (*Phaseolus vulgaris* L.),
EN TINGO MARIA”**

TESIS

Para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Juan Carlos Tuesta Hidalgo

PROMOCIÓN I - 2001

TINGO MARÍA - PERÚ

2003

DEDICATORIA

Para mis padres Edwer y Nancy, con todo el amor y el cariño de siempre, mi eterno agradecimiento, a quienes con sus sacrificios y enseñanzas hicieron posible que cumpla mi sueño de ser Ingeniero Agrónomo.

A mis hermanos Oscar, Edwer, Morayna, Patricia y Nancy por todo su apoyo moral

A mis tíos Jorge y Marisol, por la orientación permanente.

A mis grandes amigos Astolfo y Polita, por su comprensión y apoyo en la culminación de mi profesión.

A mi hijo Juan Carlos, con mucho amor y cariño.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía, por haberme brindado las condiciones favorables en mi formación profesional.
- Al Ing, Jaime J. Chávez Matías, patrocinador, por sus orientaciones acertadas para la culminación del presente trabajo de investigación.
- A los Miembros del Jurado de Tesis: Ing. M. Sc. José Wilfredo Zavala Solórzano, Ing. Luis Mansilla Minaya e Ing. Jorge Cerón Chávez, profesores y amigos, por la corrección y aporte en el desarrollo del volumen de tesis.
- Al Bach. Cesar Callirgos Alvarado y Felipe Sánchez Dávila, por el apoyo en el presente trabajo de investigación.
- A mis compañeros y amigos: Sandro Perdomo Vela, Antonio Rengifo Angulo, Jorge Fonseca Hidalgo y Percy Philipps Gallo.
- A los trabajadores de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todas las demás personas que de una u otra manera contribuyeron en la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA	10
2.1 Aspectos generales del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	10
2.2 Fertilización en leguminosas	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Ubicación del experimento	22
3.2 Historia del campo	22
3.3 Análisis de suelo	22
3.4 Registros meteorológicos	24
3.5 Componentes en estudio	25
3.6 Diseño experimental	25
3.7 Tratamientos en estudio	27
3.8 Características del campo experimental	28
3.9 Observaciones registradas y metodología	30
3.10 Ejecución del experimento	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1 Rendimiento en grano	35
4.2 Altura de planta y diámetro de tallo	42

4.3	Número de hojas y flores, vainas/planta y tamaño de grano	46
4.4	Porcentaje de materia seca	54
4.5	Relación beneficio/costo (B/C)	56
V.	CONCLUSIONES.....	60
VI.	RECOMENDACIONES.....	61
VII.	RESUMEN.....	62
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	64
IX.	ANEXO	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Análisis físico- químico del suelo donde se instaló el experimento	23
2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento	24
3. Esquema del análisis de variancia	26
4. Descripción de los tratamientos en estudio	28
5. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento en grano de frijol variedad 'Chaucha'	35
6. Resumen del análisis de variancia para las características altura de planta y diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha'	43
7. Resumen del análisis de variancia para las características número de hojas, número de flores, vainas/planta y tamaño de grano de frijol variedad 'Chaucha'	47
8. Cuadrado medio de los efectos simples de los factores en estudio para el número de hojas, número de flores, número de vainas/planta y tamaño de grano de frijol variedad 'Chaucha'	50
9. Resumen del análisis de variancia para la característica porcentaje de materia seca de frijol variedad 'Chaucha'	55
10. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha' por efecto de la fertilización fosfopotásica	37
2. Efecto principal de los niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'	38
3. Efecto principal de los niveles de fertilización potásica en el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'	39

L INTRODUCCIÓN

Las leguminosas de grano tienen una gran importancia en la alimentación humana, por su alto contenido de proteínas, vitaminas y carbohidratos, además de minerales como calcio, hierro, fósforo, etc. Además es utilizado como mejorador de suelo por su capacidad de fijar nitrógeno y como cobertura.

Su cultivo data desde hace muchos años, prácticamente desde el inicio de la instalación de los campesinos en sus predios. Desde entonces el frijol variedad 'Chaucha', se encontraba dentro de las semillas locales, conocido con el nombre de 'Huascaporoto', que son frijoles grandes de color rojo o jaspeados con blanco.

La bibliografía de esta variedad es escasa, en consecuencia los agricultores de nuestra zona lo cultivan en forma tradicional, obteniéndose rendimientos promedio de 400 kg/ha. Con el propósito de incrementar estos rendimientos en condiciones del trópico, el presente trabajo propone la utilización de una fertilización fosfopotásica en diferentes niveles a fin de encontrar los niveles óptimos que generen altos rendimientos y sean una buena alternativa para los agricultores de la selva.

Considerando, que por lo menos el 65% del nitrógeno lo toman de la atmósfera y considerando que los elementos que merecen mayor atención son el fósforo y el potasio, se ha planteado el presente experimento con los siguientes objetivos:

1. Determinar los niveles óptimos de la fertilización fosfatada y potásica en el rendimiento del frijol variedad 'Chaucha'.
2. Determinar la rentabilidad por beneficio - costo de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GENERALES DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

2.1.1 Origen y distribución

KAY (1979), señala que la judía o frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es la especie mejor conocida y mas distribuida del género *Phaseolus*; se piensa que se ha originado en la zona oeste de México- Guatemala, pero existen pruebas que sugieren su aclimatación en centroamérica, a partir de especies ancestrales y extendidas y polimórficas. Actualmente esta muy distribuida en distintas partes de los trópicos, subtropicos y regiones templadas, siendo la legumbre alimenticia mas importante en Latino América y partes de Africa.

2.1.2 Características botánicas

KAY (1979), reporta que es una planta herbácea anual, que muestra una gran variación en costumbres, caracteres vegetativos, color de las flores y el tamaño, forma y color de las vainas y semillas. Hay tipos trepadores o erguidos y también arbustos enanos, además hay tipos intermedios que desarrollan estolones débiles. Todas las formas tienen una raíz central bien desarrollada, que crece rápidamente, alcanzando algunas veces una profundidad de 90 cm o más, pero con las raíces laterales limitadas principalmente a la zona superior (15 cm) del suelo y que porta nódulos esféricos o irregulares, de unos 6 mm de diámetro. Los tallos son delgados, retorcidos, angulosos y nerviados. Los tipos trepadores pueden alcanzar los 2 ó 3 m de altura y los enanos o matosos los 20 - 60 cm. Las hojas son alternas, trifoliadas a

menudo algo peludo, con un peciolo largo, estriado por la zona superior y con una notable pulvínula en la base. Las hojillas son ovaladas, enteras acuminadas y de 8 - 15 x 5 -10 cm. Las flores nacen sobre racimos axilares, de pocas flores; los pedicelos son cortos, de 5 a 8 mm de longitud, la corola puede ser blanca, amarilla, cremosa, rosa o violeta. La alubia normalmente se auto fertiliza, teniendo lugar la polinización en el momento de apertura de la flor. Las vainas de las semillas son finas, de 20 x 1,0 x 1,5 cm, a menudo rectas o ligeramente curvadas de bordes redondeados o convexos y extremo prominente. El color puede variar desde amarillo hasta verde oscuro, teniendo a veces manchado rosa o púrpura. El número de semillas puede oscilar entre 1 y 12; muestran variación importante en su color, tamaño y medida.

2.1.3 Condiciones del cultivo

KAY (1979), indica que para el crecimiento óptimo requieren temperaturas medias de 19 – 24°C, creciendo mejor en los trópicos y subtropicos bajo condiciones de temperatura decrecientes, la judía crece como cosecha de lluvia en zonas con un promedio de lluvias que oscila entre los 500 y 1500 mm. Con respecto al suelo la judía puede crecer bien sobre muchas clases de suelo, desde las arenas blandas, hasta las margas pesadas, aunque es preferible en suelo desmenuzado, profundo y bien drenado.

PARSONS (1987), señala que el frijol se cultiva en suelos cuya textura varía de franco - limoso a ligeramente arenoso, pero tolera bien suelos franco - arcillosos. El frijol crece bien en suelos con un pH entre 5.5 a 6.5.

2.2 FERTILIZACIÓN EN LEGUMINOSAS

GIACONI (1988), sostiene que el frijol produce mejor en suelos arenosos que en los suelos pesados, sembrándose en los suelos arenosos antes de la época normal, porque están menos expuestos a la costreadura y aprovechan mejor el calor solar; en suelos pesados se prestan mejor para las siembras en época normal. Los elementos fundamentales de mayor importancia son el fósforo y el potasio. En las siembras tempranas es indispensable la presencia de nitrógeno asimilable, para suplir las deficiencias derivadas de una nitrificación deficiente en la estación fría.

TEUSCHER, *et al.* (1981), sostienen que tres son los elementos nutritivos más importantes, cuando se encuentra ausente uno de estos tres nutrientes, no es posible el crecimiento vegetal, si uno de ellos existe en cantidades sub anormales, tampoco puede esperarse el rendimiento máximo.

2.2.1 Nitrógeno

BORNEMISZA (1982), afirma que la mayor parte del nitrógeno en el suelo, sobre todo en regiones húmedas se encuentra en compuestos orgánicos que resultan de la descomposición microbiana de residuos animales o vegetales. La descomposición de estas sustancias la realizan tanto los animales como los microorganismos del suelo. A los animales invertebrados en el suelo corresponde la función principal de desintegrar los tejidos y aprovecharlos para su metabolismo, liberando CO_2 y excretando la fracción de nitrógeno que no utilizaron.

DOMINGUEZ (1984), menciona que la actividad fijadora de la bacteria, descende drásticamente a medida que se aplican dosis de nitrógeno mineral al suelo progresivamente de 0 a 300 kg/ha de N.

Gavande (1988), citado por ORTIZ (1992), afirma que no son necesarios altos niveles de fertilización nitrogenada cuando el suelo carece de humedad suficiente, la cual limita el rendimiento de las plantas, y cuando los suelos permanecen siempre húmedos no careciendo nunca de agua, el fertilizante adicional aumentará los rendimientos por cada unidad de volumen de agua usado en la evapotranspiración.

Nuñez (1984), citado por ARÉVALO (1994), dice que en suelo con bajo contenido de nitrógeno (< de 0.11 de materia orgánica) usando el método de Walkley y Black se recomiendan dosis de 40 a 60 kg/ha de N; en suelos con contenido medio de nitrógeno se recomienda dosis de 20 a 40 kg/ha de N y en suelos con alto contenido de nitrógeno se recomienda de 0 a 20 kg/ha de N. Asimismo, indica que la aplicación de nitrógeno debe ser cuidadosa puesto que altas cantidades son perjudiciales para el cultivo y se pierde la acción de las bacterias fijadoras ya que al disponer de suficiente nitrógeno en el suelo la planta no acepta la simbiosis con *Rhizobium*, tomando directamente del fertilizante.

2.2.2 Potasio

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (1998), indica que el potasio es un nutriente vital para las plantas, que no puede ser reemplazado por ningún otro

nutriente. Es absorbido del suelo en su forma iónica K^+ . El potasio es vital para la fotosíntesis y cuando hay deficiencia la fotosíntesis disminuye y la respiración aumenta, lo cual reduce los carbohidratos de la planta.

El potasio es uno de los tres nutrientes minerales que necesitan las plantas en mayor cantidad. La cantidad de K en la solución del suelo esta en función de la liberación del potasio intercambiable, generalmente localizado alrededor de las partículas (micelas) de arcilla. Los cultivos extraen grandes cantidades de potasio del suelo para su crecimiento y desarrollo y como es de esperarse, la falta de éste elemento, influye negativamente en el rendimiento y calidad del cultivo. Además, la deficiencia de potasio aumenta la vulnerabilidad del cultivo a enfermedades y lo hace menos resistente a condiciones de "stress" tales como sequías, heladas etc. (MENGEL y KIRKBY, 1987). Los mismos autores indican que se lo encuentra en todos los órganos de la planta, movilizándose fácilmente de una parte a otra de la planta. El K cumple un rol importante en la activación de un número de enzimas (conociéndose más de 60 activadas por este catión), que actúan en diversos procesos metabólicos tales como fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos; también tiene incidencia en el balance de agua y en el crecimiento meristemático.

Janson y Torstensson (1958), citado por ORTIZ (1992), señalan que la fertilización potásica y la aplicación de calcio ejercieron influencias favorables en el rendimiento de guisantes y leguminosas. En general, la calidad de los granos se ve mejorado con la aplicación de calcio y potasio.

MENGEL y KIRKBY (1987), indican que las plantas obtienen el K del suelo que proviene de la meteorización de los minerales, de la mineralización de los residuos orgánicos o el que proviene de los abonos y fertilizantes. Los procesos pedogenéticos actúan sobre los materiales presentes en el suelo y producen en mayor o menor medida la disponibilidad del nutriente.

Varias investigaciones confirmaron que el sistema agrícola no tiene otra vía de ingreso natural para el balance de K que la reposición primaria proveniente de la liberación de los minerales primarios y secundarios, siendo preponderante la participación de la fracción arcilla. Los minerales arcillosos son la fuente principal de K en el suelo (SARDI y DEBRECZENI, 1992).

DONAHUE (1981), indica que la cantidad total de potasio en la mayoría de los suelos es suficiente, porque está constituido de minerales, muy poco soluble como los feldespatos u ortoclasas. Cuando existe mucho potasio soluble en el suelo y no es usado por la planta estos son adsorbidos en los lugares de intercambio catiónico.

ALTAMIRANO (1993) y MUÑOZ (1997), manifiestan que la buena nutrición con K favorece la rápida transformación del N orgánico en proteína, por consiguiente, el potasio incrementa el efecto de los abonos nitrogenados, elevando los rendimientos.

INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASA (1989), sostiene que la interacción N-K también se manifiesta considerablemente en las leguminosas, al favorecer la fijación del nitrógeno atmosférico. Estudios realizados con cebada en soluciones nutritivas en la interacción N-K, indica que con niveles bajos de K, el aumento del suministro de N redujo la producción, mientras que a concentración medias de K, la respuesta al N mejora, y a mayor dosis de K, se obtiene la máxima producción, con la máxima dosis de N.

2.2.3 Fósforo

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (1998), indica que el fósforo actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular y otros procesos de la planta, así mismo que la concentración de P es mas alta en la semilla que en ninguna otra parte de la planta.

VIVAS, *et al.* (1999), afirman que el fósforo que contiene las plantas representa en décimo aproximado de su contenido de nitrógeno. Se trata de un componente esencial de los compuestos que transportan energía en la planta.

BORIE (1991), manifiesta que las plantas absorben fósforo en estado soluble, pero cuando se introduce fósforo al suelo, más del 90% de él pasa rápidamente a formas no disponibles. Así, gran parte de los fertilizantes fosfatados que se aplican no son utilizados por las plantas, sino que se almacenan en el suelo. Los equilibrios de reacción entre las distintas formas de fósforo dependerán de los

coloides y minerales presentes en el suelo, el pH, la actividad microbiológica, la presencia de enzimas y ácidos orgánicos y la intensidad de la demanda del nutriente. Mientras la composición y pH del suelo son características inalterables o muy difíciles de alterar. Los agentes de origen biológico son posibles de manejar, y prácticamente todos ellos tienden a mantener el fósforo en sus estados de mayor disponibilidad. Por lo mismo, los agentes biológicos son fundamentales para asegurar un mejor y mayor uso del fósforo del suelo.

GUTIERREZ, *et al.* (1999), indican que en el caso del fósforo, el contenido de agua del suelo puede afectar su aprovechamiento por parte de un cultivo. Esto se debe a que el fósforo en el suelo se mueve muy lentamente por difusión, y la difusión ocurre a través de los poros del suelo sólo cuando tienen agua. La principal consecuencia de la baja movilidad del fósforo es que las raíces pueden absorberlo sólo del suelo que está inmediatamente en contacto con las raíces o, a lo mucho, a unos pocos milímetros de la raíz. Es decir, que de todo el volumen de suelo, el cultivo sólo podrá extraer el fósforo que se encuentre próximo a las raíces. Como la movilidad depende del contenido de agua, esta distancia también va a variar y con ella el volumen de suelo del que el cultivo efectivamente absorbe fósforo. A mayor contenido de agua, mayor movilidad y, por lo tanto, el cultivo puede absorber fósforo de un volumen de suelo mayor.

TISDALE (1977), sostiene que el fósforo en el suelo se halla en forma orgánica, dependiendo de la naturaleza de los compuestos en que está contenida. La

fracción orgánica se halla en el humus y otros materiales orgánicos y la fracción inorgánica se halla en numerosas combinaciones con hierro, aluminio, calcio, fluor y otros elementos. El fósforo del suelo se presenta casi exclusivamente como orto fosfatos derivados del ácido fosfórico (H_3PO_4). Los compuestos formados pueden encontrarse en forma de sales en solución, sales cristalinas o sales absorbidas por los coloides del suelo. El ión fosfato puede, además, ser directamente absorbido por los coloides del suelo o puede formar enlaces de gran estabilidad con los hidróxidos de Fe, Al o Mn que forman parte de los coloides del suelo. Estos últimos constituyen el "fósforo fijado". CIAT (1984), manifiesta que el fósforo se encuentra en el suelo en forma de compuestos orgánicos e inorgánicos. Los compuestos orgánicos complejos deben ser mineralizados para que el fósforo pueda ser absorbido por la planta.

CABALCETA (1997), menciona que en la naturaleza, el fósforo forma parte de las rocas y los minerales del suelo. Las fuentes de fósforo como nutrimento para las plantas son los fertilizantes minerales y los fertilizantes orgánicos. Los fertilizantes minerales son compuestos inorgánicos de fósforo que se extraen de los grandes yacimientos de "roca fosfórica". Estos compuestos minerales, son tratados para hacerlos más solubles para que así, sean disponibles para las plantas y puedan ser utilizados por estas en la formación de tejidos y órganos vegetales.

Azcon, *et al.* (1978), citado por MEDINA (1992), señala que la disponibilidad de fósforo en la mayoría de los suelos es escasa, concretamente en suelos ácidos donde el fósforo está sujeto al fenómeno de fijación.

BORIE (1991), indica que el fósforo a menudo aparece como un nutriente limitante en los suelos agrícolas, cualquiera sea su forma de manejo. No es posible capturarlo biológicamente desde el aire, como ocurre con el nitrógeno, y su ciclo natural involucra larguísimos períodos, lo que en términos de manejo agrícola equivale a decir que no podemos depender del ciclo del fósforo, sino de la posibilidad de generar determinados flujos y sub-ciclos de él al interior de los sistemas suelo-agua-organismos vivos. Sin embargo, los sub-ciclos se ven dificultados por el hecho que los equilibrios de reacción del fósforo tienden a mantener la mayor parte de él en condiciones no disponibles para las plantas o microorganismos.

En general los suelos del trópico presentan contenidos bajos de fósforo, esta situación se hace crítica especialmente en suelos tipo ultisoles y andisoles en donde se presentan mecanismos de fijación en el que intervienen por un lado elementos como el hierro y aluminio y por otro en los que se presentan altos contenidos de alúmina (BERTSCH, 1986).

GRAY y GERDEMAHN (1969), citado por MEDINA (1992), indican que las exigencias de fósforo en las leguminosas son relativamente elevadas, ya que no solo es requerida para un adecuado crecimiento vegetal, sino que también es necesario para los procesos de nodulación y fijación de nitrógeno.

PARSONS (1987), indica que a diferencia del nitrógeno, que normalmente es fijado de la atmósfera por las legumbres, el fósforo y el potasio son nutrientes que casi siempre se deben agregar al suelo.

Doorenbos (1979), citado por ORTIZ (1992), indica que el frijol no tiene exigencias en cuanto a suelos, pero prefiere los sueltos y profundos con un pH de 5.5 a 6.0 las necesidades de fertilizantes para obtener una producción elevada son 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 . El frijol tiene la necesidad de fijar el nitrógeno para atender a sus necesidades con altos rendimientos. Sin embargo una dosis de arranque de nitrógeno es beneficiosa para un buen desarrollo inicial.

MEDINA (1992), menciona que los suelos de textura franco arenoso, con características de pH ácido (5.0) con bajos contenidos de materia orgánica, CIC, con contenido de nitrógeno total medio, y alto P_2O_5 disponible (17.30 ppm), los diferentes niveles de fósforo (40 y 80 kg de P_2O_5 /ha), ensayados en un trabajo de tesis ejecutado en el fundo Soledad, km 7, carretera Santa Rosa- Marona, distrito de Padre Felipe Luyando nos mostraron efectos significativos en el parámetro de rendimiento de grano, este efecto se presentó al comparar estos niveles con el testigo (sin fósforo), en un trabajo realizado con tres variedades de *Vigna sinensis* L. (Vita 6, Vita 7 y Black eye).

CESARE (1970), recomienda para el cultivo de frijol en suelos muy explotados o de pobre fertilización, suministrar al momento de la siembra 30 kg/ha de Urea (46%), 250 kg/ha de superfosfato simple de calcio (20%) y 60 kg/ha de KCl (60%).

Gómez (1974), citado por ARÉVALO (1994), realizó estudios de fertilización N, P₂O₅ y K₂O en caupí con la variedad 'Vermelho' en Tingo María, determinando que el mejor rendimiento de grano (2512 kg/ha) correspondió al tratamiento 0 - 50 - 0 kg N, P₂O₅ y K₂O por hectárea.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó de julio a setiembre del 2001 en el predio del Sr. Iván Zeceovich, sector de Bella Baja, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco y región Andrés Bello, ubicado es a 3.5 km de Tingo María, en la margen izquierda del río Huallaga y margen derecha del río Monzón. Geográficamente está ubicado a 09°17'59" Latitud Sur y 76°31'07" Longitud Oeste, con una temperatura promedio anual de 23.5°C, precipitación media anual de 3200 mm y una altitud de 640 msnm.

3.2 HISTORIA DEL CAMPO

El experimento se instaló en un suelo aluvial que forma parte de una isla que el río Monzón forma al dividirse, cuya secuencia de cultivos fue la siguiente:

1950 - 1970	:	Cacaotal en producción
1971 - 1985	:	Cacaotal abandonado
1986 - 1997	:	Problemas con el río Monzón por desbordamiento.
1998 - 2000	:	Cañabrava
2001	:	Instalación del presente experimento

3.3 ANÁLISIS DE SUELO

El análisis físico - químico del suelo se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y los resultados se muestran en el Cuadro 1. Las submuestras se tomaron de una profundidad de 0 - 20 cm.

Cuadro 1. Análisis físico- químico del suelo donde se instaló el experimento.

Parámetros	Contenido	Método
Análisis físico		
Arena (%)	42.40	Hidrómetro
Limo (%)	47.30	Hidrómetro
Arcilla (%)	10.30	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triángulo textural
Análisis químico		
pH en agua (1:1)	7.20	Potenciómetro
CaCO ₃ (%)	0.84	Gasovolumétrico
Materia orgánica (%)	1.46	Walkley y Black
N total (%)	0.06	% M.O. x 0.045
P disponible (ppm)	10.40	Olsen modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	248.00	H ₂ SO ₄ 6N - EAA
CIC (meq/100 g)	15.20	Acetato de amonio
Ca cambiable (meq/100 g)	12.20	Acetato de amonio
Mg cambiable (meq/100 g)	1.80	Acetato de amonio
K cambiable (meq/100 g)	1.00	Acetato de amonio
Na cambiable (meq/100 g)	0.20	Acetato de amonio

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

Según el análisis físico y químico del suelo, se tiene un suelo franco, de origen aluvial, reacción ligeramente alcalina (pH = 7.2), bajo en materia orgánica y nitrógeno total, medio en fósforo, bajo en potasio disponible, CIC intercambiable en un nivel alto, alto contenido de Ca intercambiable, medio de Mg intercambiable y

alto K intercambiable. De acuerdo a los resultados se puede indicar que es un suelo apto para cultivos anuales (frijol), por presentar buena textura y alto contenido de bases cambiables; condiciones adecuadas para una buena producción de frijol, aún más si se tiene en cuenta los bajos requerimientos del cultivo.

3.4 REGISTROS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos registrados durante el período vegetativo del cultivo (julio - setiembre del 2001), fueron obtenidos de la Estación Meteorológica 'José Abelardo Quiñones' de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento.

Mes	Temperatura (°C)	Precipitación pluvial (mm)	H.R° (%)	Horas sol
Julio	24.4	186.0	86.0	182.30
Agosto	24.2	41.6	79.0	213.00
Setiembre	25.1	221.0	79.0	175.40
Total	73.7	448.6	244.0	570.70
Promedio	24.5	149.5	81.3	190.23

En el Cuadro 2, se puede observar que las características climáticas corresponden a un clima de bosque muy húmedo tropical (bmh-T), con una temperatura media de 24.5°C, aceptables para el desarrollo del cultivo de frijol. La humedad relativa muestra ligeros cambios aún en presencia de variaciones pluviales.

3.5 COMPONENTES EN ESTUDIO

3.5.1 Frijol: Variedad 'Chaucha'.

3.5.2 Fertilización fosfórica (A): Superfosfato triple de calcio (46% P_2O_5)

$$a_1 = 0 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

$$a_2 = 40 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

$$a_3 = 80 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

$$a_4 = 120 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

3.5.3 Fertilización potásica (B): Cloruro de potasio (60% K_2O)

$$b_1 = 0 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$b_2 = 40 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$b_3 = 80 \text{ kg/ha de } K_2O$$

$$b_4 = 120 \text{ kg/ha de } K_2O$$

3.5.4 Testigo adicional

$$T_{17} = 0 - 0 - 0 \text{ de (N - } P_2O_5 \text{ - } K_2O)$$

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental adoptado fue el de bloque completo al azar, con arreglo factorial 4 x 4, más un testigo adicional y 4 bloques, haciendo un total de 17 tratamientos, originados de la combinación de los niveles de fertilización fosfórica y niveles de fertilización potásica mas el testigo adicional. Los resultados de las

características evaluadas se sometieron al análisis de variancia y la significación estadística se determinó por la prueba de Duncan al nivel de 0.05 de probabilidad.

Cuadro 3. Esquema del análisis de variancia.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	16
Factorial	15
A (Niveles de P ₂ O ₅)	3
B (Niveles de K ₂ O)	3
A x B	9
Factorial vs. Testigo	1
Error experimental	48
Total	67

Modelo aditivo lineal

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

Para:

i = 1, 2, 3, 4 niveles de fósforo

j = 1, 2, 3, 4 niveles de potasio

k = 1, 2, 3, 4 bloques

Donde:

Y_{ijk} : Es el valor observado en el k-ésimo bloque con el i-ésimo nivel de fertilización fosfórica y con el j-ésimo nivel de fertilización potásica.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto del i-ésimo nivel de fertilización fosfórica.

β_j : Efecto del j-ésimo nivel de fertilización potásica.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de fertilización fosfórica con el j-ésimo nivel de fertilización potásica.

λ_k : Efecto del k-ésimo bloque.

ε_{ijk} : Efecto del error aleatorio asociado a dicha observación Y_{ijk} .

3.7 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos generados según el arreglo factorial $4 \times 4 = 16$ tratamientos, más 01 testigo adicional, se detallan en el Cuadro 4. Cabe indicar que los tratamientos en estudio fueron manejados con aplicación de nitrógeno a 30 kg/ha, a excepción del testigo adicional.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Nutriente (kg/ha)	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
T ₁	a ₁ b ₁	0	0
T ₂	a ₁ b ₂	0	40
T ₃	a ₁ b ₃	0	80
T ₄	a ₁ b ₄	0	120
T ₅	a ₂ b ₁	40	0
T ₆	a ₂ b ₂	40	40
T ₇	a ₂ b ₃	40	80
T ₈	a ₂ b ₄	40	120
T ₉	a ₃ b ₁	80	0
T ₁₀	a ₃ b ₂	80	40
T ₁₁	a ₃ b ₃	80	80
T ₁₂	a ₃ b ₄	80	120
T ₁₃	a ₄ b ₁	120	0
T ₁₄	a ₄ b ₂	120	40
T ₁₅	a ₄ b ₃	120	80
T ₁₆	a ₄ b ₄	120	120
T ₁₇	Testigo	Sin aplicación de fertilizantes	

3.8 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Bloques

- Número de bloques 4
- Largo de bloques 27.00 m
- Ancho de bloques 10.60 m
- Área de bloques 286.20 m²

- Separación entre bloques 1.00 m

Parcelas

- Número de parcelas/bloque 17
- Largo de parcelas 4.80 m
- Ancho de parcelas 3.00 m
- Área de la parcela 14.40 m²
- Área neta de la parcela 7.56 m²
- Número de plantas/parcela neta 126

Hileras

- Número de hileras/parcela 5
- Largo de hileras 4.80 m
- Distanciamiento entre hileras 0.60 m
- Distanciamiento entre golpes 0.30 m
- Número de golpes/hilera 16

Dimensiones del campo experimental

- Largo 54.00 m
- Ancho 22.20 m
- Ancho de calles entre bloques 1.00 m
- Área total del experimento 1198.80 m²
- Área neta del experimento 514.08 m²

3.9 OBSERVACIONES REGISTRADAS Y METODOLOGÍA

3.9.1 Altura de planta y diámetro de tallo

Las evaluaciones de altura de planta y diámetro del tallo se realizaron a los 15 días y a la floración (50% de plantas con flores), seleccionando al azar 9 plantas de la 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.

3.9.2 Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas de las 9 plantas seleccionadas al momento de la floración (cuando el 50% de las plantas con flores).

3.9.3 Rendimiento de grano

Para la determinación del rendimiento se procedió a cosechar las vainas dentro de cada parcela neta, para posteriormente después del desgrane realizar el pesado del grano seco a fin de obtener el rendimiento en gramos/parcela neta y proyectarlo a kg/ha, ajustados al 14% de humedad del grano, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de grano por parcela} \\ (\text{corregido al 14\% de H}^\circ) = \text{Peso parcela} \\ \text{neta} \times \frac{100 - \% \text{ H}^\circ \text{ medido}}{100 - 14\% \text{ H}^\circ}$$

3.9.4 Peso de 100 semillas

Se tomó 100 semillas de la producción de cada parcela experimental para ser pesados y ajustados al 14% de humedad de grano.

3.9.5 Número de vainas por planta

Esta característica fue determinada al momento de la cosecha en las 9 plantas seleccionadas.

3.9.6 Número de semillas por vaina

Esta característica fue determinada después de la cosecha, para lo cual se separaron 20 vainas tomadas al azar de las 9 plantas seleccionadas.

3.9.7 Longitud de vaina

Esta característica se determinó después de la cosecha, tomándose al azar 10 vainas por parcela neta y evaluándose el largo de cada vaina haciendo uso de una regla graduada en centímetros.

3.9.8 Longitud de semillas

Para la determinación de la longitud de las semillas, se tomaron al azar 20 semillas/parcela neta en madurez comercial, registrándose su longitud haciendo uso de un vernier digital.

3.9.9 Peso fresco y peso seco

Se tomaron al azar 6 plantas dentro de cada parcela neta de los tratamientos en estudio a los 15 días después de la siembra, al momento de la floración y a la cosecha, para posteriormente determinar el peso fresco haciendo uso de una balanza analítica. Para la determinación del 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.

3.9.10 Análisis de rentabilidad

La rentabilidad del frijol variedad 'Chaucha' con la aplicación de cada uno de los tratamientos en estudio, se determinó mediante la diferencia del valor total de producción con el costo de producción, constituyendo el beneficio neto que permitió deducir el índice de rentabilidad entre el beneficio y costo en cada nivel de aplicación fosfopotásica (relación B/C).

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

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

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

3.10 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.10.1 Preparación del terreno

El terreno utilizado para la instalación del presente trabajo de tesis se preparó en forma manual, empezándose a realizar la limpieza del terreno haciendo

uso de machete, seguido del shunteo, eliminación y quema de los rastrojos. Posteriormente se hizo una ligera nivelación del terreno utilizando el rastrillo.

3.10.2 Muestreo del suelo

Se tomaron varias sub-muestras de cada bloque en forma de zigzag a una profundidad de 0 - 20 cm con un tubo muestreador, para finalmente obtener un kilogramo de muestra compuesta, la que fue sometida al análisis físico – químico respectivo en el Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.10.3 Obtención de la semilla

La semilla utilizada para la instalación del presente experimento fue previamente seleccionada mediante el uso de un tamiz con agujeros de 5.5 mm de ancho y 15 mm de longitud. Las semillas fueron proporcionadas por el Instituto de Conservación de Medio Ambiente y Agricultura Biodinámica (INCOMAB) - Programa de Menestras, con sede en la ciudad de Tingo María.

3.10.4 Desinfección de la semilla

Antes de la siembra, la semilla fue desinfectada con Homai W.P. (Tiofanate Metil + Thiram) a razón de 5 gramos/kilogramo de semilla, con la finalidad de evitar el ataque de enfermedades.

3.10.5 Siembra

La siembra fue realizada el 03 de Julio del 2001, colocando 4 semillas por hoyo a 5 cm de profundidad hechos con un tacarpo, con distanciamientos de 0.30

x 0.60 m entre golpes e hileras, respectivamente. A los 15 días de la siembra se realizó el desahije dejando 3 plantas por golpe.

3.10.6 Fertilización

La fertilización se realizó al momento de la siembra y antes de la floración en base a los tratamientos en estudio, aplicándose todo el fósforo y potasio al momento de la siembra y fraccionando el nitrógeno en dos partes (la mitad al momento de la siembra y la otra mitad antes de la floración). Antes de realizar la fertilización, se mezclaron los fertilizantes para posteriormente ser aplicados por golpe a una profundidad de 5 cm, para finalmente ser cubiertos con tierra.

3.10.7 Deshierbo

Esta práctica se realizó con la periodicidad del caso. El primer deshierbo se hizo a los 15 días de la siembra y el segundo a los 30 días después del primer deshierbo, haciendo uso de azadón y lampa.

3.10.8 Cosecha

La cosecha fue realizada al finalizar el experimento (a los 80 días después de la siembra), cuando las vainas presentaron madurez comercial. Esta labor se hizo en la tarde en forma individual dentro de las tres líneas centrales de cada parcela experimental. Para la determinación del rendimiento se calculó el peso por parcela neta cuando los granos alcanzaron un 14% de humedad, realizándose esta labor en el laboratorio de semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RENDIMIENTO EN GRANO

Los resultados del análisis estadístico para la característica de rendimiento de grano se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento en grano de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio
Bloques	3	436477.328 S
Tratamientos	16	129671.454 NS
Factorial	15	137606.678 NS
A (Niveles de P ₂ O ₅)	3	139243.957 NS
B (Niveles de K ₂ O)	3	260567.278 NS
A x B	9	96074.052 NS
Factorial vs. Testigo	1	10643.092 NS
Error experimental	48	134884.864
Total	67	

$$\text{c.v.} = 19.29\%$$

NS : No existe significación estadística.

S : Significación estadística al 5% de probabilidad.

En el Cuadro 5, se observa que existen diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidad para el efecto de bloques; mientras que para el efecto de tratamientos, factorial, efecto del factor A, B, A x B y Factorial vs. Testigo no existen diferencias estadísticas significativas. El coeficiente de variabilidad (19.29%) nos indica buena homogeneidad de los resultados experimentales.

Las diferencias no significativas para el efecto de tratamientos, factorial, factor fertilización fosfórica (A), fertilización potásica (B), interacción A x B y contraste factorial vs. testigo, nos estaría indicando que no existió variación o incremento significativo de la producción a un incremento de la fertilización fosfórica y potásica, posiblemente debido al buen contenido nutricional del suelo donde se instaló el presente experimento, ya que se trata de un suelo aluvial de clase textural franco, con alto contenido de bases cambiables y pH ligeramente alcalino, facilitando la absorción de nutrientes por las plantas (Cuadro 1).

Así mismo, la no significación del factor fertilización fosfórica (A) en los niveles 0, 40, 80 y 120 kg/ha de K_2O (Cuadro 14 del anexo), puede deberse al contenido medio de fósforo disponible en la solución suelo, donde incrementos en los niveles de este elemento no va a repercutir en el rendimiento, posiblemente porque dicho suelo haya alcanzado el valor máximo de este nutriente necesario para el desarrollo de la planta.

Por eso es muy importante tener en cuenta estos niveles de diferenciación, ya que va a repercutir en el comportamiento del cultivo, especialmente en el vigor, por lo que se recomienda tener mucho cuidado al momento de realizar las mezclas con el suelo para obtener el crecimiento óptimo de la planta (SÁNCHEZ, 1995).

Niveles de P_2O_5		Niveles de K_2O	
a_1	: 0 kg/ha de P_2O_5	b_1	: 0 kg/ha de K_2O
a_2	: 40 kg/ha de P_2O_5	b_2	: 40 kg/ha de K_2O
a_3	: 80 kg/ha de P_2O_5	b_3	: 80 kg/ha de K_2O
a_4	: 120 kg/ha de P_2O_5	b_4	: 120 kg/ha de K_2O

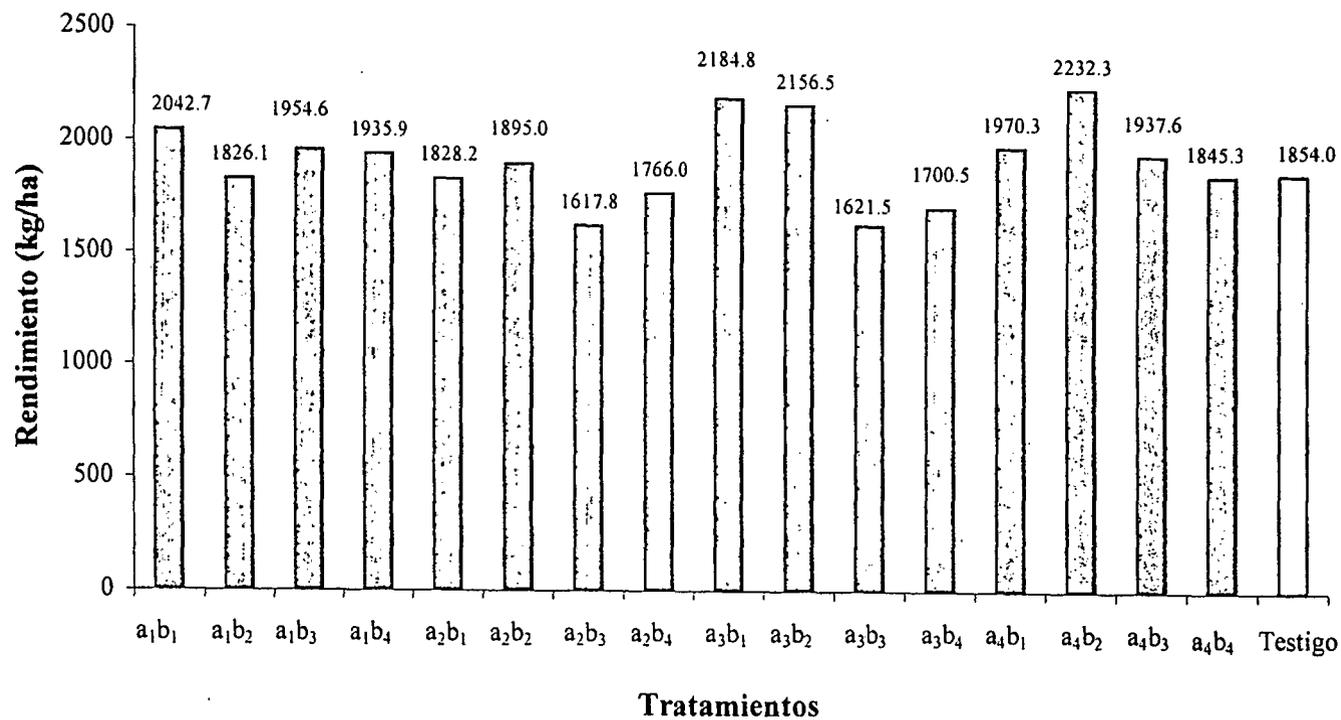


Figura 1. Rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha' por efecto de la fertilización fosfopotásica.

En la Figura 2, donde se presenta el efecto principal de los niveles de fósforo, se observa que no hubo efecto de las fuentes fosforadas.

La falta de respuesta al abonamientos fosforado se debe posiblemente al contenido medio de P disponible del suelo (10.4 ppm), que podría cubrir los requerimientos del cultivo, que oscila de 40 - 60 kg/ha de P_2O_5 (Doorenbos, 1979; citado por ORTIZ, 1992).

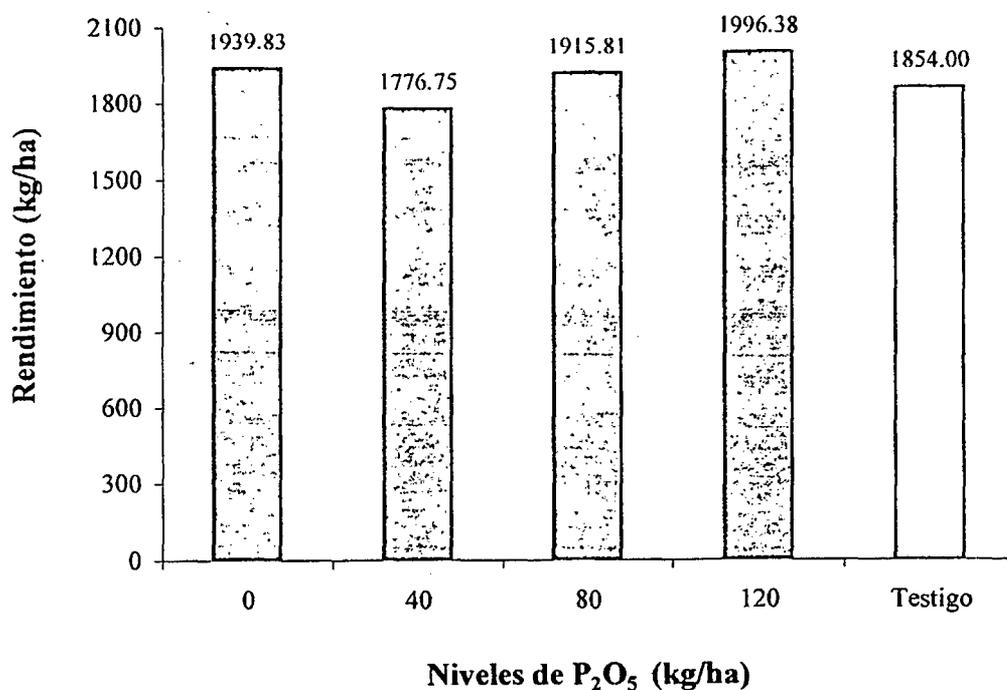


Figura 2. Efecto principal de los niveles de fertilización fosfórica en el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'.

En la Figura 3, se presenta el efecto de los niveles de potasio, observándose que no hubo efecto de las fuentes potásicas, habiéndose obtenido resultados similares entre sí y no diferentes estadísticamente del testigo.

Este efecto de respuesta al abonamientos potásico se debería posiblemente al contenido suficiente de K disponible del suelo (248.0 kg/ha de K_2O), que podría cubrir los requerimientos del cultivo, que oscila de 50 - 120 kg/ha de K_2O (Doorenbos, 1979; citado por ORTIZ, 1992).

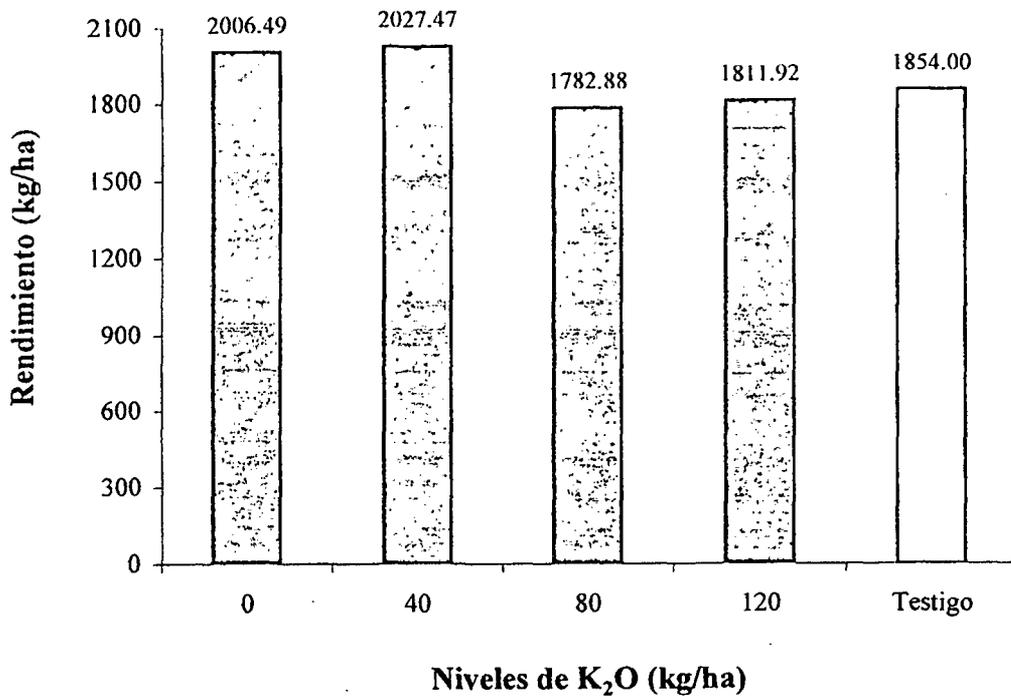


Figura 3. Efecto principal de los niveles de fertilización potásica en el rendimiento de grano seco de frijol variedad 'Chaucha'.

También hay que tener en consideración, que el efecto de la fertilización depende por un lado, del estado nutricional del suelo y del requerimiento del cultivo, en tanto que, por otra parte, la fertilización correctamente dosificada contribuye esencialmente al aumento de la fertilidad del mismo. De ahí, que la finalidad de cada tratamiento fertilizante no sea solamente alcanzar un aumento temporal de los rendimientos, sino mantener y mejorar simultáneamente la fertilidad del suelo (JACOB *et al.*, 1973).

Como se mencionó anteriormente, la disponibilidad de nutrientes en el suelo para el cultivo de frijol, trajo como consecuencia un efecto indiferente en el rendimiento por el incremento de los niveles de fósforo y potasio. Delazari, *et al.*; citado por ORTIZ (1992), estableció que las cantidades cercanas a 10 kg/ha de fósforo en el suelo son suficientes para lograr producciones por encima de 1000 kg/ha de granos. A su vez indica, que el fósforo tiene un efecto muy importante en la implantación del cultivo, habiéndose comprobado que en terrenos deficientes, la aplicación de este elemento incrementó el peso de los granos hasta 9 veces.

El efecto indiferente de los incrementos de los niveles de fósforo y potasio en el rendimiento de grano de frijol, se debe principalmente a la buena disponibilidad de nutrientes, a las condiciones favorables de suelo, a los bajos requerimientos de nutrientes del cultivo para obtener una producción elevada y a la precipitación significativa que permite la pérdida de los nutrientes por lixiviación. Esto es

corroborado por Doorembos (1979), citado por ORTIZ (1992), que indica que el frijol no tiene exigencias en suelos, pero las necesidades de nutrientes para obtener una producción elevada son 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 ; cantidades que se encuentran suficientes en el suelo experimental según el análisis físico - químico (Cuadro 1).

A su vez, NOBLE (1982), indica que las funciones del potasio están relacionadas en la producción y calidad de las cosechas, ya que una buena fertilización potásica ha sido asociada en la resistencia de las plantas a la sequía, enfermedades y a las heladas, con la síntesis de proteínas, síntesis y traslocación de carbohidratos y con el balance hídrico.

La ocurrencia de deficiencia del potasio en el frijol, en condiciones de campo no es muy común, por ello no es muy requerido en grandes cantidades, ya que pocos son los ensayos que presentan aumentos de producción con la aplicación de dosis crecientes en este elemento; atribuyéndose a esta poca respuesta al principio de la ley del mínimo de Liebig, concluyéndose que las cantidades existentes en la mayoría de los suelos es suficiente para la mayoría de cultivares (MALAVOLTA, 1976).

4.2 ALTURA DE PLANTA Y DIÁMETRO DE TALLO

En el Cuadro 6, se presenta el análisis de varianza para las características altura de planta y diámetro de tallo, donde se observa que:

- Existen diferencias significativas al 1% de probabilidad para bloques en el carácter altura de planta a los 15 días y a la floración, diferencias significativas al 5% de probabilidad para diámetro de tallo a la floración y diferencias no significativas para el diámetro del tallo a los 15 días.
- No existen diferencias significativas para tratamientos, factorial, efecto principal de los niveles de fósforo (A), niveles de potasio (B), interacción A x B y contraste Factorial vs. Testigo en la altura de planta a los 15 días y al momento de la floración, a excepción del contraste Factorial vs. Testigo a los 15 días de la siembra y factor A al momento de la floración que resultó significativo al 5% de probabilidad.
- No existe diferencias significativas para tratamientos, factorial, efecto principal de los niveles de fósforo (A), niveles de potasio (B), interacción A x B y contraste Factorial vs. Testigo en el diámetro de tallo a los 15 días y al momento de la floración.
- Los coeficientes de variabilidad nos indican excelente a regular homogeneidad de los resultados experimentales para los caracteres en estudio.

Cuadro 6. Resumen del análisis de variancia para las características altura de planta y diámetro de tallo de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		Altura de planta		Diámetro de tallo	
		A los 15 días	A la floración	A los 15 días	A la floración
Bloques	3	30.419 AS	237.350 AS	0.131 NS	2.240 S
Tratamientos	16	1.768 NS	44.892 NS	0.534 NS	0.853 NS
Factorial	15	1.313 NS	46.610 NS	0.524 NS	0.767 NS
A (Niveles de P ₂ O ₅)	3	3.017 NS	99.650 S	0.343 NS	0.673 NS
B (Niveles de K ₂ O)	3	0.611 NS	27.874 NS	0.605 NS	1.071 NS
A x B	9	0.978 NS	35.176 NS	0.558 NS	0.698 NS
Factorial vs. Testigo	1	8.595 S	19.112 NS	0.675 NS	2.135 NS
Error experimental	48	1.845	28.569	0.537	0.755
Total	67				
	c.v. :	13.26%	9.18%	20.80%	15.64%

NS : No existe significación estadística.
 S : Significación estadística al 5% de probabilidad.
 AS : Significación estadística al 1% de probabilidad.

Las diferencias no significativas encontradas para tratamientos y factorial según la prueba de F en la altura de planta y diámetro de tallo a los 15 días y al momento de la floración (Cuadro 6), nos estará indicando que los tratamientos en estudio son indiferentes a los incrementos en el nivel de fertilización fosfórica y potásica, posiblemente debido a las buenas condiciones físicas y químicas del suelo donde se realizó el experimento. El efecto significativo del factor fertilización fosfórica (A) en la altura de planta al momento de la floración, nos estará indicando respuestas significativamente diferentes de dicho factor en por lo menos uno de los niveles de la fertilización potásica (0 kg/ha de K_2O), tal como se observa en el Cuadro 7.

Las respuestas no significativas en la altura de planta y diámetro de tallo de frijol común por efecto de los incrementos en los niveles de fósforo y potasio, se debe principalmente a las cantidades suficientes de este elemento en el suelo como elemento intercambiable, incrementando la concentración de estos en la solución suelo, afectados posiblemente por las precipitaciones propias de la zona, los cuales van a incrementar la solubilidad del fósforo debido a su alto contenido, repercutiendo en un mejor aprovechamiento por la planta y por ende en su crecimiento (DE DATTA, 1986).

Una adecuada disponibilidad de fósforo estimula el desarrollo radicular en las primeras fases, contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y

maduración, influye en el aumento de peso de los granos y es, en suma, una garantía de mayor producción. Por otro lado, ante una deficiencia del fósforo, las hojas de las plantas se vuelven de color verde oscuro, rojizo o púrpura, existe una reducción de la altura y retarda la floración y maduración (AGUIRRE, 1963).

En lo que concierne al efecto no significativo de los niveles de potasio en las dos características en estudio, esto es comprensible ya que el potasio es un nutriente calificado como un factor de calidad, de modo que no incide mayormente como en el caso del nitrógeno por ejemplo en el incremento del crecimiento.

Asimismo, la deficiencia de potasio actúa negativamente sobre el desarrollo y ramificación de las raíces adventicias, influyendo en la fotosíntesis, el cual disminuye y como consecuencia de esto la respiración aumenta, dando como resultado una reducción en la producción de carbohidratos; una disponibilidad adecuada causa, por el contrario, una resistencia superior a los agentes fúngicos parasitarios, abrevia la fase floración – maduración, aumento el peso unitario de los granos y por ende el rendimiento (SEP/TRILLAS, 1999; DE DATTA, 1986).

4.3 NÚMERO DE HOJAS Y FLORES, VAINAS/PLANTA Y TAMAÑO DE GRANO

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de variancia para las características número de hojas, número de flores, número de vainas/planta y tamaño de grano, observándose que:

- Existe diferencias significativas al 1% de probabilidad para bloques en el carácter número de hojas a los 15 días y al momento de la floración, y diferencias no significativas para número de flores, número de vainas/plantas y tamaño de grano.
- Existe diferencias significativas al 1% de probabilidad para tratamientos y en el contraste Factorial vs. Testigo, diferencias significativas al 5% de probabilidad para factorial e interacción A x B, y diferencias no significativas por efecto de los niveles de fósforo (A) y niveles de potasio (B), en el carácter número de hojas a los 15 días.
- No existe diferencias significativas para tratamientos, factorial, efecto principal de los niveles de fósforo (A), niveles de potasio (B), interacción A x B y contraste Factorial vs. Testigo en el número de hojas al momento de la floración, número de flores, número de vainas por planta y tamaño de grano; con excepción del contraste Factorial vs. Testigo en el tamaño de grano que presentó diferencias significativas al 1% de probabilidad.
- Los coeficientes de variabilidad nos indican rango de excelente (3.77%) a regular homogeneidad (26.47%) de los resultados experimentales.

Cuadro 7. Resumen del análisis de variancia para las características número de hojas, número de flores, vainas/planta y tamaño de grano de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios				
		Número de hojas		Número de flores	Vainas por planta	Tamaño de grano
		A los 15 días	A la floración			
Bloques	3	1.560 AS	48.510 AS	0.393 NS	6.266 NS	0.006 NS
Tratamientos	16	0.391 AS	6.756 NS	0.308 NS	3.458 NS	0.004 NS
Factorial	15	0.293 S	7.150 NS	0.327 NS	3.683 NS	0.003 NS
A (Niveles de P ₂ O ₅)	3	0.373 NS	17.425 NS	1.086 NS	3.156 NS	0.005 NS
B (Niveles de K ₂ O)	3	0.097 NS	10.124 NS	0.156 NS	5.727 NS	0.001 NS
A x B	9	0.331 S	2.734 NS	0.131 NS	3.177 NS	0.003 NS
Factorial vs. Testigo	1	1.861 AS	0.849 NS	0.012 NS	0.078 NS	0.029 AS
Error experimental	48	0.134	7.144	0.400	6.608	0.002
Total	67					
	c.v. :	19.37%	19.44%	17.59%	26.47%	3.77%

NS : No existe significación estadística.
 S : Significación estadística al 5% de probabilidad.
 AS : Significación estadística al 1% de probabilidad.

Las diferencias no significativas para tratamientos, factorial, factor A, factor B, interacción A x B y contraste Factorial vs. Testigo en el número de hojas al momento de la floración, número de flores, número de vainas por planta y tamaño de grano, nos estará indicando que los diferentes niveles de la fertilización fosfórica y potásica no influyeron en las expresiones de estas características, posiblemente debido a las buenas características y el buen contenido nutricional del suelo experimental, lo que no hace necesario un incremento de estos dos nutrientes, donde también su disponibilidad se va a encontrar favorecida por el pH del medio (Cuadro 1); caso contrario a lo manifestado por HUAMANÍ *et al.* (1995), que indican que en suelos aluviales del Alto Huallaga el fósforo constituye un factor limitante para la producción agropecuaria, mientras que el potasio se va encontrar en menor cantidad en suelos aluviales que en los residuales.

Del Cuadro 8, se deduce:

1. **Por efecto del factor fertilización fosfórica (A) en los niveles del factor fertilización potásica**
 - Existe diferencias significativas al 5% de probabilidad por efecto de la fertilización fosfórica en los niveles 0, 40 y 80 kg/ha de K_2O , y diferencias no significativas en el nivel 120 kg/ha de K_2O en el número de hojas a los 15 días.
 - No existe significación estadística de la fertilización fosfórica (A) en los niveles de la fertilización potásica (0, 40, 80 y 120 kg/ha de K_2O) para el número de hojas al momento de la floración, número de flores, número de vainas/planta y tamaño de grano; con excepción en el nivel 0 kg/ha de K_2O en el carácter tamaño de grano, que resultó significativo al 5% de probabilidad.

2. **Por efecto del factor fertilización potásica (B) en los niveles del factor fertilización fosfórica**
 - Para las características en estudio, no existe significación estadística por efecto del factor fertilización potásica (B) en los niveles 0, 40, 80 y 120 kg/ha de P_2O_5 .

Cuadro 8. Cuadrado medio de los efectos simples de los factores en estudio para el número de hojas, número de flores, número de vainas/planta y tamaño de grano de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios				
		Número de hojas		Número de flores	Vainas por planta	Tamaño de grano
		A 15 días	Floración			
Efecto simple del factor fertilización fosfórica (A)						
A en b ₁ (0 kg de K ₂ O)	3	0.41229 S	10.08833 NS	0.22404 NS	1.25083 NS	0.00729 S
A en b ₂ (40 kg de K ₂ O)	3	0.37500 S	2.22062 NS	0.43424 NS	3.48500 NS	0.00250 NS
A en b ₃ (80 kg de K ₂ O)	3	0.48833 S	6.46167 NS	0.43818 NS	3.26750 NS	0.00167 NS
A en b ₄ (120 kg de K ₂ O)	3	0.09062 NS	6.85563 NS	0.38370 NS	4.68500 NS	0.00063 NS
Efecto simple del factor fertilización potásica (B)						
B en a ₁ (0 kg de P ₂ O ₅)	3	0.23167 NS	10.69833 NS	0.03265 NS	1.63563 NS	0.00417 NS
B en a ₂ (40 kg de P ₂ O ₅)	3	0.17083 NS	2.30750 NS	0.04637 NS	4.33562 NS	0.00229 NS
B en a ₃ (80 kg de P ₂ O ₅)	3	0.33229 NS	0.11229 NS	0.15979 NS	8.50417 NS	0.00229 NS
B en a ₄ (120 kg de P ₂ O ₅)	3	0.35563 NS	5.20729 NS	0.31139 NS	0.78417 NS	0.00000 NS
Error experimental	48	0.13350	7.14376	0.39968	6.60835	0.00234

NS : No existe significación estadística.
 S : Significación estadística al 5% de probabilidad.

La significación estadística en el carácter número de hojas a los 15 días por efecto del factor fertilización fosfórica (A) en los niveles de la fertilización potásica (0, 40 y 80 kg/ha de K_2O), puede deberse a factores externos a la fertilización fosfórica y potásica, más aún sabiendo que durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, éste hace uso de las sustancias de reserva presentes en la semilla.

Si bien es cierto que los niveles de la fertilización fosfórica (a_1 , a_2 , a_3 y a_4) ejercen efectos diferentes entre sí en las características número de hojas a los 15 días y tamaño de grano, pero este efecto se va tornando similar a medida que los niveles de la fertilización potásica se van incrementando (Cuadro 8), esto posiblemente puede deberse a que a mayor cantidad de potasio que se incrementa al suelo, la disponibilidad de fósforo en la solución suelo se ve afectada, repercutiendo en la expresión de estas dos características.

Las diferencias no significativas por efecto del factor fertilización fosfórica (A) en los niveles de la fertilización potásica (0, 40, 80 y 120 kg/ha de K_2O) en las características número de flores y número de vainas, así como también por efecto de la fertilización potásica (B) en los niveles de la fertilización fosfórica (0, 40, 80 y 120 kg/ha de P_2O_5), puede deberse a la buena disponibilidad de estos nutrientes en la solución suelo, como consecuencia de las buenas características físicas y químicas del suelo experimental, que van a repercutir en una mayor liberación de dichos nutrientes a la solución suelo.

La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de fósforo disponible en suelo, pero también es afectada por factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Entre los factores del suelo, se destacan la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH; mientras que entre los del cultivo deben mencionarse los requerimientos y el nivel de rendimiento (EIRA, 1992).

Se ha demostrado que la respuesta del cultivo al agregado de fertilizante disminuye cuando el fósforo disponible aumenta. Es decir, que a medida que aumenta la disponibilidad de fósforo en el suelo, la eficiencia de utilización del fertilizante por las plantas disminuye. En una experiencia realizada en la Universidad de Buenos Aires, se encontró que alrededor del 50% del fósforo absorbido por plantas de soja, creciendo en un suelo muy deficiente, provenía del fertilizante; mientras que las que crecieron en suelos bien provistos, más del 80% del fósforo absorbido provino del suelo. Sin embargo las cantidades absorbidas provenientes del fertilizante, en términos absolutos, fueron en todos los casos similares. Esto pone en evidencia también que los estimadores de la disponibilidad de fósforo en el suelo son muy eficientes para evaluar la capacidad de aprovisionamiento desde el suelo a las plantas pero no nos dicen nada del aprovechamiento del fósforo proveniente del fertilizante (VIVAS, *et al.* 1999).

La falta de respuesta significativa debido a los incrementos en los niveles de fósforo y potasio, están afectadas por un sin número de factores, pero principalmente

al contenido nutricional del suelo, donde se indica que plantas fertilizadas con fósforo desarrollan más raíces que las no fertilizadas, pero esto probablemente no sea un efecto directo; la disponibilidad de fósforo incrementa primero la fotosíntesis, lo cual a su vez incrementa el desarrollo radical.

GARDNER, *et al.* (1985), manifiesta que el potasio parece no tener un efecto directo sobre las raíces ni en el alargamiento ni en la ramificación. Sin embargo es importante para ciertas funciones fisiológicas de las raíces; inadecuados niveles pueden debilitar el sistema de traslocación, desmejorar la organización celular y perder la permeabilidad de la célula. Enfatiza que el efecto del potasio al igual que otros fertilizantes son principalmente indirectos, incrementándose el desarrollo de las raíces luego del desarrollo de la parte aérea

Malavolta (1972), citado por ARÉVALO (1994), indica que la ocurrencia de deficiencia de potasio en el frijol, en condiciones de campo no es muy común, por ello no es requerido en grandes cantidades, ya que pocos son los ensayos que presentan aumento de producción con la aplicación de dosis crecientes de este elemento.

4.4 PORCENTAJE DE MATERIA SECA

En el Cuadro 9, del resumen del análisis de variancia para el carácter porcentaje de materia seca, se observa que:

- No existe significación estadística para bloques, tratamientos, factorial, efecto principal de los niveles de fósforo (A), niveles de potasio (B), interacción A x B y contraste Factorial vs. Testigo para el porcentaje de materia seca a los 15 días, al momento de la floración y a la cosecha; con excepción para bloques al momento de la floración que resultó estadísticamente diferente al 1% de probabilidad.
- Los coeficientes de variabilidad nos indican excelente homogeneidad de los resultados experimentales para el porcentaje de materia seca a los 15 días (6.76%) y al momento de la floración (9.53%); mientras que el porcentaje de materia seca a la cosecha (12.41%) presenta muy buena homogeneidad de los resultados experimentales.

El efecto no significativo por incremento de los niveles de fósforo y potasio mediante la fertilización inorgánica en relación a este parámetro, se debe posiblemente a que estos dos elementos no participan directamente en la formación y acumulación de sustancias de reserva lo cual va repercutir en un mayor porcentaje de materia seca, tal como lo hace el nitrógeno durante el incremento del crecimiento y succulencia de los tejidos, pero con buena disponibilidad de fósforo en la solución suelo.

Cuadro 9. Resumen del análisis de variancia para la característica porcentaje de materia seca de frijol variedad ‘Chaucha’.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios		
		A los 15 días	A la floración	A la cosecha
Bloques	3	1.044 NS	393.180 AS	47.972 NS
Tratamientos	16	0.464 NS	44.019 NS	52.339 NS
Factorial	15	0.483 NS	40.993 NS	51.483 NS
A (Niveles de P ₂ O ₅)	3	0.250 NS	21.906 NS	55.338 NS
B (Niveles de K ₂ O)	3	0.221 NS	42.213 NS	31.960 NS
A x B	9	0.648 NS	46.949 NS	56.706 NS
Factorial vs. Testigo	1	0.173 NS	89.413 NS	65.180 NS
Error experimental	48	0.602	47.069	41.107
Total	67			
	c.v. :	6.76%	9.53%	12.41%

NS : No existe significación estadística.
 S : Significación estadística al 5% de probabilidad.
 AS : Significación estadística al 1% de probabilidad.

Asimismo, la respuesta no significativa a los incrementos de los niveles de fósforo y potasio en la expresión de esta característica puede deberse a la buena cantidad disponible de estos dos elementos en el suelo experimental.

PEREIRA y BLISS (1987), estudiando la fijación de nitrógeno y el desarrollo de plantas de frijol común a diferentes disponibilidades de fósforo encontraron que hubo un efecto positivo entre los niveles de fósforo sobre el peso seco de los tallos, el número de nódulos y la masa nodular.

Una mejor eficiencia de estos dos nutrientes (fósforo y potasio) se pudiera haber observado, si es que el contenido de materia orgánica en el suelo hubiera sido mayor, ya que según el análisis químico del suelo (Cuadro 1) se encuentra en un nivel bajo. Un mayor contenido de materia orgánica, origina una acción estimulante en la nutrición de los vegetales contribuyendo a una mayor extracción de elementos minerales (CHAMINADE, 1959), influencia en la solubilidad de los minerales del suelo y sirve como fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos (FERRUZII, 1987).

4.5 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)

El análisis de rentabilidad (Cuadro 10), 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 no difieren entre los tratamientos en estudios, ya que las labores realizadas en las parcelas experimentales son similares para todos, a excepción del tratamiento testigo donde no se hizo la labor de fertilización (00 - 00 - 00). En forma similar, se incluyen los costos por concepto de insumos y transporte (fertilizantes y granos cosechados), pudiendo observarse que a medida que se incrementan las dosis de fertilización (fosfórica y potásica) existe un incremento en los costos tanto de insumos y transporte, que a la vez constituyen los rubros que incrementan los costos de producción de 1.0 hectárea de frijol.

Como se mencionó en la metodología en estudio, la relación beneficio/costo (B/C) se obtuvo mediante la división del ingreso total (rendimiento x costo de frijol 'Chaucha' en grano) y el costo de producción, para cada uno de los tratamientos en estudio; donde el mayor valor de relación B/C lo obtuvieron los tratamiento testigo (sin fertilización) y T₁ (0 kg/ha de P₂O₅ y 0 kg/ha de K₂O) con 1.80 y 1.61 respectivamente, cuyos valores se vieron incrementados por los menores costos incurridos por concepto de fertilizantes (insumos) y transporte; complementando a ello las diferencias no significativas de los rendimientos entre tratamientos.

El análisis de rentabilidad, se determinó por la diferencia del valor total de producción con el costo de producción, obedeciendo a un beneficio neto que permitió deducir el índice de rentabilidad entre el beneficio y costo en cada nivel (tratamiento); donde, debido a las diferencias no significativas entre los rendimientos obtenidos de frijol 'Chaucha' por efecto de los tratamientos en estudio.

Cuadro 10. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamientos	Costo de producción (S/.)				Rendimiento (kg/ha)	Ingreso Bruto (S/.) (2)	Relación B/C (2/1)
		Mano de obra	Insumos	Transporte	Total (1)			
T ₁	a ₁ b ₁	864.00	318.61	82.61	1265.22	2042.65	2042.65	1.61
T ₂	a ₁ b ₂	864.00	398.62	85.28	1347.89	1826.13	1826.13	1.35
T ₃	a ₁ b ₃	864.00	478.61	87.94	1430.55	1954.63	1954.63	1.37
T ₄	a ₁ b ₄	864.00	558.61	90.61	1513.22	1935.91	1935.91	1.28
T ₅	a ₂ b ₁	864.00	412.53	86.09	1362.62	1828.24	1828.24	1.34
T ₆	a ₂ b ₂	864.00	492.53	88.75	1445.29	1894.99	1894.99	1.31
T ₇	a ₂ b ₃	864.00	572.52	91.42	1527.94	1617.80	1617.80	1.06
T ₈	a ₂ b ₄	864.00	652.53	94.09	1610.62	1765.97	1765.97	1.10
T ₉	a ₃ b ₁	864.00	506.43	89.57	1460.00	2184.75	2184.75	1.50
T ₁₀	a ₃ b ₂	864.00	586.44	92.23	1542.67	2156.51	2156.51	1.40
T ₁₁	a ₃ b ₃	864.00	666.43	94.90	1625.33	1621.50	1621.50	1.00
T ₁₂	a ₃ b ₄	864.00	746.43	97.57	1708.00	1700.49	1700.49	1.00
T ₁₃	a ₄ b ₁	864.00	600.35	93.04	1557.39	1970.31	1970.31	1.27
T ₁₄	a ₄ b ₂	864.00	680.35	95.71	1640.07	2232.26	2232.26	1.36
T ₁₅	a ₄ b ₃	864.00	760.35	98.38	1722.72	1937.62	1937.62	1.12
T ₁₆	a ₄ b ₄	864.00	840.35	101.04	1805.39	1845.31	1845.31	1.02
T ₁₇	Testigo	780.00	256.00	80.00	1032.00	1854.02	1854.02	1.80

Costo de 1 kg de frijol 'Chaucha' en grano: S/. 1.00

La relación beneficio/costo se encuentra influenciada en forma general por las cantidades de fertilizantes fosfóricos y potásicos utilizados, los cuales tienden a incrementar significativamente los costos de producción. Es así que los mayores índices de beneficio/costo se presentan en los tratamientos que se utilizaron menor cantidad de fertilizantes, tal es el caso de los tratamientos testigo y T₁ (0 kg/ha de P₂O₅ y 0 kg/ha de K₂O) con 1.80 y 1.61, respectivamente.

A fin de disminuir nuestros costos de producción por el uso de fertilizantes, es muy importante tener en cuenta la cantidad de nutrientes que se requiere para obtener un determinado rendimiento, por lo que se debe conocer primeramente la cantidad de nutriente existente en el suelo, y en función a esto realizar las respectivas formulaciones. Rendimientos más altos significan costos de producción más bajos por unidad de producción y en general esto produce mayores ganancias para el agricultor. Pero rendimientos más altos significan mayor cantidad de nutrientes, así como también la remoción de nutrientes por unidad de producción permanece relativamente constante, dependiente de los rendimientos del cultivo. Por lo que la determinación de las dosis de P y K a usar debe de 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. Los análisis de suelo y planta, la historia del campo a cultivar y la experiencia en el manejo del cultivo son ingredientes importantes para determinar la "receta" de fertilización mas adecuada.

V. CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron respuestas significativas en el rendimiento de frijol 'Chaucha' por efecto de la aplicación de fertilizantes fosfóricos y potásicos.
2. En los caracteres biométricos como altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y flores, número de vainas/planta, tamaño de grano y porcentaje de materia seca, no se observaron respuestas significativas como consecuencia del incremento de los fertilizantes fosfóricos y potásicos.
3. Los mayores índices de beneficio/costo (B/C), lo obtuvieron los tratamientos cuyos niveles de fertilización fueron mínimos como los tratamientos testigo (sin fertilización) y T₁ (0 kg/ha de P₂O₅ y 0 kg/ha de K₂O) con 1.80 y 1.61, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Bajo las condiciones nutricionales del suelo experimental en estudio, no se justifica la aplicación de fertilizantes fosfóricos y potásicos para la producción de frijol variedad 'Chaucha'.
2. A fin de determinar el nivel óptimo de fósforo y potasio en el rendimiento de frijol 'Chaucha', se hace necesario la realización de futuros trabajos de investigación en terrenos aluviales con características químicas diferentes al suelo experimental en estudio.
3. Incidir en análisis de suelos y requerimientos del cultivo antes de instalar experimentos relacionados a la fertilización inorgánica.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector Bella Baja, ubicado al margen izquierdo del río Huallaga y margen derecho del río Monzón, en la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, entre los meses de Julio a Setiembre del 2001, teniendo como objetivos determinar los niveles óptimos de la fertilización fosfatada y potásica en el rendimiento frijol variedad 'Chaucha' y determinar económicamente el efecto de la fertilización fosfopotásica y la relación costo/beneficio de los diferentes tratamientos.

Los componentes en estudio estuvieron representados por el factor fertilización fosfórica, con niveles de 0, 40, 80 y 120 kg/ha de P_2O_5 , y como factor fertilización potásica, los niveles 0, 40, 80 y 120 kg/ha de K_2O . La interacción de los niveles de fertilización fosfórica y potásica originan los tratamientos, que además fueron fertilizados al momento de la siembra con una dosis de 30 kg/ha de N; con fines de comparación se utilizó un tratamiento testigo absoluto representado por la fórmula de abonamiento 0 - 0 - 0 kg/ha de N - P_2O_5 - K_2O . El diseño experimental empleado fue el de Bloque Completamente al Azar con arreglo factorial 4 x 4 + 1 testigo, utilizándose la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias.

Los resultados obtenidos indican un efecto no significativo de los niveles de fertilización fosfórica, potásica e interacción de estos en el rendimiento en grano de

frijol variedad 'Chaucha' debido principalmente a las buenas características físicas y químicas del suelo experimental en estudio y al bajo potencial de extracción del cultivo.

Asimismo no se observan respuestas significativas como consecuencia del incremento de los fertilizantes fosfóricos y potásicos en la expresión de los caracteres biométricos como altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y flores, número de vainas/planta, tamaño de grano y porcentaje de materia seca.

Los mayores índices de beneficio/costo (B/C), lo obtuvieron los tratamientos cuyos niveles de fertilización fueron mínimos como el tratamiento testigo (sin fertilización) y T₁ (0 kg/ha de P₂O₅ y 0 kg/ha de K₂O) con 1.80 y 1.61, respectivamente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE, A. 1963. Suelos, abonos y enmiendas. Edit. Dossat S. A. Madrid, España. 452 p.
2. ALTAMIRANO, F. 1993. Efecto de la interacción N - P en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*), bajo en el sistema de secano en Tingo María. Tesis Ing^o Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 88 p.
3. ARÉVALO R., J. 1994. Fertilización potásica de caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) conducido en cultivos de Callejón con frijol de palo (*Cajanus cajan* L. Millap) en Tingo María. Tesis. Ing. Agr. LA UNAS Tingo María- Huanuco. 84 p.
4. BERTSCH, F. 1986. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica. Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 26 p.
5. BORIE, F. 1991. Microbiología del fósforo. En Jornadas de Fertilidad de Suelos en Cero Labranza. Sociedad de Conservación de Suelos de Chile e INIA. Concepción, Chile. Pp. 32 - 36.
6. BORNEMISZA, E. 1982. Introducción a la química de suelos. Washington D.C. Secretaría General FAO. 74 p.
7. CABALCETA, G. 1997. Fósforo. Agronoticias. Compañía Costarricense del Café S. A. San José, Costa Rica. II Ed. Núm. 2. Pp. 14 - 16.

8. CALZADA B., J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. 3^{ra} Ed. Edit. Jurídica. Lima, Perú. 643 p.
9. CESARE G., O. 1970. Ensayos de fertilización y densidad de siembra en el cultivo de la soya. Tingo María, Perú. Divulgación Agropecuaria N° 2 60 p.
10. CHAMINADE, R. 1959. Influencia del humus en la nutrición mineral de los vegetales. Revista de la Potasa. Instituto Internacional de la Potasa. Berna, Suiza. Pp. 4 - 4.
11. CIAT. 1984. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia. 40 p.
12. DE DATTA, S. K. 1986. Producción de arroz. Fundamentos y Prácticas. México. LIMUSA. 673 p.
13. DOMÍNGUEZ V., A. 1984. Tratado de fertilización, Ediciones. Mundi - Prensa. Catello 37. Madrid - España. 67 p.
14. DONAHUE, R. M. *et al.* 1981 Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Madrid, España. Prentice Hall Internacional. 499 p.
15. EIRA, A. F. 1992. Solubilizacao microbiana do fosfatos. In Micorbiologia do Solo. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo. Campinas, Brasil. Pp. 54 - 62.
16. FERRUZZI, C. 1987. Manual de lombricultura. Trad. del italiano por Carlos Buxa. Madrid, España. 138 p.
17. GARDNER, F.; BRENT, R. and MITCHELL, R. 1985. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press: AMES. First edition 327 p.

18. GIACONI, M. V. 1988. Cultivo de hortalizas. Edit Universitario. 6° Edición. Lima, Perú. s/p.
19. GUTIERREZ, F. H. y SCHEINER, J. D. 1999. Sequía y absorción de fósforo en soja. Boletín Informativo de Nidera S. A. N° 12. Año 5. Madrid, España. 15 p.
20. HUAMANÍ, H.; MANSILLA, L.; ZAVALA, J. 1995. Caracterización del estado nutricional de los suelos degradados del Alto Huallaga. Tropicultura VII (1 - 2): 7 - 17.
21. INSTITUTO INTERNACIONAL DE LA POTASA. 1989. El potasio en las plantas. Berna, Suiza. Guías de extensión N° 2. Worblaugen 168 p.
22. JACOB, A. y UEXKULL, H. 1873. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y sub-tropicales. 4^{ta} Ed. Edit. Euroamericana. 567 p.
23. KAY, D. E. 1979. Legumbres alimenticias. Edit. Acribia S.A. Zaragoza, España. 437 p.
24. MALAVOLTA, E. 1976. Manual de química agrícola, nutricao da plantas e fertilidade do solo. Ed. Agronómica. CERES. Sao Paulo, Brasil. 528 p.
25. MEDINA R., A. 1992. Efecto de 3 fuentes, 3 niveles de fósforo y 2 especies de micorrizas VA en la nutrición y el crecimiento del caupí (*Vigna unguiculata* L. Wolf) en suelo ácido. Tesis Ing° Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 126 p.
26. MENGEL, K. y KIRKBY, E. A. 1987. Potassium. In "Principles of Plant Nutrition". I.P.I. Chapter 10:427-453.

27. MUÑOZ R., A. 1997. Efecto de la interacción N - P en la nutrición del té en Tingo María. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 120 p.
28. NOBLE, R. U. 1982. Las interacciones del potasio en los suelos y en los cultivos. Instituto Internacional de la Potasa. Brasil. Pp. 228 - 229.
29. ORTIZ, Z. M. 1992. Efecto de los diferentes niveles de fertilización con fertilizantes compuestos en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis. Ing. Agr. La Molina, Lima 154 p.
30. PARSONS, D. B. 1987. Frijol y chicharo. Sexta Reimpresión. Editorial Trillas. México. 58 p.
31. PEREIRA, P. and BLISS, F. 1987. Nitrogen fixation and plant growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant and Soil 104:79-84.
32. POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1998. Manual de fertilidad de suelos. Reseca Educación Georgia. 80 p.
33. SANCHEZ, E. J. 1995. Bases técnicas para el desarrollo de los cultivos en la Ceja de Selva del Proyecto Especial Pichis Palcazu (P.E.P.P.). Lima, Perú. Vol. II. Pp. 20 - 22.
34. SARDI, K. y DEBRECZENI, K. 1992. Comparison of methods evaluating the plant available potassium content in soils of different types and potassium levels. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 23; 26: 13-2632.
35. SEP/TRILLAS. 1990. Suelos y fertilización. Edit. Trillas. 2da Ed. México. Pp. 56 - 58.

36. TEUSCHER, H. y RUDOLPH, A. 1981. El suelo y su fertilidad, México. Edit. Continental S.A. 368 p.
37. TISDALE, S. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España. Montaner y Simón S.A. 760 p.
38. VIVAS, H. S.; GUAITA, M. S. y QUAINO, O. 1999. Interacción del fósforo y el calcio en la producción de alfalfa. Departamento Las Colonias. 1997/98. INTA EEA Rafaela. Información Técnica N° 231: 12 - 18.

IX. ANEXO

Cuadro 11. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter rendimiento de grano seco de frijol 'Chaucha'.

Clave	Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Significación
T ₁₄	a ₄ b ₂	2232.3	a
T ₉	a ₃ b ₁	2184.8	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	2156.5	a
T ₁	a ₁ b ₁	2042.7	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	1970.3	a
T ₃	a ₁ b ₃	1954.6	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	1937.6	a
T ₄	a ₁ b ₄	1935.9	a
T ₆	a ₂ b ₂	1895.0	a
T ₁₇	Testigo	1854.0	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	1845.3	a
T ₅	a ₂ b ₁	1828.2	a
T ₂	a ₁ b ₂	1826.1	a
T ₈	a ₂ b ₄	1766.0	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	1700.5	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	1621.5	a
T ₇	a ₂ b ₃	1617.8	a

Cuadro 12. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el efecto principal de la fertilización fosfórica (A) en el rendimiento de grano seco de frijol 'Chaucha'.

Factor	Rendimiento (kg/ha)	
Niveles de P ₂ O ₅		
a ₁ (0 kg/ha de P ₂ O ₅)	1939.83	a
a ₂ (40 kg/ha de P ₂ O ₅)	1776.75	a
a ₃ (80 kg/ha de P ₂ O ₅)	1915.81	a
a ₄ (120 kg/ha de P ₂ O ₅)	1996.38	a

Cuadro 13. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el efecto principal de la fertilización potásica (B) en el rendimiento de grano seco de frijol 'Chaucha'.

Factor Niveles de K₂O	Rendimiento (kg/ha)	
b ₁ (0 kg/ha de K ₂ O)	2006.49	a
b ₂ (40 kg/ha de K ₂ O)	2027.47	a
b ₃ (80 kg/ha de K ₂ O)	1782.88	a
b ₄ (120 kg/ha de K ₂ O)	1811.92	a

Cuadro 14. Cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para rendimiento de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	GL	Cuadrado medio	
Del efecto simple del factor fertilización fosfórica (A) en:			
b ₁ (0 kg de K ₂ O)	3	88221.64	NS
b ₂ (40 kg de K ₂ O)	3	155572.98	NS
b ₃ (80 kg de K ₂ O)	3	142317.30	NS
b ₄ (120 kg de K ₂ O)	3	41354.19	NS
Del efecto simple del factor fertilización potásica (B) en:			
a ₁ (0 kg de P ₂ O ₅)	3	31645.99	NS
a ₂ (40 kg de P ₂ O ₅)	3	56021.06	NS
a ₃ (80 kg de P ₂ O ₅)	3	350995.97	NS
a ₄ (120 kg de P ₂ O ₅)	3	110126.41	NS
Error experimental	48	134884.86	

NS : No existe significación estadística.

Cuadro 15. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter altura de planta de frijol 'Chaucha' a los 15 días después de la siembra.

Clave	Tratamiento	Altura	Significación
T ₁₅	a ₄ b ₃	11.58	a
T ₇	a ₂ b ₃	11.10	a b
T ₅	a ₂ b ₁	11.02	a b
T ₁₄	a ₄ b ₂	10.62	a b
T ₆	a ₂ b ₂	10.58	a b
T ₁	a ₁ b ₁	10.40	a b
T ₂	a ₁ b ₂	10.35	a b
T ₁₆	a ₄ b ₄	10.28	a b
T ₈	a ₂ b ₄	10.22	a b
T ₁₀	a ₃ b ₂	10.22	a b
T ₁₃	a ₄ b ₁	10.15	a b
T ₃	a ₁ b ₃	10.12	a b
T ₁₂	a ₃ b ₄	10.10	a b
T ₉	a ₃ b ₁	9.70	a b
T ₄	a ₁ b ₄	9.68	a b
T ₁₁	a ₃ b ₃	9.25	a b
T ₁₇	Testigo	8.82	b

Cuadro 16. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter altura de planta de frijol 'Chaucha' al momento de la floración.

Clave	Tratamiento	Altura (cm)	Significación
T ₁	a ₁ b ₁	63.32	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	61.90	a b
T ₉	a ₃ b ₁	61.48	a b
T ₂	a ₁ b ₂	61.12	a b c
T ₁₂	a ₃ b ₄	60.88	a b c
T ₃	a ₁ b ₃	60.68	a b c
T ₁₅	a ₄ b ₃	60.18	a b c
T ₁₁	a ₃ b ₃	59.50	a b c
T ₁₀	a ₃ b ₂	58.65	a b c
T ₆	a ₂ b ₂	58.08	a b c
T ₁₆	a ₄ b ₄	57.28	a b c
T ₄	a ₁ b ₄	56.20	a b c
T ₁₇	Testigo	56.08	a b c
T ₇	a ₂ b ₃	54.68	a b c
T ₅	a ₂ b ₁	54.00	b c
T ₈	a ₂ b ₄	53.15	b c
T ₁₃	a ₄ b ₁	52.18	c

Cuadro 17. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de tallo de frijol 'Chaucha' a los 15 días.

Clave	Tratamiento	Diámetro (mm)	Significación
T ₇	a ₂ b ₃	4.72	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	3.72	a b
T ₁₅	a ₄ b ₃	3.70	a b
T ₁₀	a ₃ b ₂	3.70	a b
T ₂	a ₁ b ₂	3.65	a b
T ₅	a ₂ b ₁	3.60	a b
T ₃	a ₁ b ₃	3.58	a b
T ₁₂	a ₃ b ₄	3.55	b
T ₁₆	a ₄ b ₄	3.45	b
T ₉	a ₃ b ₁	3.38	b
T ₁₃	a ₄ b ₁	3.38	b
T ₆	a ₂ b ₂	3.38	b
T ₁	a ₁ b ₁	3.32	b
T ₈	a ₂ b ₄	3.30	b
T ₁₁	a ₃ b ₃	3.18	b
T ₄	a ₁ b ₄	3.18	b
T ₁₇	Testigo	3.12	b

Cuadro 18. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter diámetro de tallo de frijol 'Chaucha' al momento de la floración.

Clave	Tratamiento	Diámetro (mm)	Significación
T ₃	a ₁ b ₃	6.20	a
T ₆	a ₂ b ₂	6.18	a
T ₉	a ₃ b ₁	6.18	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	6.00	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	5.88	a
T ₂	a ₁ b ₂	5.85	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	5.80	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	5.72	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	5.62	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	5.40	a
T ₈	a ₂ b ₄	5.38	a
T ₁	a ₁ b ₁	5.28	a
T ₄	a ₁ b ₄	5.25	a
T ₇	a ₂ b ₃	5.05	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	4.98	a
T ₅	a ₂ b ₁	4.90	a
T ₁₇	Testigo	4.85	a

Cuadro 19. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de hojas de frijol 'Chaucha' a los 15 días.

Clave	Tratamiento	Nº de hojas	Significación
T ₁₅	a ₄ b ₃	2.38	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	2.32	a b
T ₅	a ₂ b ₁	2.25	a b c
T ₁₀	a ₃ b ₂	2.25	a b c
T ₃	a ₁ b ₃	2.05	a b c d
T ₉	a ₃ b ₁	1.98	a b c d
T ₈	a ₂ b ₄	1.98	a b c d
T ₁₂	a ₃ b ₄	1.95	a b c d
T ₁₃	a ₄ b ₁	1.88	a b c d
T ₇	a ₂ b ₃	1.82	a b c d e
T ₆	a ₂ b ₂	1.80	a b c d e
T ₁₆	a ₄ b ₄	1.80	a b c d e
T ₂	a ₁ b ₂	1.72	b c d e
T ₄	a ₁ b ₄	1.65	c d e
T ₁₁	a ₃ b ₃	1.55	d e
T ₁	a ₁ b ₁	1.48	d e
T ₁₇	Testigo	1.22	e

Cuadro 20. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de hojas de frijol 'Chaucha' al momento de la floración.

Clave	Tratamiento	Nº de hojas	Significación
T ₂	a ₁ b ₂	15.40	a
T ₉	a ₃ b ₁	15.30	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	15.18	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	15.15	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	14.90	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	14.72	a
T ₃	a ₁ b ₃	14.65	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	14.55	a
T ₆	a ₂ b ₂	13.72	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	13.38	a
T ₁₇	Testigo	13.30	a
T ₄	a ₁ b ₄	12.58	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	12.28	a
T ₈	a ₂ b ₄	12.25	a
T ₇	a ₂ b ₃	12.22	a
T ₅	a ₂ b ₁	12.15	a
T ₁	a ₁ b ₁	11.98	a

Cuadro 21. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter materia seca de frijol 'Chaucha' a los 15 días.

Clave	Tratamiento	Peso (g)	Significación
T ₅	a ₂ b ₁	12.08	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	11.98	a
T ₃	a ₁ b ₃	11.80	a
T ₆	a ₂ b ₂	11.80	a
T ₈	a ₂ b ₄	11.72	a
T ₂	a ₁ b ₂	11.68	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	11.62	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	11.58	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	11.50	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	11.30	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	11.30	a
T ₄	a ₁ b ₄	11.30	a
T ₁₇	Testigo	11.28	a
T ₁	a ₁ b ₁	11.12	a
T ₇	a ₂ b ₃	11.08	a
T ₉	a ₃ b ₁	11.05	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	10.92	a

Cuadro 22. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter materia seca de frijol 'Chaucha' al momento de la floración.

Clave	Tratamiento	Peso (g)	Significación
T ₉	a ₃ b ₁	76.68	a
T ₃	a ₁ b ₃	75.92	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	75.58	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	75.30	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	75.25	a
T ₄	a ₁ b ₄	74.35	a
T ₆	a ₂ b ₂	73.10	a
T ₅	a ₂ b ₁	72.85	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	72.30	a
T ₂	a ₁ b ₂	71.62	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	71.18	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	70.00	a
T ₇	a ₂ b ₃	69.98	a
T ₁	a ₁ b ₁	67.65	a
T ₁₇	Testigo	67.38	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	67.28	a
T ₈	a ₂ b ₄	66.95	a

Cuadro 23. Cuadrado medios de los efectos simples de los factores en estudio para el porcentaje de materia seca de frijol variedad 'Chaucha'.

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios		
		A los 15 días	A la floración	A la cosecha
Del efecto simple del factor fertilización fosfórica (A) en:				
b ₁ (0 kg de K ₂ O)	3	0.87750 NS	80.90083 NS	57.17896 NS
b ₂ (40 kg de K ₂ O)	3	0.62229 NS	14.10833 NS	14.53167 NS
b ₃ (80 kg de K ₂ O)	3	0.37563 NS	30.31083 NS	76.13417 NS
b ₄ (120 kg de K ₂ O)	3	0.31896 NS	37.43229 NS	77.61167 NS
Del efecto simple del factor fertilización potásica (B) en:				
a ₁ (0 kg de P ₂ O ₅)	3	0.39833 NS	52.52083 NS	18.30417 NS
a ₂ (40 kg de P ₂ O ₅)	3	0.71729 NS	33.29229 NS	96.60417 NS
a ₃ (80 kg de P ₂ O ₅)	3	0.28417 NS	35.98896 NS	62.10917 NS
a ₄ (120 kg de P ₂ O ₅)	3	0.76500 NS	61.25729 NS	25.06062 NS
Error experimental	48	0.76500	47.06939	41.10683

NS : No existe significación estadística.

Cuadro 24. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter materia seca de frijol 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Clave	Tratamiento	Peso (g)	Significación
T ₈	a ₂ b ₄	58.28	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	57.40	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	55.95	a
T ₇	a ₂ b ₃	54.60	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	54.35	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	54.22	a
T ₁	a ₁ b ₁	52.20	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	52.18	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	52.05	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	50.18	a
T ₂	a ₁ b ₂	49.12	a
T ₆	a ₂ b ₂	48.55	a
T ₅	a ₂ b ₁	48.12	a
T ₉	a ₃ b ₁	48.05	a
T ₁₇	Testigo	47.75	a
T ₃	a ₁ b ₃	47.68	a
T ₄	a ₁ b ₄	75.65	a

Cuadro 25. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de flores de frijol 'Chaucha' al momento de la floración.

Clave	Tratamiento	Nº de flores	Significación
T ₁₀	a ₃ b ₂	17.50	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	14.40	a
T ₉	a ₃ b ₁	14.25	a
T ₂	a ₁ b ₂	14.22	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	14.15	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	13.82	a
T ₃	a ₁ b ₃	13.75	a
T ₁₇	Testigo	13.48	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	13.30	a
T ₁	a ₁ b ₁	13.25	a
T ₄	a ₁ b ₄	12.82	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	11.98	a
T ₆	a ₂ b ₂	11.80	a
T ₈	a ₂ b ₄	11.40	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	11.32	a
T ₅	a ₂ b ₁	10.65	a
T ₇	a ₂ b ₃	9.92	a

Cuadro 26. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de semillas/vaina de frijol 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Clave	Tratamiento	Nº de plantas	Significación
T ₁₆	a ₄ b ₄	5.82	a
T ₆	a ₂ b ₂	5.75	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	5.68	a
T ₉	a ₃ b ₁	5.62	a
T ₅	a ₂ b ₁	5.60	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	5.58	a
T ₃	a ₁ b ₃	5.55	a
T ₈	a ₂ b ₄	5.55	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	5.55	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	5.55	a b
T ₁	a ₁ b ₁	5.45	a b
T ₂	a ₁ b ₂	5.40	a b
T ₁₇	Testigo	5.40	a b
T ₄	a ₁ b ₄	5.35	a b
T ₁₅	a ₄ b ₃	5.30	a b
T ₁₂	a ₃ b ₄	5.30	a b
T ₇	a ₂ b ₃	5.02	b

Cuadro 27. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter número de vaina/planta de frijol 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Clave	Tratamiento	Nº vainas/planta	Significación
T ₉	a ₃ b ₁	11.00	a
T ₁	a ₁ b ₁	10.75	a
T ₅	a ₂ b ₁	10.68	a
T ₂	a ₁ b ₂	10.60	a
T ₁₁	a ₃ b ₃	10.55	a
T ₈	a ₂ b ₄	10.35	a
T ₃	a ₁ b ₃	10.25	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	10.08	a
T ₁₃	a ₄ b ₁	9.72	a
T ₁₇	Testigo	9.58	a
T ₄	a ₁ b ₄	9.32	a
T ₁₄	a ₄ b ₂	9.25	a
T ₇	a ₂ b ₃	9.08	a
T ₁₆	a ₄ b ₄	9.00	a
T ₁₅	a ₄ b ₃	8.68	a
T ₆	a ₂ b ₂	8.48	a
T ₁₂	a ₃ b ₄	7.72	a

Cuadro 28. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter tamaño de grano de frijol 'Chaucha'.

Clave	Tratamiento	Longitud (mm)	Significación
T ₇	a ₂ b ₃	1.32	a
T ₉	a ₃ b ₁	1.32	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	1.30	a b
T ₁₆	a ₄ b ₄	1.30	a b
T ₁₃	a ₄ b ₁	1.30	a b
T ₁₄	a ₄ b ₂	1.30	a b
T ₃	a ₁ b ₃	1.30	a b
T ₆	a ₂ b ₂	1.30	a b
T ₁₅	a ₄ b ₃	1.30	a b c
T ₄	a ₁ b ₄	1.28	a b c
T ₅	a ₂ b ₁	1.28	a b c
T ₁₂	a ₃ b ₄	1.28	a b c
T ₁₁	a ₃ b ₃	1.28	a b c
T ₈	a ₂ b ₄	1.28	a b c
T ₂	a ₁ b ₂	1.25	a b c
T ₁	a ₁ b ₁	1.22	b c
T ₁₇	Testigo	1.20	c

Cuadro 29. Prueba de comparación de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el carácter largo de vaina de frijol 'Chaucha' al momento de la cosecha.

Clave	Tratamiento	Largo de vaina (cm)	Significación
T ₃	a ₁ b ₃	13.20	a
T ₁₀	a ₃ b ₂	13.15	a
T ₆	a ₂ b ₂	13.08	a b
T ₁	a ₁ b ₁	13.05	a b
T ₉	a ₃ b ₁	13.05	a b
T ₁₆	a ₄ b ₄	13.00	a b c
T ₂	a ₁ b ₂	12.92	a b c
T ₁₁	a ₃ b ₃	12.82	a b c
T ₁₄	a ₄ b ₂	12.82	a b c
T ₁₅	a ₄ b ₃	12.75	a b c
T ₅	a ₂ b ₁	12.72	a b c
T ₁₃	a ₄ b ₁	12.62	a b c
T ₈	a ₂ b ₄	12.55	a b c
T ₁₂	a ₃ b ₄	12.50	a b c
T ₁₇	Testigo	12.48	a b c
T ₇	a ₂ b ₃	12.35	b c
T ₄	a ₁ b ₄	12.30	c

Cuadro 30. Peso de grano seco (kg/parcela neta) de frijol variedad "Chaucha".

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedio
		I	II	III	IV	
T ₁	a ₁ b ₁	1.30	1.54	1.51	1.82	1.54
T ₂	a ₁ b ₂	1.17	1.64	1.17	1.54	1.38
T ₃	a ₁ b ₃	1.53	1.28	1.38	1.72	1.48
T ₄	a ₁ b ₄	1.58	1.30	1.54	1.43	1.46
T ₅	a ₂ b ₁	0.74	1.63	1.58	1.57	1.38
T ₆	a ₂ b ₂	1.60	1.56	1.17	1.39	1.43
T ₇	a ₂ b ₃	0.88	1.40	1.01	1.60	1.22
T ₈	a ₂ b ₄	1.15	1.47	1.04	1.68	1.34
T ₉	a ₃ b ₁	1.48	1.54	1.77	1.82	1.65
T ₁₀	a ₃ b ₂	1.63	1.49	1.74	1.66	1.63
T ₁₁	a ₃ b ₃	1.79	1.24	0.65	1.22	1.23
T ₁₂	a ₃ b ₄	0.87	1.41	1.07	1.79	1.29
T ₁₃	a ₄ b ₁	0.95	1.75	1.66	1.60	1.49
T ₁₄	a ₄ b ₂	1.92	1.43	1.82	1.58	1.69
T ₁₅	a ₄ b ₃	1.74	0.76	1.62	1.74	1.46
T ₁₆	a ₄ b ₄	1.19	1.24	1.36	1.79	1.40
T ₁₇	Testigo	1.32	1.40	1.39	1.50	1.40

Cuadro 31. Peso de grano seco (kg/ha) de frijol variedad "Chaucha".

Clave	Tratamiento	Bloque				Promedio
		I	II	III	IV	
T ₁	a ₁ b ₁	1725.5	2042.4	1991.9	2410.9	2042.7
T ₂	a ₁ b ₂	1549.8	2174.1	1545.0	2035.6	1826.1
T ₃	a ₁ b ₃	2023.6	1691.0	1824.1	2279.9	1954.6
T ₄	a ₁ b ₄	2096.1	1725.7	2031.8	1890.0	1935.9
T ₅	a ₂ b ₁	984.1	2162.6	2086.6	2079.6	1828.2
T ₆	a ₂ b ₂	2120.1	2062.0	1553.4	1844.4	1895.0
T ₇	a ₂ b ₃	1164.6	1847.6	1336.7	2122.3	1617.8
T ₈	a ₂ b ₄	1526.0	1938.4	1371.4	2228.0	1766.0
T ₉	a ₃ b ₁	1953.0	2039.7	2336.8	2409.5	2184.8
T ₁₀	a ₃ b ₂	2156.7	1971.1	2298.7	2199.5	2156.5
T ₁₁	a ₃ b ₃	2369.4	1642.7	854.3	1619.6	1621.5
T ₁₂	a ₃ b ₄	1154.5	1869.9	1415.5	2362.0	1700.5
T ₁₃	a ₄ b ₁	1255.0	2321.2	2190.4	2114.7	1970.3
T ₁₄	a ₄ b ₂	2543.8	1888.7	2411.2	2085.4	2232.3
T ₁₅	a ₄ b ₃	2300.3	1011.3	2137.5	2301.3	1937.6
T ₁₆	a ₄ b ₄	1572.7	1645.8	1799.3	2363.4	1845.3
T ₁₇	Testigo	1751.2	1846.2	1834.5	1984.3	1854.0

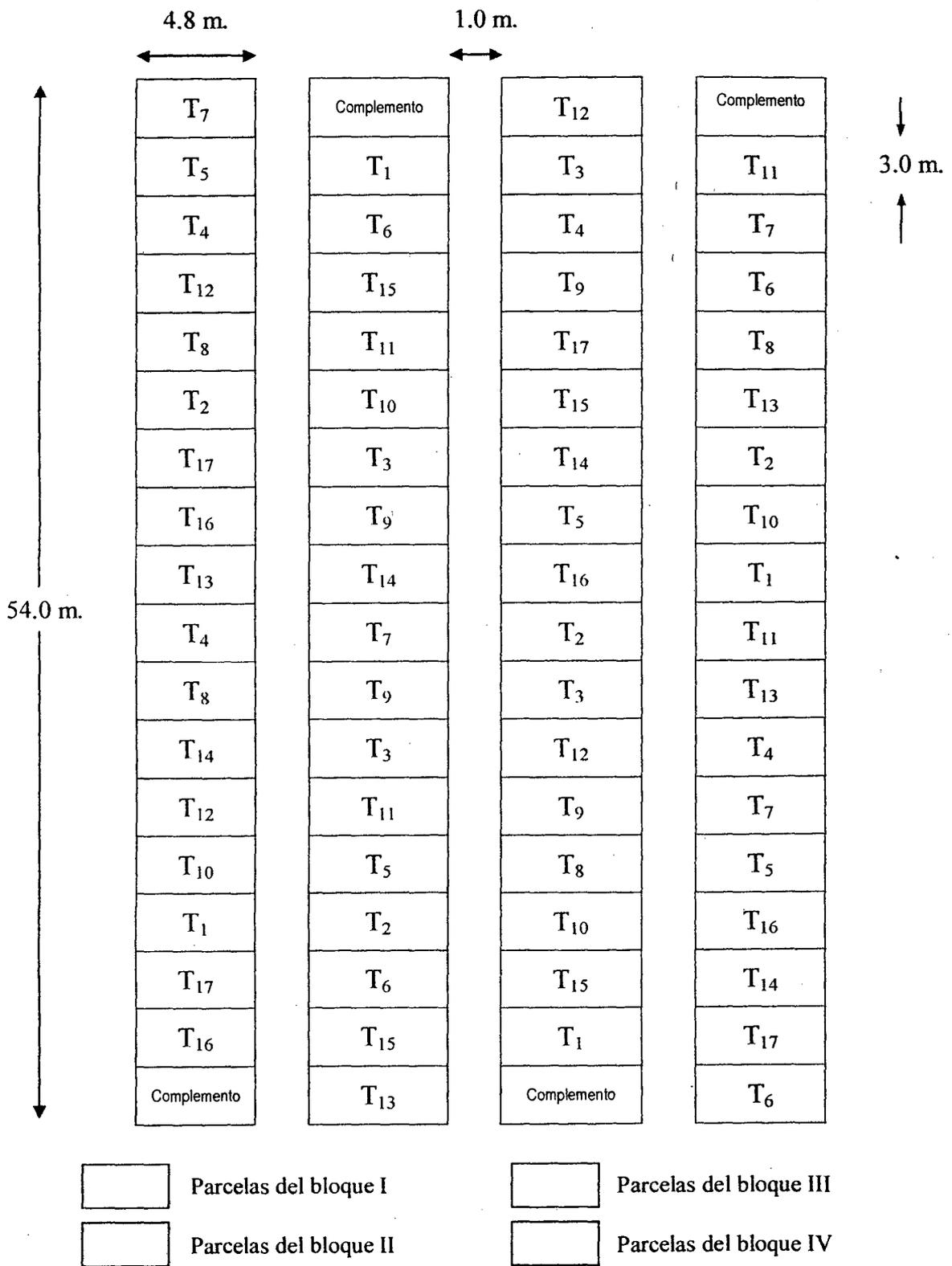


Figura 4. Detalle del croquis experimental

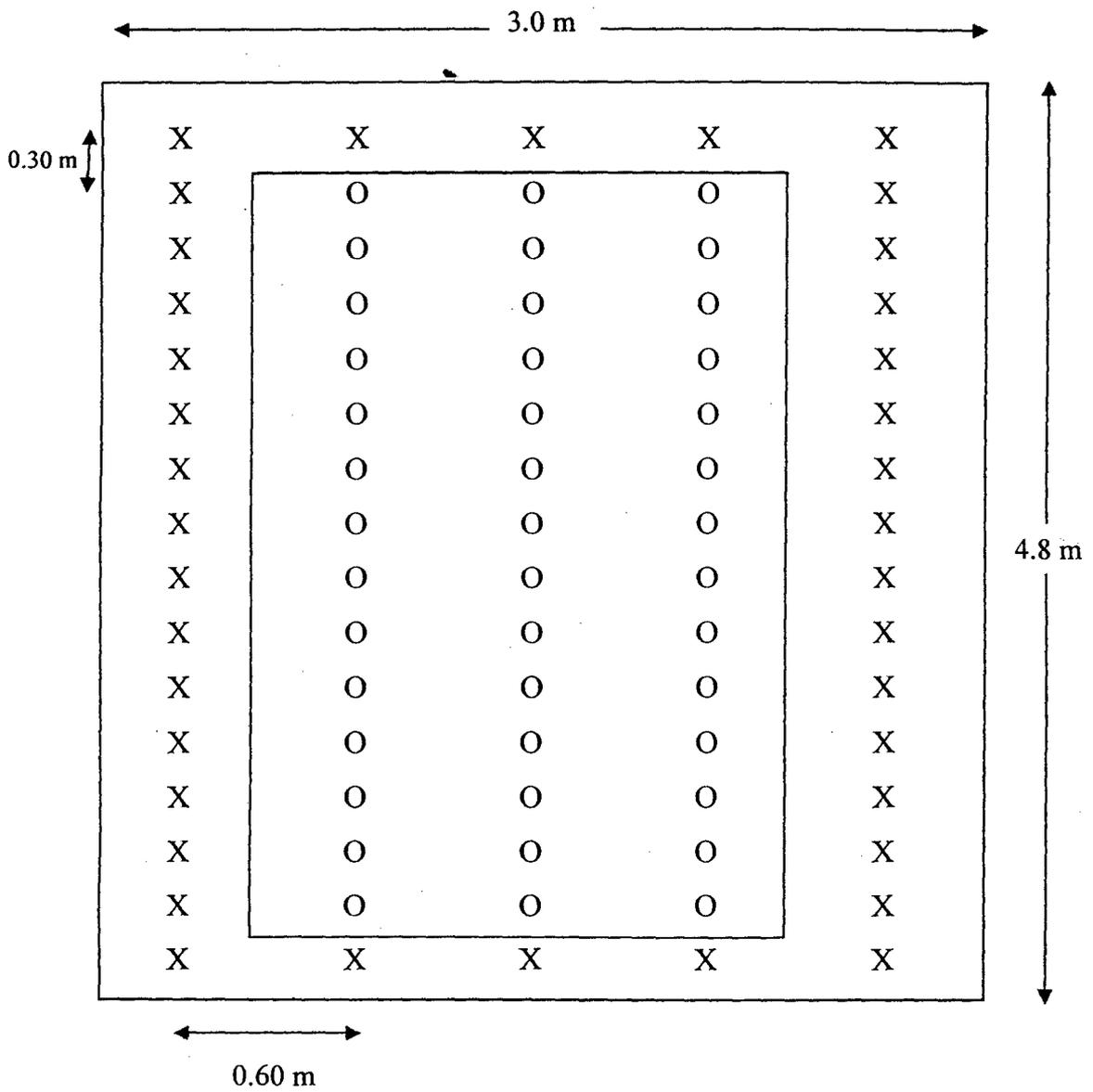


Figura 5. Detalle de la parcela experimental.