

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRONOMICA



TRABAJO DE GRADO:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CANTIDAD DE
FÓSFORO EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE FRIJOL
COMÚN(*Phaseolus vulgaris*)”**

PRESENTADO POR:

CÁRCAMO ARGUETA, AIDA VERENICE
DINARTE FERRUFINO, MARVIN RAMÓN
MURILLO MUÑOZ, CARLOS ORLANDO

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**DOCENTE DIRECTOR:
ING. JAIME SANTOS RODAS**

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, SEPTIEMBRE DE 2015

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO
RECTOR**

**MS.D ANA MARIA GLOWER DE ALVARADO
VICE-RECTORA ACADEMICA**

**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA
SECRETARIA GENERAL**

**LIC FRANCISCO CRUZ LETONA
FISCAL GENERAL**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
AUTORIDADES**

**LIC. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENÍTEZ
DECANO**

**LIC. CARLOS ALEXANDER DÍAZ
VICE-DECANO**

**LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ
SECRETARIO**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS
AUTORIDADES**

**ING. AGR. JOAQUIN ORLANDO MACHUCA
JEFE DEL DEPARTAMENTO**

**ING. AGR. JAIME SANTOS RODAS (Q.D.D.G)
DOCENTE DIRECTOR:**

**ING. AGR. M. Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA
COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE GRADUACION.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS.**

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de la Universidad de El Salvador (Uniagro). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la cantidad de fósforo en el rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). En esta investigación se utilizaron 20 unidades experimentales o parcelas con un área de 6.75m^2 (3m x 2.25m) en las cuales se hizo la siembra, con un distanciamiento de 60 cm entre surco y 20 cm entre postura, colocando 2 semillas por postura. El diseño experimental usado para su desarrollo fue en bloques al azar, con 4 bloques y 5 repeticiones por tratamiento. Para ello se aplicó distintos niveles de fósforo en fertilización del cultivo, variando el fósforo suministrado en cada tratamiento, así: para el primer tratamiento, 0%; para el segundo, 75%; para el tercero, 100% y para el cuarto 125%. Las variables que se evaluaron son: Rendimiento productivo en grano de frijol en Kg/ha en cada tratamiento, número de semillas por vaina por tratamiento, número de vainas por plantas por tratamiento, longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento, número promedio de raíces secundarias por tratamiento, peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento y análisis económico de tratamiento por hectárea. La investigación proporcionó los siguientes resultados: El tratamiento que dio el mejor resultado, para el caso de la variable rendimiento productivo en grano de frijol, fue el T3 sin riego, al que se le aplicó el 100% de fósforo. Este tratamiento dio la mayor utilidad económica, obteniendo una relación beneficio-costos de \$ 3.23 y una utilidad neta de \$ 2,115.01. Considerando los resultados obtenidos y bajo las condiciones del ensayo el cultivo de frijol generó utilidades más rentables cuando se aplicó fósforo al 100%, que cuando se aplicó 75% y 125%. Esto indica que las aplicaciones superiores o inferiores al 100% no incrementaron la producción de manera significativa. Se concluye entonces que este cultivo no es rentable bajo condiciones de riego y sin la aplicación de fósforo; pero en condiciones sin riego y sin suministrar fósforo no genera pérdidas (T1), pero si menores utilidades por los costos del riego, comparadas con los demás tratamientos que reflejaron utilidades, tanto en condiciones de riego como sin riego.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por guiarnos en el camino durante toda la investigación y a la Universidad de El Salvador, especialmente al Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, por el apoyo y los conocimientos que nos brindaron, no solo para la investigación, sino también para el futuro.

A nuestro asesor, el *Ing. Jaime Santos Rodas*, (Q.D.D.G.) por sus sabios consejos, conocimientos y paciencia desinteresada para que lográramos salir adelante en el reto de la vida, y sobre todo, por enseñarnos a usar nuestro sentido común. Al Ing. M. Sc. *José Ismael Guevara Zelaya*, por ser un ejemplo a seguir para todos los estudiantes de ciencias agronómicas.

A todo el personal docente sin cuyas contribuciones a nuestro desarrollo profesional no podríamos nunca haber alcanzado nuestras metas: Ing. Marco Vinicio, Ing. Silvia Jurado, Ing. Aurora Benítez, Ing. Francisco Mármol, Ing. Nery Guevara, Ing. Joaquín Machuca, Ing. Evelio Claros, Especialmente al Ing. Noé Díaz (Q.D.D.G.) e Ing. Germán Chávez (Q.D.D.G.). Especiales agradecimientos a los trabajadores, “primo” *Oscar* y el “primo” *Ángel*, sin cuyo desinteresado apoyo con los riegos no se hubiera podido llevar a cabo la investigación.

DEDICATORIA

A **Dios todopoderoso**, por darme la vida y permitirme finalizar mi carrera

A mis padres: *Napoleón Cárcamo Argueta*; *Gloria Andina Argueta*, por todo lo que me enseñaron, por su esfuerzo para poder sacarme adelante y por su apoyo económico.

A *Valentina Ortiz*, por brindarme su apoyo y cariño, por ser como mi segunda madre.

A mis compañeros, *Marvin Ramón Dinarte Ferrufino* y *Carlos Orlando Murillo Muñoz* por su apoyo y comprensión.

A nuestro asesor *Ing. Jaime Santos Rodas*, *Ing. José Ismael Guevara Zelaya* y demás ingenieros del departamento de ciencias agronómicas que contribuyeron con nuestra formación académica.

A las señoras *Luisa María Méndez*, *Roxana Guadalupe Muñoz* y *Reina Isabel Ferrufino*.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido en el logro de esta meta.

Aida Verence Cárcamo Argueta
DEDICATORIA

A ***Dios todopoderoso***, por darme la vida, la fuerza y la sabiduría para concluir mi carrera.

A mis padres, Reina ***Isabel Ferrufino de Dinarte*** y Santos ***Francisco Dinarte Cortez***, por darme su apoyo incondicional y consejos que me han impulsado a través del tiempo para salir adelante por difícil que sea la adversidad.

A mi hermano ***Francisco Arquímedes Dinarte Ferrufino***, por su apoyo en las actividades de la casa para brindarme tiempo para estudiar y cumplir con mis compromisos. A mis hermanas, ***Julia Mabel Dinarte Ferrufino*** y ***Sara Cristina Dinarte Ferrufino***, por su apoyo y dedicación en mi proceso de formación.

A mis amigos y vecinos que de alguna manera siempre tuvieron una palabra de motivación cuando todo estaba difícil. A ***Carlos Murillo***, por motivarme a seguir con mi carrera cuando ya no podía más y estaba decidido a no continuar. A mi compañeros de equipo, demás compañeros y maestros.

A mi novia Blanca Villareal por acompañarme en todo este proceso de formación y que siempre supo inspirarme a la realización de mis sueños profesionales de igual forma a toda su familia y en especialmente al Lic. Rudy Villareal por el apoyo en la formalización del trabajo final.

A mis compañeros de trabajo y jefes inmediatos de Fundación Campo y CrediCampo por su apoyo y motivación en la culminación de este trabajo.

Marvin Ramón Dinarte Ferrufino
DEDICATORIA

A **Dios todopoderoso** por caminar a mi lado y cargarme en los momentos difíciles, por demostrarme que jamás me pondrá pruebas que no podré superar y que mi peor enemigo puedo ser Yo.

A mis padres **Nelson Murillo Manzano** y **Roxana Guadalupe Muñoz**, por ser la principal inspiración para no rendirme, sin cuyo apoyo y consejos hubiera sido imposible el logro de mis metas.

A mi esposa **Ana Mabel Benítez Hernández** que siempre ha sido el pilar principal de mi fortaleza en los momentos más difíciles que se han presentado en mi vida y me acompañó incondicionalmente en cada uno de ellos.

A mis hermanos **Nelson Murillo**, **Herbert Murillo**, por estar ahí cuando siempre los necesité.

A mi Hermana, **Alicia Murillo**, quien por ser la menor, fue la que siempre tuve en mi mente con el fin de poder ser un buen ejemplo para ella.

A mis amigos, **Alonso Recinos** y **Josael Argueta**, con los que siempre compartí alegrías y penas. A mis amigas, **Olga Montesinos** y **Adriana Saade**, por esos regaños tan necesarios sin los cuales hubiera dejado pasar la oportunidad de graduarme.

A mi tía **María de la Paz Muñoz**, por ser quien es y aceptarme como soy, y por regalarme unos primos tan maravillosos. A mis compañeros de carrera con los que compartí todos estos retos.

Y por último y no menos importante, mis compañeros de tesis, **Aida Cárcamo** y **Marvin Ferrufino** por ese apoyo y paciencia que me tuvieron, y porque fueron lo mejor que Dios pudo haber puesto en mi camino para realizar este trabajo.

Carlos Orlando Murillo Muñoz
DEDICATORIA

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LA LITERATURA.....	2
2.1 Historia.....	2
2.2 Clasificación Científica.....	2
2.3 Descripción Botánica.....	3
2.3.1 Hojas.....	3
2.3.2 Inflorescencia.....	3
2.3.3 Frutos y Semilla.....	3
2.3.4 Raíz.....	3
2.3.5 Tallo.....	4
2.4 Requerimientos de clima y suelo.....	4
2.4.1 Agua.....	4
2.4.2 Temperatura.....	4
2.4.3 Luminosidad.....	4
2.4.4 Requerimientos edáficos.....	5
2.5 Manejo agronómico del cultivo del frijol.....	5
2.5.1 Semilla.....	5
2.5.2 Selección del sitio de siembra.....	5
2.5.3 Preparación del terreno.....	6
2.5.4 Siembra.....	6
2.5.5 Épocas de siembra.....	6
2.6 Fertilización.....	7

2.6.1	Al suelo	7
2.6.2	Fertilización foliar	7
2.7	Manejo de malezas	7
2.8	Cosecha.....	7
2.8.1	Almacenamiento	8
2.9	Manejo de plagas del frijol: Insectos y enfermedades.....	8
2.9.1	Manejo de insectos-plaga	8
2.9.2	Insectos del suelo	8
2.9.3	Plagas chupadoras.....	10
2.9.4	Plagas de vainas y granos	11
2.10	Manejo de enfermedades	12
2.10.1	Enfermedades causadas por virus	12
2.10.2	Enfermedades causadas por bacterias.....	13
2.10.3	Enfermedades causadas por hongos	14
2.11	Importancia del nitrógeno, el fósforo y el potasio en el cultivo de frijol	18
2.11.1	Los fertilizantes: Aspectos generales.....	18
2.11.2	Nutrientes para las plantas	18
2.11.3	Clasificación de los elementos nutricionales	19
2.11.4	Importancia del nitrógeno para las plantas	19
2.11.5	Importancia del fósforo para el desarrollo de las plantas	20
2.11.6	Absorción y transporte del fósforo en las plantas.....	20
2.11.7	Intervención del fósforo en el transporte de nutrientes.....	20
2.11.8	Importancia del fósforo en la transferencia de energía de la planta.....	21
2.11.9	El fósforo en la fotosíntesis.....	21
2.11.10	El fósforo transferencia genética.....	21
2.11.11	Síntomas de de deficiencia de fósforo.....	22
2.11.12	Estudios realizados con dosificaciones de fósforos.....	23
2.11.13	Importancia del potasio en las plantas.....	23
3.	MATERIALES Y METODOS	28
3.1	Materiales	28

3.1.1 Lugar donde se realizó la investigación	28
3.1.2 Suelo predominante en el área.....	28
3.1.3 Variedad que se utilizó	28
3.1.4 Procedencia de los materiales y equipo de trabajo	28
3.1.5 Cantidad anual de lluvia	28
3.1.6 Temperatura.....	28
3.1.7 Unidad relativa del aire.....	29
3.1.8 Viento	29
3.1.9 Herramientas y equipo.....	29
3.2 Metodología de la fase de campo	29
3.2.1 Descripción de las unidades experimentales	29
3.2.2 Fecha de inicio del estudio	30
3.2.3 Ingrediente activo	30
3.2.4 Fase pre-experimental	30
3.2.5 Labores pre-siembra	30
3.2.6 Siembra.....	30
3.2.7 Cosecha.....	31
3.3 Metodología estadística en estudio.....	31
3.3.1 Factor en estudio.....	31
3.3.2 Descripción de los tratamientos.....	31
3.3.3 Variables en estudio	32
3.3.4 Diseño estadístico.....	33
3.3.5 Distribución de las parcelas.....	34
3.3.6 Plano de Campo.....	35
3.3.7 Unidad experimental	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 Rendimiento productivo en grano de frijol en Kg/ha	38
4.2 Número promedio de semillas por vaina por tratamiento	39
4.3 Número promedio de vainas por planta por tratamiento	41
4.4 Longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento.....	43

4.5	Número promedio de raíces secundarias por tratamiento	45
4.6	Peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento.....	47
4.7	Análisis económico de tratamiento por hectárea	49
5.	CONCLUSIONES	51
6.	RECOMENDACIONES	52
7.	BIBLIOGRAFIA	53
8.	ANEXOS	56

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Rendimiento productivo en grano de frijol en Kg/ha en cada tratamiento.....	37
Cuadro 2. Número de semillas por vaina por tratamiento.....	39
Cuadro 3. Número de vainas por plantas por tratamiento.....	42
Cuadro 4. Longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento.....	43
Cuadro 5. Número promedio de raíces secundarias por tratamiento	46
Cuadro 6. Peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento	47
Cuadro 7. Análisis económico de tratamiento por hectárea.....	49
Cuadro A-1. Rendimiento productivo en grano de frijol Kg/Ha.....	57
Cuadro A-2. Número de semillas por vaina por tratamiento.....	58
Cuadro A-3. Número de vainas por planta por tratamiento.....	59
Cuadro A-4. Longitud de raíz primaria promedio (cm) por tratamiento.	60
Cuadro A-5. Número promedio de raíces secundarias por tratamiento	61
Cuadro A-6. Peso húmedo promedio de raíz (gr) por tratamiento.....	62
Cuadro A-7. Análisis económico por hectárea de cultivo.....	63
Cuadro A-8.1. Análisis económico tratamiento testigo (T1)	64
Cuadro A-8.2. Análisis económico tratamiento (T2) 75% de fósforo	65
Cuadro A-8.3. Análisis económico tratamiento (T3) 100% de fósforo	66
Cuadro A-8.4. Análisis económico tratamiento (T4) 125% de fósforo	67
Cuadro A-9. Producción e ingresos por manzana y hectárea.....	68
Cuadro A-10. Rendimiento productivo del cultivo de frijol en grano	69
Cuadro A-11. Análisis de Suelo... ..	70

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Rendimiento productivo en grano de frijol (Kg/ha) en cada tratamiento	38
Figura 2. Número promedio de semillas de vaina por tratamiento	40
Figura 3. Número promedio de vainas por planta por tratamiento	42
Figura 4. Longitud de raíz primaria promedio (cm) por tratamiento.	44
Figura 5. Número promedio de raíces secundarias por tratamiento	46
Figura 6. Peso húmedo promedio de raíz (gr) por tratamiento.....	48
Figura 7. Análisis económico por hectárea de cada tratamiento	50

1. INTRODUCCION

La presente investigación está relacionada con el tema fertilización en el cultivo de frijol, cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de la cantidad de fósforo en el rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) para encontrar si con la incorporación de distintos niveles de fósforo, aplicados al cultivo, se obtiene como resultado una mejor y mayor producción, con el propósito de dar a conocer a los productores locales con qué dosis de fertilización se obtienen los mayores beneficios en la productividad del cultivo y que resulte más económico, para garantizar la existencia de frijol en el mercado a un precio más estable durante todo el año, disminuyendo las importaciones de este grano y que la población no incurra a mayores costos. El frijol es uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce y ha formado parte importante de la dieta humana desde hace miles de años, por ser un complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia. Para la mayoría de la población salvadoreña el frijol común constituye un componente esencial de la canasta básica familiar y de la dieta diaria, por ser considerado una fuente económica de proteínas. El consumo de proteínas solamente alcanza 52.4 gramos por persona por día, de las cuales se estima que 4.2 gramos son provenientes del frijol (FAO 1989), es decir que este cereal suministra el 8% de la disponibilidad total de proteínas.

Cada cultivo necesita encontrar en el suelo suficientes cantidades de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, cobre manganeso, hierro, boro los cuales contribuyen en diferentes, pero bien reguladas proporciones a formar la solución nutritiva del suelo, que es absorbida por las raíces de la planta. De estos elementos nutritivos, algunos como, el nitrógeno, el fósforo y el potasio tienen un papel importante en el proceso de nutrición de los de los cultivos alimenticios, como el maíz y el frijol; los otros nutrientes restantes desempeñan una función de estímulo y de mejoramiento pero menos importante.

El presente trabajo de investigación se delimitó dentro del manejo del cultivo del frijol, a la práctica de fertilización, que constituye la columna vertebral de la producción de este grano básico. En particular a la aplicación de diferentes dosis de fósforo, a fin de determinar la óptima para la obtención de mayores producciones y rendimiento en grano.

El informe presenta de forma ordenada, la secuencia del experimento, la toma y análisis de datos, la discusión de resultados y finalmente las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del análisis estadístico realizado a las siete variables evaluadas bajo las condiciones en las que se hizo la presente investigación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Historia.

El frijol es uno de los alimentos más antiguos que el hombre conoce, ha formado parte importante de la dieta humana desde hace miles de años. Se encuentran entre las primeras plantas alimenticias domesticadas y luego cultivadas.

Los frijoles comunes empezaron a cultivarse hace aproximadamente 7,000 años A.C. en el sur de México. Los nativos de este país cultivaron los frijoles blancos, negros, y todas las demás variedades de color. También semillas pequeñas y semillas grandes.

Puesto que las culturas Mesoamericanas de México cruzaron el continente americano, estos frijoles y las prácticas de cultivo se propagaron poco a poco por toda Suramérica a medida que exploraban y comercializaban con otras tribus. Cuando los conquistadores de la Península Ibérica llegaron al Nuevo Mundo, florecían diversas variedades de frijoles. Cristóbal Colón les llamó *faxónes* y *favas* por su parecido a las habas del viejo mundo, los aztecas los llamaban *etl*, los mayas *búul* y *quinsoncho*, los incas *purutu*, los cumanagotos de Venezuela *caraoatas*, en el Caribe les denominaban *cunada*, los chibchas *jistle* o *histe*.

Los primeros exploradores y comerciantes llevaron posteriormente las variedades de frijol americano a todo el mundo, y a principios del siglo XVII, los frijoles ya eran cultivos populares en Europa, África y Asia (22).

2.2 Clasificación científica.

Reino:	Plantae	Subfamilia:	Faboideae
División:	Magnoliophyta	Tribu:	Phaseoleae
Clase:	Magnoliopsida	Subtribu:	Phaseolinae
Subclase:	Rosidae	Género:	<i>Phaseolus</i>
Orden:	Fabales	Especie:	<i>vulgaris</i> (22).
Familia:	Fabaceae		

2.3 Descripción botánica.

La planta de frijol es anual, herbácea, aunque es una especie termófila, es decir que no soporta heladas; se cultiva esencialmente para obtener la semilla, las cuales tienen un alto grado de proteínas, alrededor de un 22% (3).

2.3.1 Hojas.

En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojillas (llamadas estípulas), estriadas; las hojas son alternas, pecioladas, compuestas con 3 hojitas (llamadas folíolos) ovadas a rómbicas, con el ápice agudo; en la base de cada folíolo se encuentra un par de diminutas estípulas llamadas estípelas (3).

2.3.2 Inflorescencia.

Pocas flores dispuestas sobre pedúnculos más cortos que las hojas, ubicados en las axilas de las hojas. El cáliz es un tubo campanulado que hacia el ápice se divide en 5 lóbulos, 2 de los cuales se encuentran parcialmente unidos; la corola rosa-púrpura a casi blanca, de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, llamados alas y por último los dos más internos, también similares entre sí y generalmente fusionados forman la quilla que presenta el ápice largo y torcido en espiral y que envuelve a los estambres y al ovario; estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado, con pelos hacia el ápice, terminado en un estigma pequeño.

2.3.3 Frutos y semillas.

Legumbres lineares, de hasta 20 cm de largo, a veces cubiertos de pelillos; semillas globosas, variables.

2.3.4 Raíz.

En las primeras etapas de desarrollo el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias que se desarrollan en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones

como los pelos absorbentes, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. Aunque generalmente se distingue la raíz, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad(3).

La planta de Frijol presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos tienen forma poliédrica, un diámetro aproximado de 2 a 5 milímetros y son colonizados por la bacteria del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico, que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta.

2.3.5 Tallo.

El tallo es identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, es herbáceo, con sección cilíndrica o levemente angular; puede ser erecto, semiprostrado o prostrado, según el hábito de crecimiento de la variedad (3.)

2.4 Requerimientos de clima y suelo.

2.4.1 Agua.

Según Chang (6) cuanto más alto es el nivel de humedad aprovechable del suelo, al momento del riego, mayores son los rendimientos obtenidos, pero se requiere alrededor de 199 y 229 mm de agua.

2.4.2 Temperatura.

La planta de frijol se desarrolla bien entre temperaturas promedio de 15° a 27°C, las que generalmente predominan a elevaciones de 400 a 1,200 msnm, pero es importante reconocer que existe un gran rango de tolerancia entre diferentes variedades.

2.4.3 Luminosidad.

Obviamente el papel principal de la luz está en la fotosíntesis, pero la luz también afecta la fenología y morfología de una planta por medio de reacciones de fotoperiodo y elongación. A intensidades altas puede afectar la temperatura de la planta y causar marchitamiento en follaje (3)

2.4.4 Requerimientos edáficos.

El cultivo de frijol requiere suelos fértiles, con buen contenido de materia orgánica; las texturas del suelo más adecuadas son las medias o moderadamente pesadas, con buena aireación y drenaje, ya que es un cultivo que no tolera suelos compactos, la poca aireación y acumulación de agua (3). El pH óptimo fluctúa entre 6.5 y 7.5; dentro de este rango la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan una máxima disponibilidad para la planta (20). El frijol tolera pH hasta de 5.5, aunque debajo de éste, presenta generalmente síntomas de toxicidad de aluminio y/o manganeso en tanto que valores superiores a 8.2 presentan inconvenientes de sal, exceso de sodio, alcalinidad y deficiencia de elementos menores (8).

2.5 Manejo agronómico del cultivo de frijol.

2.5.1 Semilla.

El uso de semilla de buena calidad es muy importante en el cultivo de frijol. Las siembras con buena semilla aumentan las posibilidades de obtener una buena cosecha (20).

Para la producción de frijol es recomendable utilizar semilla certificada o producida en parcelas con baja o sin presencia de enfermedades, obtenida de una fuente confiable (empresa o agricultor). Procurar mantener las parcelas y las cosechas provenientes de buena semilla lo más puro posible y renovar la semilla cada 2 a 3 años. Antes de la siembra, tratar la semilla con fungicida, especialmente si proviene de lotes que han sido afectados por enfermedades transmitidas por semilla como antracnosis, bacteriosis, mancha angular y mustia hilachosa. Previo a la siembra, tratar la semilla con insecticida si en el lote se han observado daños por plagas del suelo. Si no se conoce la calidad de la semilla, o ésta ha estado almacenada por mucho tiempo, hacer una prueba de germinación 2 a 3 semanas antes de la siembra. Conociendo esto, se puede determinar la cantidad de semilla necesaria para lograr la densidad poblacional deseada.(6)

2.5.2 Selección del sitio de siembra.

La siembra de frijol en suelos con buenas características fisicoquímicas y microbiológicas, facilita el buen desarrollo de las raíces, lo que incide en una mayor absorción de agua y nutrientes, plantas más vigorosas con mejor competencia a las malezas y tolerancia a las plagas y enfermedades (19). El cultivo de frijol se adapta a una gran variedad de texturas de suelos. Sin embargo, para su mejor producción se recomiendan suelos sueltos, livianos y con buen drenaje externo e interno, de preferencia con profundidad superior a los 30 cm.

En lo posible, evitar sembrar en suelos que se compactan fácilmente o que forman costras cuando se secan, o en suelos pedregosos. Además se recomienda sembrar en parcelas donde no se sembró frijol en las épocas anteriores con el fin de evitar la incidencia de las enfermedades, insectos y malezas que afectan al frijol o cultivos similares.

2.5.3 Preparación del terreno.

Mediante una preparación adecuada del suelo se puede mejorar la producción del frijol, y reducir la presencia de plagas y enfermedades (19). Para la preparación del terreno se recomienda incorporar los rastrojos, si en el cultivo anterior hubo poca o ninguna presencia de enfermedades y plagas. Eliminar los rastrojos mediante quema, o rotar cultivos o buscar otro sitio, si en el cultivo anterior se presentaron muchas enfermedades y plagas, las cuales pueden permanecer en el suelo hasta tres años. La preparación del terreno, si es plano o semiplano se inicia con un pase de arado a una profundidad de 20 a 30 cm, seguido de dos pasos de rastra, para obtener un suelo sin terrones y lograr suelos sueltos que ofrecen condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del cultivo. Si se siembra el frijol en relevo con maíz, es aconsejable limpiar entre hileras con cuma, azadón o herbicidas (Glifosato) antes de la siembra.

2.5.4 Siembra.

Si el terreno es de ladera, la siembra debe hacerse siguiendo las curvas de nivel (perpendicular a la pendiente) para reducir la pérdida de suelo y lavado de sus nutrientes. Para incrementar la productividad de frijol y otros cultivos, y conservar el suelo y agua, se recomienda el empleo de zanjas o acequias de ladera y la labranza mínima continua.

2.5.5 Épocas de siembra.

<i>Época de mayo o primera</i>	Del 15 de mayo al 15 de junio, cuando las lluvias están bien establecidas.
<i>Época de agosto o postrera</i>	Del 15 de agosto al 15 de septiembre. Esta época de siembra generalmente está condicionada a la madurez fisiológica del maíz, cuando se siembra en relevo con este cultivo.
<i>Época de apante</i>	Del 15 de noviembre al 15 de diciembre. Es la siembra que se efectúa bajo riego o humedad residual (20).

2.6 Fertilización.

Cuando los suelos son pobres o están “agotados”, una fertilización adecuada proporciona los nutrientes necesarios para el buen crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo (**19**).

En lo posible, procurar incorporar los residuos de las cosechas anteriores, si no hubo presencia de enfermedades en el cultivo anterior, ya que esta materia orgánica mejora la calidad del suelo y los rendimientos, y reduce la cantidad de fertilizante que necesita aplicar al cultivo. De preferencia, resultará más efectivo fertilizar siguiendo las recomendaciones de un análisis de suelo, caso contrario puede aplicar los abonos en función de la experiencia en frijol y al grado de conocimiento de las parcelas a cultivar.

2.6.1 Al suelo.

Aplicar a la siembra 2 quintales de fórmula 18-46-0 por manzana y al aporco (25 a 30 días después de la siembra), aplicar en banda a la hilera de plantas, de 0.5 a 1.0 quintal de urea por manzana, incorporándola inmediatamente mediante el aporco.

2.6.2 Fertilización foliar.

Para obtener cultivos con buen desarrollo y productivos, se pueden realizar 1 o 2 aplicaciones de fertilizantes foliares, que contienen los micro-nutrientes necesarios, una semana después del aporco. Se debe evitar el exceso de fertilidad, ya que bajo condiciones de alta humedad se producen plantas demasiado vigorosas con tallos suculentos y frágiles.

2.7 Manejo de Malezas.

Un manejo adecuado de malezas permite que las plantas de frijol se desarrollen más vigorosas, pues no sufren por la competencia por espacio, luz, agua y nutrientes (**19**). Entre las sugerencias para el manejo de malezas se incluyen: Incorporar las malezas durante la preparación del terreno mediante un paso de arado profundo, luego complementar el control manual con el químico, según se describe a continuación: Control manual: dos deshierbas, entre los 15 a 20 y 30 a 35 días después de la siembra (previo a la floración).

2.8 Cosecha.

La cosecha es la etapa más problemática del cultivo. La planta produce legumbres desde la base de la planta, dificultando la recolección mecánica. Por eso, lo más frecuente es llevar a

cabo la cosecha de forma manual. Las plantas, por lo común, se arrancan antes de que estén secas por completo, para evitar el desgrane, luego se elaboran manojos de entre 15 y 20 plantas, esto para facilitar el manejo y posterior secado y aporreo. El secado debe hacerse por lo menos durante 3 días, o hasta que las primeras vainas se abran solas, ya que esta es una señal de que se acercan al punto de un 14 % de humedad en el grano (3)

2.8.1 Almacenamiento.

El almacenamiento en silos metálicos permite guardar el grano en mayores volúmenes a granel y libre de riesgos por humedad, insectos y ratas. Mientras exista en el mercado se puede utilizar tabletas de fosfamina, una tableta por cada 4 quintales de frijol, si es en silo metálico se envuelve la pastilla sobre un trapo y esta sobre el grano y se cierra herméticamente, si es en saco se puede colocar 1/2 pastilla envuelta en tira por saco y luego se cubre con plástico, si el frijol es empacado en bolsas plásticas se le pone ¼ de pastilla por bolsa (11).

2.9 Manejo de plagas y enfermedades del frijol.

La previsión y el manejo adecuado y oportuno de insectos y enfermedades resultan más efectivos y rentables que los controles realizados a la suerte o por costumbre, y permiten a la planta un mejor desarrollo, pues no sufre daños que alteren su crecimiento ni afecten la calidad de la cosecha. Es de suma importancia saber reconocer los insectos y las enfermedades que afectan al cultivo, y el momento y método para prevenirlos y/o controlarlos (19).

2.9.1 Manejo de insectos-plagas.

El cultivo de frijol es atacado por los insectos desde el momento que se deposita la semilla en el suelo hasta la cosecha y almacenamiento. Se requiere el uso de diferentes prácticas que contribuyan a la prevención y/o control de las mismas en forma oportuna, tratando de integrar dichas prácticas (manejo integrado) de tal manera que el uso de plaguicidas sea aplicado en forma racional.

2.9.2 Insectos del suelo.

Causan daños en las raíces y las plántulas. La presencia de estos insectos puede ser reducida con la preparación del terreno, haciendo una aradura profunda y volteando el suelo para

que las plagas queden expuestas y sean destruidas por el sol o consumidas por aves, reptiles y otros animales insectívoros.

Gallina ciega, Phillophaga spp. Y otros géneros.



Son larvas grandes en forma de C con cabeza y patas color café; se alimentan de raíces de muchas plantas. En frijol esta plaga se presenta cuando se siembra en un terreno que ha sido cultivado con pastos o gramíneas. Se recomienda usar tratamiento químico a la semilla, o aplicar insecticidas granulados en el surco de siembra, por ejemplo ***Volaton 2.5 G*** a razón de 100 lb/ mz.

Babosas, Vaginulus plebeius



Las babosas son moluscos que causan daños al frijol en las primeras semanas de nacido el cultivo. Se recomienda su control manual por las noches mediante el uso de trampas y/o atrayentes. Durante el día usar trampas de basura donde esta plaga se pueda esconder, colocar montículos de basura cada 5.0 a 10 metros y eliminar las babosas que se encuentren dentro de la basura. También se pueden utilizar químicos, preparando y colocando en el suelo cebos envenenados o con caracolicidas a razón de 10 lb/ mz. Generalmente la babosa se reproduce entre los cultivos de maíz en las siembras de primera, por lo que es de suma importancia aplicar estas medidas de control en la época de postrera.



Gusanos cortadores, Agrotis ipsilon Los daños de cortadores se observan en plantas que han sido cortadas en la base del tallo o por presencia de daños en las hojas de plántulas. Se sugiere tratar la semilla con químicos o hacer aplicaciones al cultivo cuando las larvas estén pequeñas, preferentemente hacer aplicaciones por la tarde con ***Tamarón 600*** en dosis de 600-800cc/mz.

Crisomélidos, *Diabrotica spp.* y *Cerotoma spp.*



Los adultos son ovalados, brillantes, de colores vivos y variados, algunos con manchas o rayas, como de 0.5 cm de largo, patas delgadas y antenas largas. Las larvas son blanquecinas, pardo-oscuro en ambos extremos y patas pequeñas próximas a la cabeza y viven en el suelo. Los adultos hacen perforaciones redondeadas en las hojas y flores. Las larvas muerden las raíces y nódulos. Si la plaga se presenta durante el cultivo, se debe controlar con químicos hasta antes de la floración (hacer un máximo de 2 aplicaciones de **Tamarón 600** en dosis de 600-800cc/mz.)

Gusanos desfoliadores.

Se controlan con aplicaciones de productos biológicos que contengan la bacteria ***Bacillus thuringiensis***, como Dipel, Thuricide y otros similares. Si no se encuentran estos productos, y solo si es indispensable, se debe realizar su control con químicos (no hacer más de una aplicación).

2.9.3 Plagas chupadoras.

Lorito verde o chicharrita, *Empoasca kraemeri*

Puede ocasionar daños durante todo el ciclo del cultivo; sin embargo el período más crítico incluye desde la emergencia hasta la floración. Las plantas afectadas presentan hojas amarillentas con los bordes enrollados hacia abajo. Los ataques fuertes causan enanismo y reducen la floración y formación de vainas.



Si se siembra, evitando la canícula y el asocio con maíz, se puede reducir la presencia de esta plaga. En zonas muy afectadas, es recomendable usar tratamiento químico a la semilla, o controlar cuando se alcanza el nivel crítico de infestación (3 o más ninfas por hoja trifoliada). Aplicar **Tamaron 600** a razón de 600-800cc/mz.



Áfidos y mosca blanca

Los áfidos y la mosca blanca son vectores de enfermedades virales en el frijol. Cuando se usan variedades mejoradas, no es necesario controlar estos vectores, ya que estas variedades son resistentes a los virus (mosaico común y mosaico dorado amarillo) transmitido por estos insectos, el control químico es con **Tamaron 600** a razón de 600-800cc/mz.

2.9.4 Plagas de vaina y granos.

Picudo de la vaina, Trichapion godmani



Se recomienda realizar dos aplicaciones: la primera cuando las plantas empiezan a producir flores y la segunda una semana después, utilizando **Folidol M-48** a razón de 1Lt/mz.

Gorgojos del grano: Acanthoscelides obtectus y Zabrotes subfaciatus

Existen varias formas para prevenir y/o controlar estas plagas:



- Cosechar tan pronto el cultivo alcanza la madurez.
- Secar bien el grano antes de su almacenamiento.
- Almacenar el frijol con cal, sal o ceniza, u hojas de Nim, si no se va a curar.

Hacerlo en silos o barriles totalmente sellados, que no tengan agujeros ni que estén picados o en sacos, pero cubriéndolos con plástico o un toldo sin agujeros para un control eficaz.

2.10 Manejo de enfermedades.

Al igual que los insectos, las enfermedades ocasionan pérdidas considerables en el rendimiento del frijol cuando no son prevenidas en forma oportuna. Cuando una enfermedad se desarrolla completamente sobre el cultivo, es difícil su control, por lo que se recomienda la utilización de diferentes prácticas de prevención o control (manejo integrado) para disminuir el ataque de los patógenos. Un gran número de enfermedades causadas por virus, hongos y bacterias afectan al cultivo de frijol. A continuación se describen las de mayor importancia:

2.10.1 Enfermedades causadas por virus.

El mosaico común y el mosaico dorado amarillo del frijol son las dos enfermedades principales causadas por virus en el país.

Mosaico común



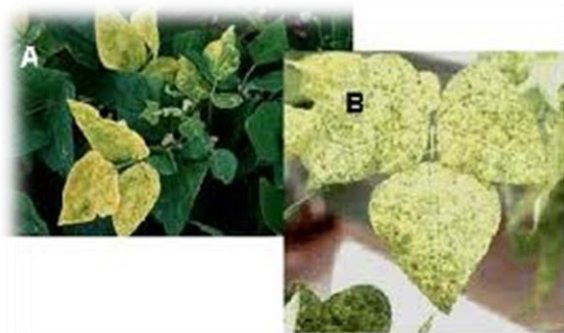
En El Salvador, las variedades mejoradas liberadas por CENTA, son resistentes a este virus. Se caracteriza por presentar plantas con síntomas en hojas conocidos como mosaico, que se manifiesta con áreas verde-claro en la lámina foliar y verde-oscuro en las nervaduras; las hojas se distorsionan debido a su arrugamiento y/o enrollamiento hacia adentro. Las plantas con síntomas severos presentan además, enanismo o achaparramiento.

El virus del mosaico común es transmitido principalmente por áfidos y por semillas infectadas; se presenta bajo condiciones agroecológicas diversas y temperaturas intermedias (18° a 25°C) Bajo condiciones de altas temperaturas (>28°C), se pueden presentar síntomas causados por las cepas necróticas del virus, que consiste en una reacción de hipersensibilidad, expresada con la muerte del tejido desde los trifolios más jóvenes hacia el resto de la planta (muerte regresiva).

Las variedades criollas y mejoradas liberadas hace más de 20 años son susceptibles a esta enfermedad, por lo que se recomienda usar semilla de lotes libres de la enfermedad y realizar el control del insecto vector. La mejor alternativa de manejo del mosaico común es utilizar variedades resistentes como CENTA 2000, CENTA San Andrés y CENTA Pipil.

Virus del mosaico dorado amarillo

Transmitido por la mosca blanca, ***Bemisia tabaci***, es la enfermedad viral de mayor importancia en El Salvador y su incidencia ha aumentado con el tiempo. No se transmite por semilla. Los síntomas del mosaico dorado amarillo son muy característicos: las hojas presentan un color



amarillo intenso. Si las plantas son afectadas antes de la floración, hay aborto prematuro de las flores y deformación de las vainas. Las semillas presentan manchas y deformaciones y su peso disminuye. Las plantas afectadas desde etapas muy tempranas pueden mostrar un severo enanismo y no producir vainas. Las pérdidas por

este virus en variedades susceptibles pueden alcanzar el 100%. El mosaico dorado amarillo afecta a los cultivos sembrados en zonas inferiores a los 1,200 msnm, donde las temperaturas son más altas, y las fuentes de inoculo y las poblaciones del vector son abundantes. Las variedades criollas y mejoradas antiguas (antes de 1990) son altamente susceptibles al mosaico dorado amarillo; esto, aunado al difícil control del vector, hace que la mejor alternativa de manejo sea el uso de variedades resistentes como CENTA 2000, CENTA San Andrés, CENTA Pipil.

2.10.2 Enfermedades causadas por bacterias.

La principal enfermedad causada por bacterias es la bacteriosis común causada por ***Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli***. Esta enfermedad produce manchas acuosas irregulares en el envés de las hojas. Las áreas afectadas se tornan flácidas e inicialmente son rodeadas por un margen de color verde amarillo-limón, que luego se convierte en un tejido necrótico color marrón. Los tallos y vainas también pueden infectarse.

Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli



En las vainas, los síntomas son manchas pequeñas y húmedas que adquieren gradualmente un color café, y luego oscuras con bordes rojizos ligeramente hundidos. La infección de las vainas provoca decoloración de la semilla, que se convierte en transmisora del

patógeno. En general, esta enfermedad es favorecida por condiciones de altas temperaturas y humedad; los daños más severos se observan a temperaturas mayores de 28° C.

La mayoría de las variedades comerciales son susceptibles a la enfermedad, por lo que se debe prestar atención a su manejo, incluyendo el uso de variedades mejoradas que presentan una reacción intermedia a la enfermedad y mejor respuesta a un control químico racional y económico. Se debe hacer uso de semilla limpia, obtenida de lotes libres de la enfermedad, eliminar los residuos de la cosecha anterior y efectuar rotaciones con cultivos no susceptibles.

2.10.3 Enfermedades causadas por hongos.

Las principales enfermedades que atacan al cultivo de frijol en El Salvador son: mustia hilachosa, *Thanatephorus cucumeris*; mancha angular, *Phaeoisariopsis griseola*; antracnosis, *Colletotrichum lindemuthianun* y la roya, *Uromyces appendiculatus*.

Mustia hilachosa

Es el hongo de mayor importancia en El Salvador, tanto por su distribución a nivel nacional, como por los daños que causa en la disminución del rendimiento de frijol.

La mustia hilachosa o telaraña es favorecida por clima lluvioso, temperaturas moderadas a altas (promedio de 25° a 26°C) y alta humedad relativa.

Las principales fuentes de inóculo son los esclerocios y micelio del hongo, presentes en el suelo o en residuos de cosecha contaminados, dispersados por la acción de las gotas de lluvias. Las basidiosporas del hongo también pueden causar infección al ser diseminadas por el viento. La semilla infectada puede diseminar el patógeno hacia otros lotes y actuar como fuente de inóculo primario.

La mustia ataca el follaje, tallos, ramas y vainas del frijol, en cualquier etapa de desarrollo del cultivo. En la infección por esclerocios y micelio, los síntomas aparecen como pequeñas lesiones acuosas circulares de 1 a 3 mm de diámetro, que a medida que se desarrolla la infección adquieren un color café, delimitado por un halo oscuro. Las manchas en las hojas adquieren un color gris-verdoso a café-oscuro que da la apariencia de ser provocadas por escaldaduras. El



micelio del hongo pasa a otros órganos de la planta, creciendo en forma de abanico o telaraña hasta cubrirla completamente.

Las hojas se adhieren entre sí y se produce defoliación severa. Las vainas jóvenes pueden quedar totalmente destruidas; mientras que en las vainas maduras, las lesiones se unen y causan daños severos y muerte. Otro tipo de lesión menos común, ocasionada por las basidiosporas, son manchas necróticas de 2 a 3 mm de diámetro, en las cuales el tejido necrótico se puede desprender formando la lesión conocida como “ojo de gallo”.

El manejo de la mustia consiste en el uso de semilla limpia libre del patógeno, la eliminación de los residuos de la cosecha anterior, la rotación con cultivos no hospederos, y el uso de cobertura del suelo (cascarilla de arroz, hojas de caña de azúcar, maíz o malezas muertas) para reducir los efectos por salpique causados por las lluvias. En ataques moderados, se recomienda el uso de fungicidas sistémicos; en ataques severos, el control químico resulta muy costoso. Aunque no existen variedades con alta resistencia a esta enfermedad, se recomienda usar variedades tolerantes con hábito erecto para reducir la incidencia y daños causados por el hongo, y lograr un buen control usando un manejo químico racional y económico.

Mancha angular



Esta enfermedad se presenta mayormente en zonas y épocas con temperaturas moderadas (16° a 28° C, óptimo de 24° C), y alta humedad relativa alternada con períodos cortos de baja humedad. El inóculo proviene de la cosecha anterior. La diseminación puede ocurrir por el contacto de la plántula con el residuo infectado al momento de emerger, salpique de las gotas de lluvia sobre el residuo o por esporas del hongo transportadas por el viento desde lotes vecinos. La transmisión por semilla es relativamente baja, pero representa un peligro potencial según el nivel de daños en las vainas.

Los síntomas pueden aparecer inicialmente en las hojas primarias, y se generalizan en las plantas después de la floración o inicio de la formación de vainas. Cuando las lesiones están bien establecidas en el follaje, son típicamente angulares en ambos lados de las hojas.

En ataques severos, las hojas se tornan amarillentas y mueren, ocasionando la defoliación prematura de las plantas. En el tallo, ramas y pecíolos, las lesiones son de color café- rojizo, con bordes oscuros y de forma alargada. En las vainas, las manchas son ovaladas y circulares, con centros café-rojizos y ocasionalmente con bordes oscuros.

La prevención y control de la mancha angular se puede lograr usando semilla limpia proveniente de lotes libres de la enfermedad, la eliminación de los residuos de la cosecha anterior y la rotación con cultivos no hospederos.

La aplicación de fungicidas debe efectuarse al inicio del ataque, y como complemento de las medidas anteriores. Aunque el nivel de resistencia de las variedades comerciales es bajo, existen variedades mejoradas que toleran la enfermedad, sobre todo si se previenen los ataques con las prácticas anteriormente mencionadas.

Antracnosis

La antracnosis se presenta principalmente a elevaciones mayores a 1,000 msnm. La infección y desarrollo del patógeno son favorecidos por temperaturas entre 13° y 26° C, óptimo de 17-18° C), y alta humedad relativa en forma de lluvias moderadas y frecuentes.

Las fuentes primarias de inóculo provienen de residuos de cosecha, semillas infectadas y plantas enfermas de lotes vecinos. Las esporas son diseminadas por la lluvia y el viento, aunque los síntomas severos se observan en pecíolos, hojas y vainas.



En el follaje, los síntomas se presentan a lo largo de las nervaduras en el haz de las hojas y consisten en lesiones de color ladrillo a púrpura. Las lesiones pueden observarse en los cotiledones cuando el inóculo proviene de la semilla o de residuos de cosecha; y al diseminarse la infección, en los pecíolos, tallos, ramas y vainas. Las infecciones en vainas son frecuentes y aparecen en forma de chancros hundidos, redondeados, con márgenes delimitados por anillos negros o bordes

café-rojizos. El manejo de la enfermedad se basa en la eliminación de residuos de la cosecha anterior, el uso de semilla limpia y control químico con productos efectivos y aplicaciones bien controladas. En zonas altamente infestadas, se recomienda la rotación de cultivos y el uso de variedades no susceptibles o resistentes que, con solo su uso, se obtienen resultados favorables. La mayoría de las variedades criollas son susceptibles y no deben sembrarse en zonas o épocas de alta incidencia de la enfermedad, pero siempre se debe tener en cuenta un buen manejo de la misma.

La roya

La roya es una enfermedad que se ve favorecida en ambientes identificados con temperaturas que oscilan entre los 17° y 27°C, alta humedad relativa y áreas localizadas arriba de los 1,000 msnm.

Los residuos de cosecha, y algunas malezas, pueden albergar el hongo y servir de inóculo primario. Este hongo no se transmite por semilla y sus esporas son transportadas a grandes distancias por el viento. Los síntomas iniciales consisten en manchas circulares cloróticas o blanquecinas, en las que luego se observan pústulas café-rojizas



(uremias) que aparecen en las hojas. Frente a una infección severa y condiciones favorables al hongo, éste puede desarrollar varias generaciones en un mismo ciclo de cultivo.

Una pústula contiene miles de uredosporas, y puede estar rodeada de un borde clorótico o necrótico dependiendo de la raza fisiológica, la variedad y las condiciones ambientales. Una infección severa causa reducción en el rendimiento hasta en un 50%. Entre las prácticas para la prevención de la roya está la eliminación de los residuos de la cosecha anterior y rotación con cultivos no hospederos.

El control de esta enfermedad se hace con productos químicos y es más efectivo si se realiza en etapas iniciales. Se recomienda usar variedades resistentes; sin embargo, la resistencia genética puede ser relativa debido a la aparición de nuevas razas fisiológicas como consecuencia de la alta variabilidad del agente causal.

2.11 Importancia del nitrógeno, el fósforo y el potasio en el cultivo de frijol.

2.11.1 Los fertilizantes: aspectos generales.

Es muy común que la gente entienda como sinónimo de fertilizantes la palabra "abonos"; sin embargo, existen marcadas diferencias entre aquellos y éstos, aunque sus usos y aplicaciones estén encaminados al mismo fin: la nutrición de las diferentes plantas y vegetales.

Los fertilizantes son nutrientes de origen mineral y creados por la mano del hombre, por el contrario, los abonos son creados por la naturaleza y pueden ser de origen vegetal, animal o mixto. A esto se hará referencia más adelante, por ahora trataremos los aspectos básicos y elementales de los fertilizantes. Los elementos nutrientes se encuentran, en diversas proporciones, en todas las tierras y en los abonos orgánicos (estiércoles, humus, etc.). Las plantas al crecer, los agotan y deben reponerse mediante la adición sistemática de abonos y fertilizantes, usados de una manera conjunta o complementaria.

2.11.2 Nutrientes para las plantas.

Los fertilizantes comunes y corrientes que usan los agricultores suelen proporcionar tres elementos nutritivos a las plantas: Nitrógeno (N), Fósforo (P), expresado en forma de (P_2O_5) o superfosfato, potasio (K), expresado en forma de (K_2O) óxido de potasio.

Estos aplicados a los suelos, ligan muy estrechamente tres objetivos:

Proporcionan nutrientes al suelo que no existen en cantidad suficiente para producir cosechas remunerativas.

Mejoran la fertilidad del suelo aumentando la cantidad de nutrientes en el ciclo comprendido entre el desarrollo y término del ciclo fisiológico del cultivo. El nitrógeno adicional puede ser fijado del aire por las leguminosas (a través bacterias nitrificantes del género *Rizobium*, las cuales ya deben estar presentes en el suelo o proporcionarlas artificialmente.) o agregadas junto con los fertilizantes, mientras que la única forma posible para aumentar la fertilidad en relación al fósforo y al potasio es agregando fertilizantes.

Los fertilizantes no son simples sustitutos de los estiércoles, ya que los abonos orgánicos únicamente mantienen una fertilidad relativa al agregar nutrientes que ya han sido usados en la producción de cosechas. Los fertilizantes proporcionan P y K adicionales a los que están en el suelo de forma natural, aunque también los fertilizantes y las leguminosas pueden suministrar N

con buenas prácticas agrícolas, por ejemplo la fórmula 16-20-0 proporciona los 2 primeros y la triple 15 los tres macronutrientes (N-P-K).

Los fertilizantes reducen el costo de producción al elevar los rendimientos sin un sensible aumento en los costos totales por hectárea.

De los 16 elementos químicos conocidos hasta ahora como necesarios para el desarrollo de las plantas, 13 son nutrientes derivados de la tierra, debido a que normalmente entran a la planta por medio de las raíces. Aunque algunas plantas tienen la capacidad de absorber pequeñas cantidades de nutrientes cuando son asperjadas sobre las hojas con fertilizantes foliares (5).

2.11.3 Clasificación de los elementos nutricionales necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas.

1) *Nutrientes primarios* (N-P-K) son los elementos que la planta requiere en mayor proporción para su desarrollo en comparación a los otros elementos restantes

2) *Nutrientes secundarios* (Ca- Mg- S) son los requeridos en cantidades moderadas.

3) *Micronutrientes* (B- Cu- Fe- Mn- Mo- Zn- Cl)

Las plantas al igual que los humanos y los animales no solo necesitan suficiente alimento, sino también una dieta equilibrada que les haga crecer sanas y producir los máximos rendimientos. Cuando cualquiera de los elementos nutritivos para la planta no se encuentra en forma aprovechable y en la cantidad suficiente, el desarrollo se verá afectado, ya sea que la deficiencia sea aguda o no. En todo caso la planta no puede producir su rendimiento más alto (15)

2.11.4 Importancia del nitrógeno para el desarrollo de las plantas.

La presencia del **Nitrógeno** es indispensable para promover el crecimiento de tallos y hojas en pastos, árboles, arbustos y plantas en general; corrige el "amarillamiento" (cuando este fenómeno se da por falta de Nitrógeno, pues también se puede dar por falta de Hierro (Fe).

Corrige los suelos alcalinos dándoles mayor acidez (respecto al significado de "ácido" y "alcalino" hablaremos más adelante), asimismo, el Nitrógeno es un elemento fundamental en la nutrición de los microorganismos que existen en el suelo, los mismos que son indispensables para la nutrición de las plantas.

2.11.5 Importancia del fósforo para el desarrollo de las plantas.

Es importante la presencia del **Fósforo** pues, entre otras cosas, fortalece el desarrollo de las raíces (principal conducto para la alimentación de las plantas), estimula la formación de botones en flores y de frutillas en árboles, evita el fenómeno del "aborto" o abscisión que es la caída prematura de flores, frutos, botones y frutillas. Su movimiento en la tierra es lento a comparación de otros elementos nutricionales por lo que se deben usar formulaciones bajas en contenido de Fósforo "en tierras contenidas".

Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suministro para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El fósforo se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de éste en los cultivos varía de 0.1 a 0.5% (7).

2.11.6 Absorción y transporte del fósforo en las plantas.

El fósforo penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. La absorción también se produce a través de las micorrizas, que son hongos que crecen en asociación con las raíces de muchos cultivos. El fósforo es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH.

Una vez dentro de la raíz, el fósforo puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. A través de varias reacciones químicas el fósforo se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF). El fósforo se mueve en la planta en forma de iones ortofosfato y como fósforo incorporado en los compuestos orgánicos formados. De esta forma el fósforo se mueve a otras partes de la planta donde estará disponible para más reacciones (7).

2.11.7 Intervención del fósforo en el transporte de nutrientes.

Las células de las plantas pueden acumular nutrientes en concentraciones mucho mayores a las que están presentes en la solución del suelo que les rodea. Esta condición permite que las raíces extraigan nutrientes de la solución del suelo donde se encuentran en concentraciones muy bajas.

El movimiento de nutrientes dentro de la planta depende en mucho del transporte a través de las membranas de las células, proceso que requiere de energía para contrarrestar las fuerzas de osmosis. De nuevo aquí, la ATP y otros compuestos fosfatados proveen la energía necesaria para el proceso (7).

2.11.8 Importancia del fósforo en la transferencia de energía en la planta.

El fósforo juega un papel vital virtualmente en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos de alta energía, que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADP) y de la ATP, son la fuente de energía que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta. La transferencia de los fosfatos de alta energía del ADP y ATP a otras moléculas (proceso denominado fosforilación), desencadena una gran cantidad de procesos esenciales para la planta (7).

2.11.9 El fósforo en la Fotosíntesis.

La reacción química más importante en la naturaleza es la fotosíntesis. Esta reacción utiliza energía luminosa, en presencia de clorofila, para combinar el dióxido de carbono y el agua en azúcares simples. En este proceso, la energía solar es capturada en la ATP e inmediatamente este compuesto está disponible como fuente de energía para muchas otras reacciones dentro de la planta. Por otro lado, los azúcares formados se usan como bloques para construir otras células estructurales y compuestos para almacenamiento (7).

2.11.10 El fósforo en la transferencia genética.

El fósforo es un componente vital de las sustancias que forman los genes y cromosomas, este elemento es parte esencial de los procesos que transfieren el código genético de una generación a la siguiente, proveyendo el mapa genético para todos los aspectos de crecimiento y reproducción de la planta.

El adecuado suplemento de fósforo es esencial para el desarrollo de nuevas células y para la transferencia del código genético de una célula a otra, a medida se van desarrollando nuevas células. Cuando es abundante, el fósforo se acumula en las semillas y en el fruto donde es esencial para la formación y desarrollo de la semilla.

El fósforo es también parte de la fitina, que es la principal forma de almacenamiento de este elemento en la semilla. Alrededor del 50% del fósforo total en las semillas de las leguminosas y del 60 al 70% en los cereales se almacena como fitina o compuestos muy parecidos. Un mal suplemento de fósforo puede reducir el tamaño, número y viabilidad de las semillas (7).

En general podemos decir que el fosforo es importante para las plantas debido a que:

- Estimula la pronta formación de raíces y su crecimiento.
- Les da rápido y vigoroso crecimiento a las plantas.
- Acelera la maduración.
- Estimula la lozanía y ayuda a la formación de semillas.
- Les da vigor para el invierno a los granos sembrados (1).

2.11.11 Síntomas por deficiencia de fósforo.

El efecto más acentuado de la falta de fósforo es la reducción en el crecimiento y número de hojas. El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de fósforo, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes. Generalmente, se deprimen los procesos de utilización de carbohidratos, aun cuando continúa la producción de estos compuestos por medio de la fotosíntesis. Esto resulta en una acumulación de carbohidratos y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas. En algunos cultivos, las hojas deficientes en fósforo desarrollan un color púrpura.

Debido a que el fósforo es fácilmente movilizado en la planta, cuando ocurren las deficiencias de este nutriente, el fósforo se transloca de los tejidos viejos a tejidos meristemáticos activos y por esta razón los síntomas aparecen en las hojas viejas (parte baja) de la planta. Sin embargo, estos síntomas de deficiencia rara vez se observan en el campo y la deficiencia de fósforo generalmente se evidencia por una pérdida apreciable de rendimiento.

Otros efectos de la deficiencia de fósforo en la planta incluyen el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades (7).

Entre los síntomas generales por deficiencia de fósforo podemos considerar:

- Hojas, tallos y ramas purpúreos.
- Madures y desarrollo lentos.
- Tallos pequeños y delgados.
- Bajo rendimiento en granos, frutas y semillas (1).

2.11.12 Estudios realizados con dosificaciones de fósforo.

En este sentido se han venido realizando investigaciones; en las que se encontró respuesta del cultivo de frijol en suelos con contenidos de fósforo menores de 15ppm, determinando a la vez que el cultivo para una producción 1000 kg/ha extrae del suelo 60kg de N/ ha, 50 kg de P₂O₅/ha y 45 kg de K₂O/ha (12).

En las Variedades de frijol que tienen ciclo corto e intermedio el orden en que se absorben los nutrientes principales de acuerdo a la cantidad que la planta necesita es N>K>P y aunque la cantidad absorbida de Fósforo es la menor, la planta es muy sensible a una deficiencia de este elemento comprometiendo su producción (14).

En evaluaciones que se realizaron fertilizaciones con dosis variada de fósforo en variedades de frijol rojo, no se encontró diferencia estadística entre variedades, pero si la hubo entre las dosis aplicadas, donde se obtuvo el mayor rendimiento de 2,067kg/ha en la dosis de 195kg/ha de fórmula 18-46-00 (15). Además, en un estudio que se realizó se descubrió que el frijol rojo MPN responde a las aplicaciones altas de fósforo de 90 kg/ha de P₂O₅ y se obtienen rendimientos de hasta 1,740kg/ha (16).

La variedad INTA Rojo, es un material que ha tenido alta aceptabilidad por su color de grano y alto rendimiento, su demanda se ha incrementado durante los últimos años, sin embargo los promedios aún no alcanzan el potencial productivo de la variedad que se estima en 2000 kg/ha. Siendo uno de los factores limitantes de la producción, la baja fertilidad natural de los suelos, la cual está asociada a las prácticas inadecuadas de manejo de los suelos y al uso ineficiente de los fertilizantes químicos. En este sentido, la validación está orientada a superar las

limitantes de baja fertilidad de los suelos mediante la verificación de dosis de fertilización por medio de las cuales se obtiene el mayor potencial productivo de la variedad.

En los suelos que tienen bajo contenido de fósforo y este elemento es aplicado como fertilizante permite que se encuentre mas disponible para la planta que otros elementos. En el frijol el fósforo aplicado al suelo rara vez supera el 10% de lo que es recuperado por la planta, por lo que se recomienda a los agricultores reducir la dependencia de este elemento realizando aplicaciones con base a los análisis de suelos. Para lograr el uso más económico del fertilizante simplemente hay que escoger: la cantidad óptima de fertilizante adecuado y la aplicación de este en el lugar preciso y en el tiempo oportuno. En un suelo común los rendimientos más altos en el cultivo de frijol se obtienen colocando los fertilizantes compuestos de fósforo en bandas a 5 cm a los lados de la semilla y 2.5 cm debajo de ellas (5).

Los porcentajes de N y minerales en las plantas son más elevados durante las primeras fases de crecimiento y que el contenido N-P. Tiende a concentrarse en la semilla. (5).

En un estudio realizado en Costa Rica donde las variables evaluadas fueron:

- 1) Rendimiento de frijol en kg/parcela y en-kg/ha de cafeto, al 13% de humedad de grano.
- 2) Peso seco de nódulos y peso seco foliar por planta a prefloración y posfloración que se obtuvo con base en un muestreo al azar de cinco plantas por parcela.
- 3) Producción de frijol bajo distintas dosis de nitrógeno y fósforo (10).

Los resultados que se obtuvieron fueron:

-Rendimiento de frijol en kg/parcela y en kg/ha de cafeto, al 13% de humedad de grano.

Los dos cultivares utilizados en la evaluación Negro Huasteco y Talamanca demostraron el mayor incremento en la producción de grano, cuando se aumentó la dosis de fosforo de 0 a 55 kg de acuerdo al resultado obtenido por **Ponce (16)**, observándose una mayor productividad con el cultivar 'Negro Huasteco'. Similar comportamiento se obtuvo en otra localidad de siembra intercalada con cafeto y bajo dosis crecientes de fosforo, con los cultivares “Talamanca y Huetár” (18). El mayor peso de nódulos se obtuvo con la variedad negro huasteco con la dosis de 110 kgP₂O₅/ha (0.468g/planta). Los mayores rendimientos en grano fueron con la variedad negro huasteco y los niveles de 110 kgP₂O₅/ha (931 g/parcela y 165 kg P₂O₅/ha (909 g/parcela). En la variedad Talamanca el aumento significativo solo se dio al pasar de 0 a 55 kgP₂O₅/ha (18). A continuación se presenta la información referente al efecto obtenido en el experimento:

Efecto de la interacción dosis de fósforo y cultivares sobre el rendimiento y peso seco de nódulos /planta de frijol intercalado con café.

<i>Cultivar</i>	<i>Dosis de fósforo (P₂O₅ kg/ha)</i>	<i>Rendimiento del frijol</i>		<i>Peso seco de g</i>
		<i>(g/parcela)</i>	<i>(kg/ha)</i>	<i>Nódulos (g)</i>
<i>Negro Huasteco</i>	0	675 ^{ef*}	1056	0,398 ^{ab}
	55	888 ^{ab}	1388	0,262 ^{bc}
	110	931 ^a	1456	0,468 ^a
	165	909 ^a	1422	0,230 ^c
<i>Talamanca</i>	0	643 ^f	1005	0,232 ^{abc}
	55	735 ^{de}	1150	0,406 ^{abc}
	110	785 ^{cd}	1227	0,319 ^{abc}
	165	831 ^{bc}	1300	0,410 ^{ab}

**Tratamiento con igual letra, son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 1% para el rendimiento de grano y 5% para el peso seco de nódulos.*

-Peso seco de nódulos y peso seco foliar por planta a prefloración y posfloración que se obtuvo con base en un muestreo al azar de cinco plantas por parcela.

Efecto de las dosis de fósforo y los tratamientos de nitrógeno sobre el peso de nódulos a prefloración y el peso seco foliar a post-floración de frijol intercalado con café.

<i>Dosis de fósforo (kg/ha)</i>	<i>Cepas</i>	<i>Peso seco(g/planta)</i>	
		<i>Nódulos</i>	<i>Foliar</i>
<i>0</i>	Sin bacteria	0,245 ^{abc*}	15,113 ^{ab}
	CR-402	0,233 ^{abc}	16,491 ^{ab}
	CR-409	0,206 ^{abc}	12,812 ^{ab}
<i>55</i>	Sin bacteria	0,300 ^{ab}	19,415 ^b
	CR-402	0,197 ^{bc}	9,865 ^b
	CR-409	0,269 ^{abc}	13,651 ^{ab}
<i>110</i>	Sin bacteria	0,261 ^{abc}	12,509 ^b
	CR-402	0,262 ^{abc}	14,949 ^{ab}
	CR-409	0,167 ^c	12,364 ^b
<i>165</i>	Sin bacteria	0,219 ^{abc}	11,417 ^b
	CR-402	0,235 ^{abc}	14,826 ^{ab}
	CR-409	0,309 ^a	15,816 ^{ab}

**Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales según prueba de Duncan al 5%.*

También hubo interacción entre los tratamientos de nitrógeno y fósforo, para el peso seco de nódulos a prefloración y post-floración, el mayor peso seco de nódulos se obtuvo con la cepa

CR 409 y 165 kg. De fósforo (0.309 g/planta); este mismo tratamiento presentó un alto peso foliar (15,816 g/planta) (18).

Con respecto al fósforo, en Costa Rica en la mayoría de los suelos el frijol, responde a este elemento desde dosis bajas según los investigadores (9, 10 y 21) en sus experimentos realizados, hasta dosis que alcanzan los 400kg P₂O₅/ha de acuerdo al estudio realizado por el CIAT (4). Braga (2), de manera similar, encontró una respuesta lineal positiva. En suelos de Minas Gerais, Brasil empleando una dosis de 120 kgP₂O₅/ha. Y el mismo resultado fue obtenido por Miyasaka (13), en suelos de Arenito Barau, Brasil Coincidiendo con los resultados obtenidos en el experimento de Ramírez (17).

-Producción de frijol bajo distintas dosis de Nitrógeno y fósforo.

Producción de frijol en función de distintas dosis de nitrógeno y fósforo.

<i>Tratamiento</i>	<i>Nitrógeno</i>	<i>Fósforo</i>	<i>Producción</i>
<i>N°</i>	<i>Kg N/ha</i>	<i>Kg P₂O₅/ha</i>	<i>Kg/ha</i>
1	0	0	652,3
2	0	40	994,3
3	0	80	741,2
4	0	120	975,9
5	50	0	1064,7
6	50	40	1022,6
7	50	80	1082,3
8	50	120	1300,8
9	100	0	808,3
10	100	40	1037,6
11	100	80	1244,6
12	100	120	1259,9
13	150	0	973,6
14	150	40	1134,2
15	150	80	1272,2
16	150	120	1278,2
17	200	0	1231,6
18	200	40	1316,0
19	200	80	1311,9
20	200	120	1364,3

En este recuadro se muestran los resultados de la producción obtenida para cada uno de los tratamientos. El mejor resultado que se obtuvo fue de 1364.3 kg/ha para el tratamiento N° 20, que represento un incremento de 109% respecto a la comparada para el testigo, con 652.3 kg/ha. en cuyo experimento hubo un aumento de la producción solo con incluir el fósforo en la fertilización 40 kg P₂O₅/ha.

2.11.13 Importancia del potasio en las plantas.

El **Potasio**, también tiene funciones primordiales en la nutrición, diferentes pero no por ello menos o más importantes, sino complementarias de los otros: promueve el desarrollo y crecimiento de flores y frutos; da resistencia a las plantas contra plagas y enfermedades, heladas y sequías; determina la mayor o menor coloración en flores y frutas y el sabor en éstos últimos, es, asimismo, esencial para la formación de Almidones y Azúcares. El Potasio regula la fotosíntesis y es bueno para todas las plantas, especialmente para las de flores (ornamentales).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Lugar donde se realizó la investigación.

La investigación se llevó a cabo en la Unidad de Investigación Agropecuaria de la Facultad Multidisciplinaria Oriental (Uniagro), ubicada sobre el kilómetro 144, Cantón El Jute, Municipio y Departamento de San Miguel.

3.1.2 Suelo predominante en el área.

El suelo predominante en el área de la investigación es de textura Franco Arcillosa, clase I.

3.1.3 Variedad que se utilizó.

Para la realización de la investigación se utilizó frijol criollo rojo de seda.

3.1.4. Procedencia de los materiales y equipo de trabajo.

La semilla procedió de cantón Las Lomitas, San Miguel. Los demás insumos como fertilizantes, plaguicidas y demás se obtuvieron en la ciudad de San Miguel.

3.1.5 Cantidad anual de lluvia.

La precipitación anual en la micro cuenca del Rio El Jute, según datos proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), oscila entre los valores de 1000 a 1300 milímetros.

La distribución de la temporada lluviosa está dada principalmente desde el mes de mayo hasta el mes de octubre, presentándose en ocasiones una disminución de la precipitación durante los meses de julio y agosto.

3.1.6 Temperatura.

La temperatura promedio anual en la micro cuenca del Rio El Jute, según datos proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), es de 29°C, llegando en ocasiones a una temperatura máxima de 42°C.

3.1.7 Humedad relativa del aire.

La humedad relativa del aire de la micro cuenca del Rio El Jute, según datos proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), oscila entre el 57% y 90% en el transcurso del año.

3.1.8 Viento.

Se presentan vientos fuertes en algunos meses del año, especialmente durante noviembre, diciembre y enero, causando daños en los cultivos, así como en la infraestructura existente en la zona de la micro cuenca del Rio El Jute.

3.1.9 Herramientas y equipo.

Las herramientas y equipo utilizado se detallan a continuación:

- ✓ Balanza electrónica y balanza tipo reloj
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Bomba de mochila
- ✓ Cumas
- ✓ Cuerdas
- ✓ Estacas
- ✓ Chuzo
- ✓ Equipo de riego
- ✓ Pala
- ✓ Piocha
- ✓ Rastrillo
- ✓ Azadones

3.2 Metodología de la fase de campo.

3.2.1 Descripción de las unidades experimentales.

En la investigación que se llevó a cabo, cada parcela tenía un área de 6.75m^2 (3m x 2.25m), se usó un distanciamiento entre surco de 60 cm y 20 cm entre postura colocando 2 plantas por postura. Las cuales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar, con 5 bloques y

4 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos en estudio fueron T1, que únicamente se cubrían los requerimientos de nitrógeno, T2 además de cubrir las necesidades de nitrógeno, se proporcionó un 75% del fósforo requerido. Al T3 se cubren completamente los requerimientos nutricionales. Al T4, se procedió de igual manera que en el T3, pero se agregó un 25% más de lo que requería en fósforo. Todo esto basado en un análisis de suelo previo a la investigación.

3.2.2 Fecha de inicio del estudio.

La fase de campo inicio con el muestreo y análisis de suelo el cual se llevó a cabo el 8 de diciembre de 2010, y finalizo aproximadamente el 30 de abril de 2011, con el pesado del grano para luego dar lugar a la fase de gabinete hasta la defensa del trabajo.

3.2.3 Ingrediente Activo.

En cada tratamiento varió únicamente la cantidad de fósforo utilizado.

3.2.4 Fase Pre-experimental.

Inició con la selección del terreno en el área destinada para montar trabajos de investigación de la Unidad de Investigación Agropecuaria (Uniagro) de la UES-FMO. Luego se procedió al muestreo y análisis del suelo 45 días antes de la fecha estimada para la siembra.

3.2.5 Labores pre-siembra.

Consistieron en: Limpia del terreno que se efectuó 21 días antes de la siembra. El arado y rastreado se realizó 2 días después de la limpia. El cultivo trampa se sembró el mismo día del rastreado al voleo con 5 mts. de ancho al contorno del área experimental. La delimitación del área de los tratamientos y distribución de las parcelas, el surqueado se realizó un día antes de la siembra, antes de la siembra la semilla fue tratada con “GAUCHO” para combatir plagas del suelo.

3.2.6 Siembra.

Cada unidad experimental tenía un área de 6.75m^2 (3m x 2.25m), con un distanciamiento entre surco de 60 cm y 20 cm entre plantas, depositando 2 plantas por postura haciendo un total de 55 posturas. La primera fertilización se realizó al momento de la siembra, colocando el fertilizante al fondo del surco cubriéndolo con una capa de tierra, colocando la semilla a 2cm de

profundidad. Se establecieron 5 surcos por parcela con 11 posturas por surco, se realizó un control de malezas a los 15 días post-siembra. El aporco se realizó a los 16 días, la segunda fertilización se realizó a los 30 días de germinado el cultivo poco antes de la floración, los riegos se hicieron periódicamente por lo menos cada dos días o según se observó la necesidad de agua del cultivo. Cada 15 días se realizó control preventivo de plagas. Una vez se estableció el cultivo se cosecho a los 72 días.

3.2.7 Cosecha.

Las labores de cosecha consistieron en la delimitación del área útil y el arranque de plantas procurando extraer la mayor parte de la raíz para su posterior medición y toma de datos, como la cantidad y longitud de raíces promedio por planta en cada tratamiento, además del recuento de número de vainas y semillas por vaina. El secado se realizó durante 3 días, para luego realizar el aporreo en el cuarto día después de haber sido arrancado. Luego se procedió a la limpieza del grano y posteriormente se pesó y se tomaron datos de rendimiento de las diferentes parcelas y tratamientos.

3.3 Metodología estadística en estudio.

3.3.1 Factor en estudio.

Evaluar la incidencia de las cantidades de fósforo en la producción de frijol rojo de seda, variando el porcentaje de fósforo proporcionado en cada tratamiento en un 0, 75, 100 y 125% para los tratamiento T1, T2, T3 y T4 respectivamente.

3.3.2 Descripción de los tratamientos.

En esta etapa se llevó a cabo la elaboración de las distintas dosis para cada tratamiento, tomando en cuenta que el elemento a variar era el fósforo y no los demás elementos, por lo tanto, se diseñó de la siguiente manera, según los resultados del análisis de suelo que dio con el potasio alto:

Testigo (T1): En este tratamiento se utilizó únicamente fertilizante nitrogenado, Sulfato de amonio, llenando únicamente el requerimiento de nitrógeno, para facilitar la comparación del agregado de fósforo.

Primera fertilización: 193 kg/ha. 650gr. de Sulfato de amonio, 130gr/parcela, 2.36 gr/postura.

Segunda fertilización: 225.1 kg/ha. 760gr. de sulfato de amonio, 152gr/parcela, 2.8gr/postura.

Tratamiento 2 (T2): En este tratamiento se cubrieron las necesidades de nitrógeno con sulfato de amonio, pero, también se agregó un 75% del fósforo que requiere la planta, agregando formula 18-46-0 de la siguiente manera (el sulfato de amonio para corregir la deficiencia de la formula.)

Primera fertilización: 54.8 kg/ha. 185gr. de sulfato de amonio, 37gr/parcela, 0.6gr/postura.

161.5 kg/ha. 545gr de fórmula 18-46-0, 109gr/parcela, 2gr/postura.

Segunda fertilización: 225 kg/ha. 760gr. de sulfato de amonio, 152gr/parcela, 2.8gr/postura.

Tratamiento 3 (T3): En este tratamiento se llenaron todos los requerimientos nutricionales.

Primera fertilización: 216 kg/ha. 730 gr de formula18-46-0,146gr/parcela, 2.7gr/postura.

Segunda fertilización: 225.1kg/ha. 760gr. de sulfato de amonio, 152gr/parcela, 2.8gr/postura.

Tratamiento 4(T4): En este tratamiento además de llenar sus requerimientos nutricionales en nitrógeno con sulfato de amonio, se agregó un 25 % más de lo que necesita la planta de fósforo.

Primera fertilización: 271.1 kg/ha. 183gr. de fórmula 18-46-0, 183gr/parcela, 3.3 gr/postura.

Segunda fertilización: 216.3 kg/ha. 731gr. de sulfato de amonio, 146gr/parcela, 2.6gr/postura.

En la segunda fertilización se agregó menos sulfato para compensar lo agregado por la formula.

3.3.3 Variables en estudio.

Rendimiento productivo en grano de frijol en kg/ha en cada tratamiento.

La comparación del rendimiento se hizo después del aporreo o desgranado, pesando la cantidad de grano obtenido en cada parcela y después se realizó la sumatoria para obtener el rendimiento por tratamiento.

Número de semillas por vaina por tratamiento.

Luego de obtener el número de vainas se procedió de manera simultánea a determinar el número de semillas por vaina mediante la palpación de vainas entre los dedos.

Número de vainas por plantas por tratamiento.

Para determinar el número de vainas por planta se hizo un recuento de las vainas por planta en el área útil de cada tratamiento, el día del arranque a los 72 días.

Longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento.

La longitud de raíces se tomó a los 60 días después de haber establecido el cultivo, ya que en la etapa de cosecha, se corría el riesgo de que no se arrancara la raíz completamente, para esta operación se regó un día antes para evitar daño en el sistema radicular, sin utilizar plantas del área útil, se arrancaron cuidadosamente 10 plantas por parcela, 50 por tratamiento luego se tomaron las respectivas medidas.

Número promedio de raíces secundarias por tratamiento.

El número de raíces se tomó a los 60 días después de haber establecido el cultivo, ya que en la etapa de cosecha, se corría el riesgo de que no se arrancara la raíz completamente, para esta operación se regó un día antes para evitar daño en el sistema radicular, sin utilizar plantas del área útil, se arrancaron cuidadosamente 10 plantas por parcela, 50 por tratamiento luego se tomaron las respectivas medidas.

Peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento.

Para llevar a cabo la toma de estos datos, después de haber medido y contado las raíces, se procedió rápidamente al pesaje de las muestras, colocándolas en bolsas individuales por parcela y luego pesándolas en una balanza electrónica, para luego hacer la suma del peso total.

Análisis económico de tratamiento por hectárea.

El cálculo de esta variable se efectuó mediante la comparación de los costos de producción del cultivo contra los ingresos por venta de frijol, para determinar el margen de beneficio o utilidad económica por tratamiento.

3.3.4 Diseño estadístico.

El diseño estadístico empleado en el ensayo fue el de bloques completamente al azar con 4 tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento.

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \sigma_i + \beta_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = Observación del i -ésimo tratamiento del j -ésimo bloque.

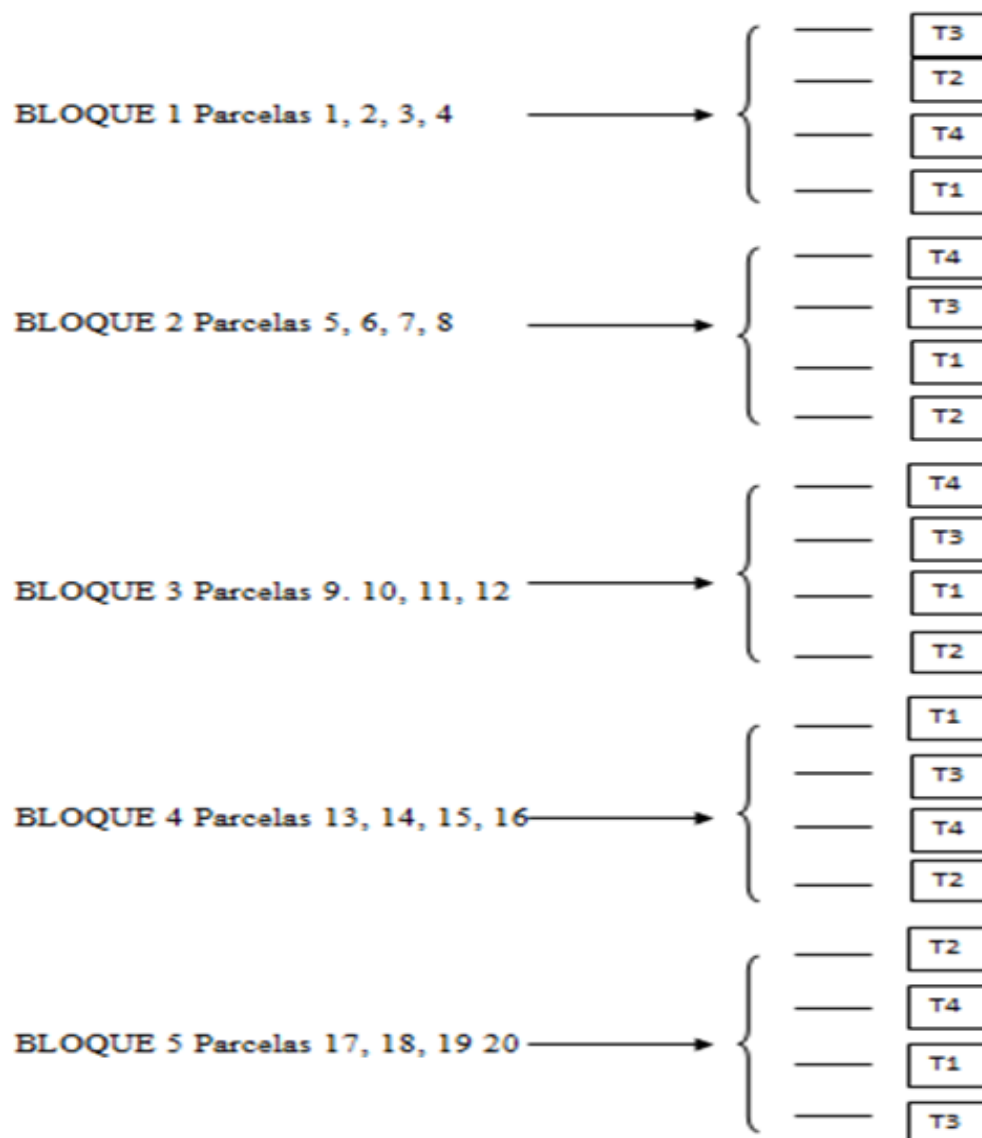
μ = Media experimental.

σ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

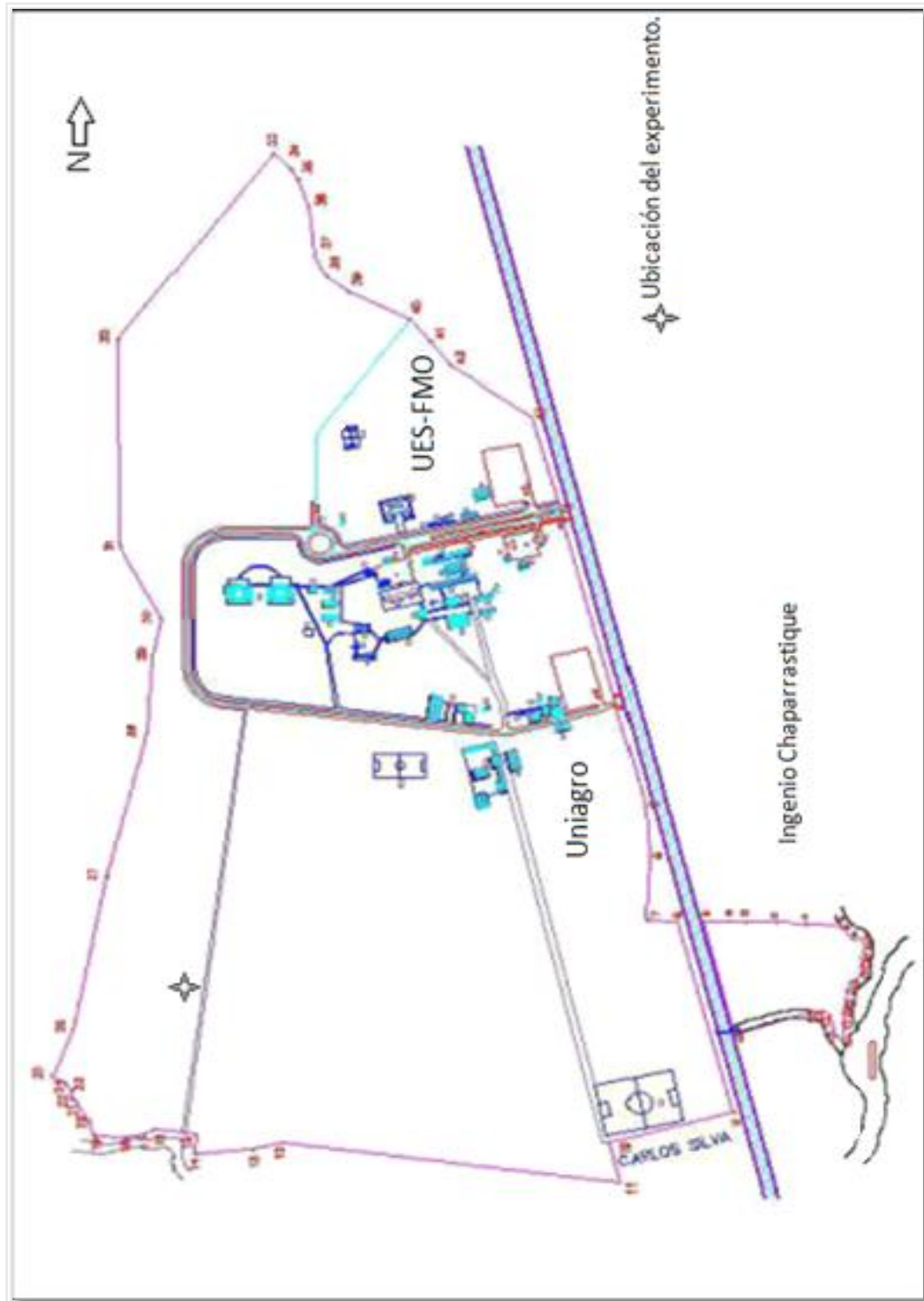
β_j = Efecto del j -ésimo bloque

e_{ijk} = Error experimental.

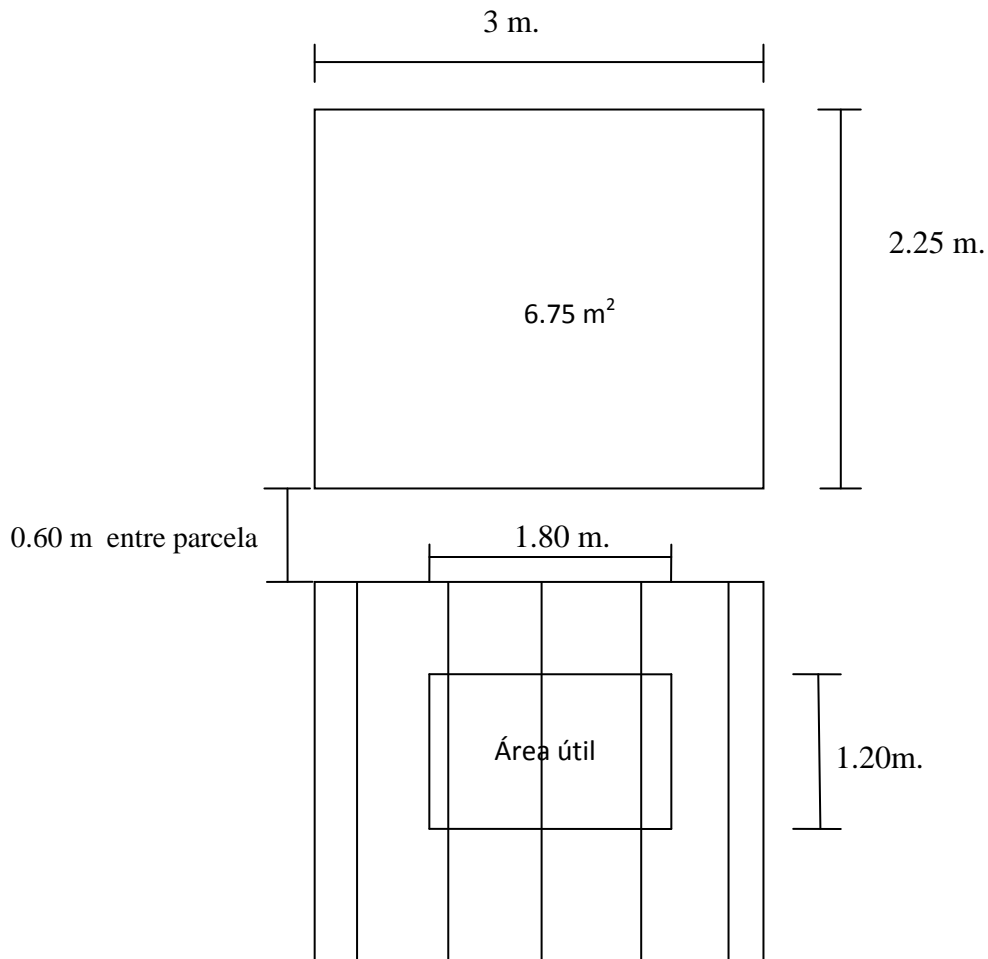
3.3.5 Distribución de las parcelas.



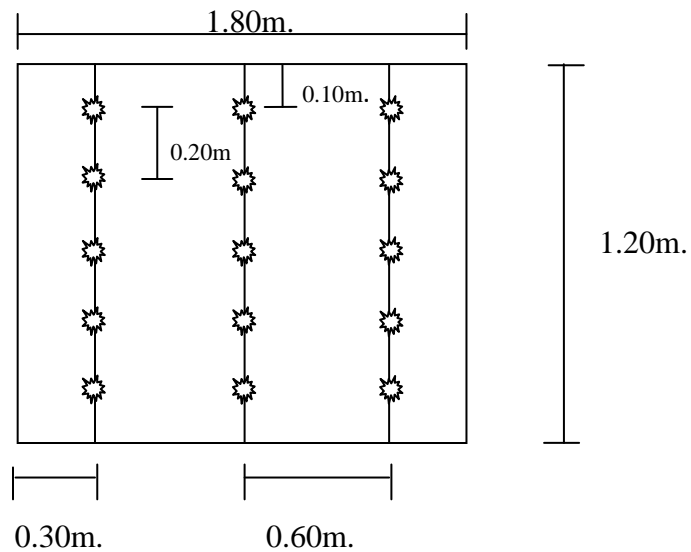
3.3.6 Plano del campo.



3.3.7 Unidad experimental



En el área útil, se tomaran tres surcos, cada uno con 5 posturas y cada postura con 2 plantas.



4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento productivo en grano de frijol en kg/ha por cada tratamiento.

La comparación del rendimiento se hizo después del aporreo o desgranado, pesando la cantidad de grano obtenido en cada parcela y después se realizó el cálculo para obtener el rendimiento por tratamiento en kg/ha. Los resultados se muestran a continuación en el Cuadro 1 y Figura 1.

Cuadro 1. Rendimiento productivo en grano de frijol en kg/ha por cada tratamiento.

Tratamientos	Bloques					Total	Promedio	Prueba estadística
	I	II	III	IV	V			
T1	631.02	610.19	652.31	588.89	673.15	3,155.56	631.11	D
T2	946.76	1051.85	841.67	799.54	1093.98	4,733.80	946.76	C
T3	1388.89	1451.85	1262.50	1409.72	1451.85	6,964.81	1392.96	A
T 4	1093.98	1009.72	988.89	1093.98	1073.15	5,259.70	1051.94	B
Total	4,060.65	4,123.61	3,745.37	3,892.13	4,292.13	20,113.87		
Promedio	1015.16	1030.90	936.34	973.03	1073.03			

Análisis de diferencias en los Tratamientos.

Posterior al análisis de varianza, el cual presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos, Ver (cuadro A-1), se realizó la prueba de Duncan (cuadro A-1) la cual dio como resultado diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos. El primer lugar en rendimiento productivo se obtuvo en el T3 (1392.96 kg/ha) fertilizado al 100% del requerimiento recomendado por el análisis de suelo.

El segundo lugar fue para el T4 (1051.94 kg/ha) fertilizado con el 25% de fósforo por encima de lo recomendado en el análisis de suelo para este cultivo bajo estas condiciones. El tercer lugar fue para el T2 (946.76 kg/ha) fertilizado en un 25% por debajo del requerido para el cultivo. El cuarto lugar fue para el T1 (631.11 kg/ha) sin aplicación de fertilizante fosforado 0%, en este tratamiento solo se cubrieron los requerimientos de nitrógeno.

Con base en la información proporcionada por las pruebas estadísticas realizadas al rendimiento productivo en kg/ha, se demostró que sí existieron diferencias estadísticas altamente significativas, con una seguridad del 99% de probabilidades. Por consiguiente, el tratamiento que mayor rendimiento Kg/Ha de grano cosechado obtuvo, fue el T3 (1392.96 Kg/ha) (30.64 qq/ha); seguido del T4 (1051.94 Kg/ha) (24.14 qq/ha); luego T2 (946.76 Kg/ha) (20.82 qq/ha) y por último, el T1 (631.4 Kg/ha) (13.88 qq/ha). Lo que demuestra, que el fósforo es importante para lograr mayor rendimiento en el cultivo de frijol que si no se aplica.

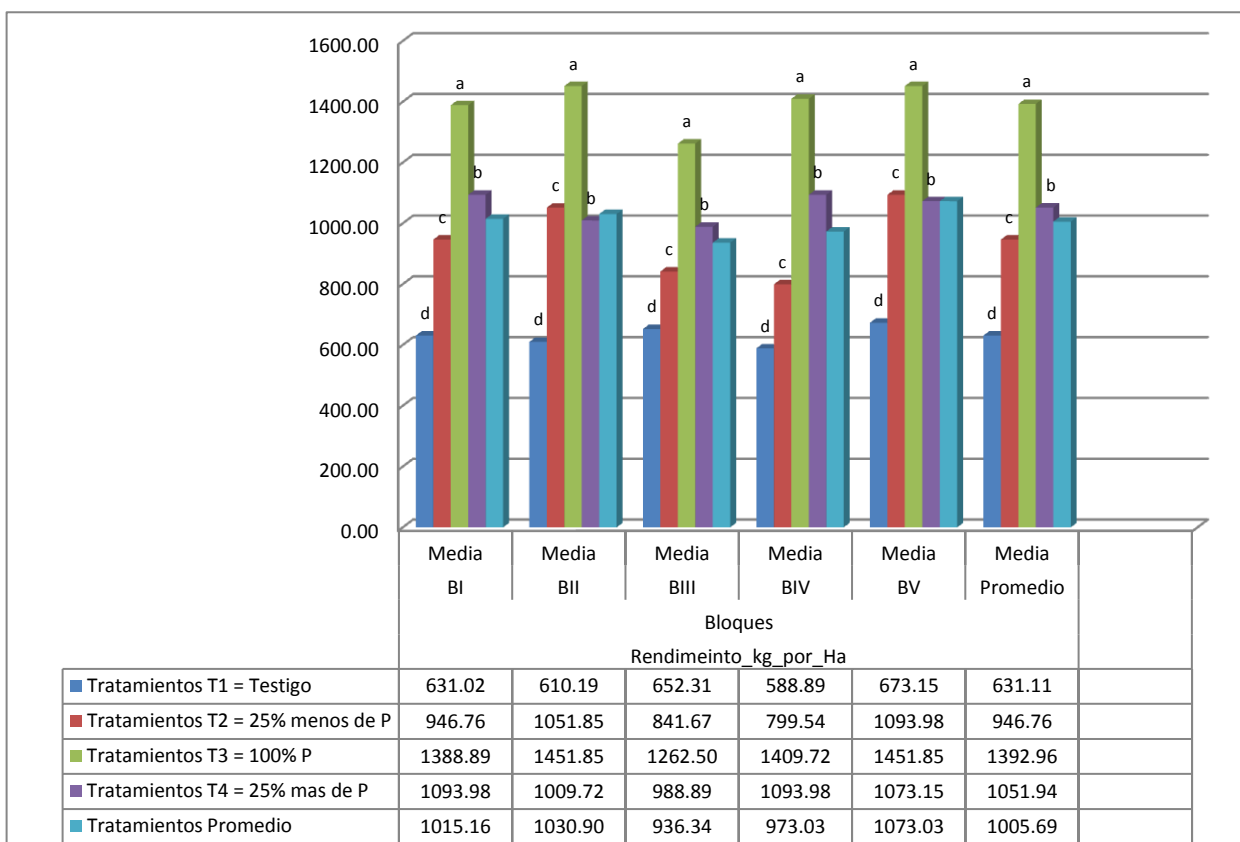


Figura 1. Rendimiento productivo en grano de frijol en kg/ha por cada tratamiento.

Análisis de diferencias en los Bloques.

Las pruebas de Duncan, aplicadas a los bloques, dieron como resultado diferencias estadísticas significativas entre los bloques. En primer lugar está el Bloque V (1073.03 kg/ha) que presentó diferencias estadísticas no significativas con respecto a los bloques II (1030.90 kg/ha), I (1015.16 kg/ha) y IV (973.03 kg/ha), siendo estos similares estadísticamente entre ellos, pero no con el bloque III (936.34 kg/ha), que presentó diferencias estadísticas

significativas con el bloque V y este a su vez, presento similitud estadística con los bloques II, I Y IV.

En resumen, el fósforo no influyó en el número de vainas por plantas y el número de semillas por vaina, pero si se vio afectado positivamente en la calidad del grano del frijol, el grano era más grande, más lustroso y de mejor coloración lo que deriva en un mejor valor en el mercado, por lo que los mejores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos donde se agregó fósforo. En mayor grado en el tratamiento que cumplió con sus requerimientos nutricionales, T3=1392.96 kg/ha de fósforo.

En evaluaciones de fertilización con variedades de color rojo, no se encontró diferencias estadísticas entre variedades, pero si entre dosis, donde el mayor rendimiento 2,067 kg/ha se obtuvo en la dosis de 195 kg/ha.de 18-46-00 (15).

4.2 Número de semillas por vaina por tratamiento.

Luego de obtener el número de vainas por planta se procedió de manera simultánea a determinar el número de semillas por vaina mediante la palpación de vainas entre los dedos. Los datos obtenidos se muestran a continuación en el cuadro 2 y figura 2.

Cuadro 2. Número de semillas por vaina por tratamiento. Análisis de diferencias en los Tratamientos.

Tratamientos	Bloques					Total	Promedio	Prueba estadística
	I	II	III	IV	V			
T1	4.33	4.33	4.66	3.93	3.80	21.05	4.21	n.s.
T2	5.33	4.33	4.00	4.06	3.53	21.25	4.25	n.s.
T3	4.86	5.53	4.60	4.40	3.53	22.92	4.58	n.s.
T4	4.73	4.80	4.46	4.93	4.80	23.72	4.74	n.s.
Total	19.25	18.99	17.72	17.32	15.66	88.94		
Promedio	4.81	4.74	4.43	4.33	3.91			

Después del análisis de varianza, el cual presento diferencias estadísticas no significativas (cuadro A-2) entre los tratamientos ($P > 0.01$), en el cuadro 5 y figura 2 se muestran los promedios por cada tratamiento en estudio. Según la prueba de Duncan los tratamientos

mostraron diferencias no significativas sin importar el nivel de fósforo aplicado a cada tratamiento, pero si se observaron diferencias aritméticas entre los tratamientos. El tratamiento que obtuvo el primer lugar, como mejor tratamiento fue el T4 (4.74) semillas/vaina. En segundo lugar está el T3 (4.58) semilla/vaina, seguido por el T2 (4.25) semilla/vaina, y por último el T1 (4.21) semilla/vaina.

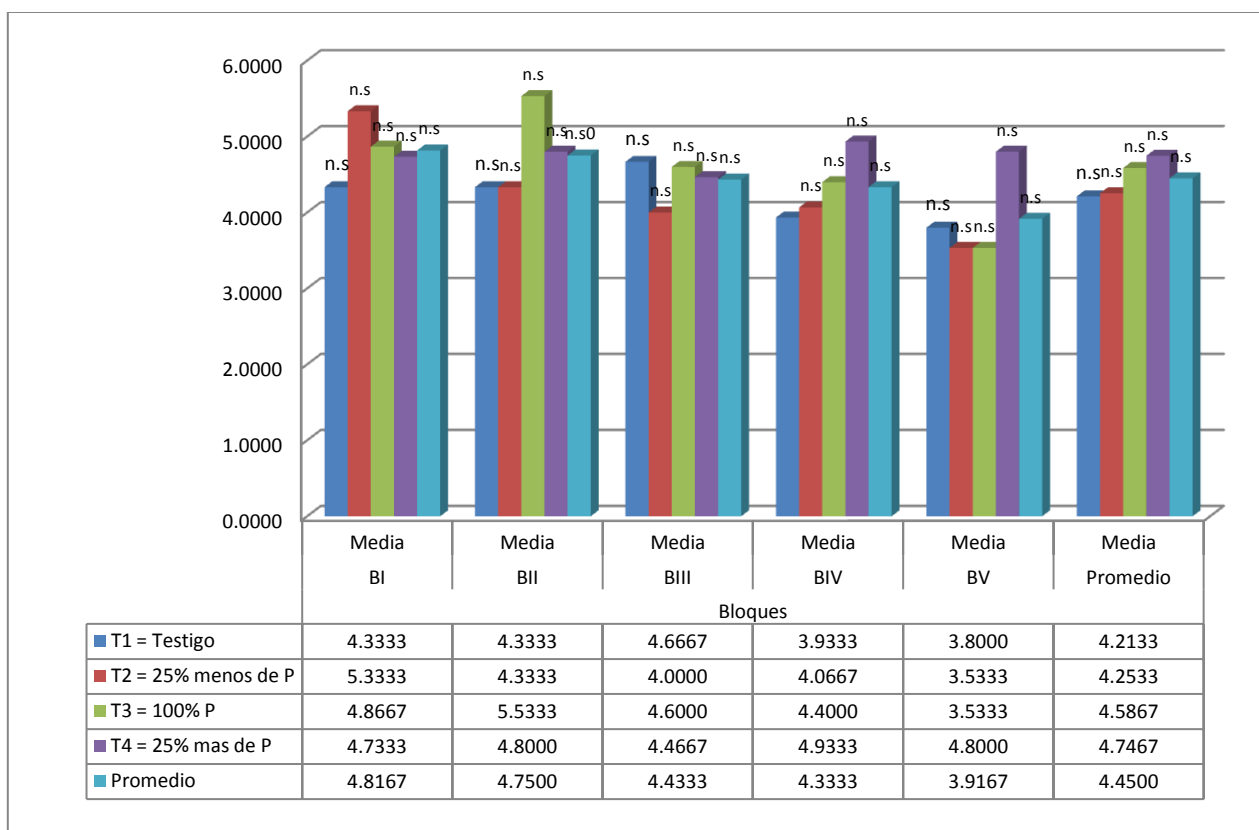


Figura 2. Número de semillas por vaina por tratamiento.

De acuerdo a la significancia estadística (n.s), se determinó que la cantidad de semillas fue similar en todos los tratamientos, independientemente de la cantidad de fósforo aplicado.

Análisis de diferencias en los Bloques.

Las pruebas de Duncan realizadas entre los bloques mostraron en primer lugar que los bloques I (4.81 semillas/vainas) y el bloque II (4.75 semillas/ vaina) son similares estadísticamente. En segundo lugar, los bloques III (4.43 semillas/ vaina) y bloque IV (4.33 semillas/ vaina) resultaron similares estadísticamente entre sí, pero reflejaron resultados

inferiores a los bloques I y II. En tercer lugar el bloque V (3.91 semillas/vainas) resultó ser inferior a los demás bloques, reflejando diferencias estadísticas significativas con respecto a los bloques III y IV y con diferencias altamente significativas con los bloques I y II. (Anexo A-2).

En investigaciones realizadas en cultivo de Soya afirman que el número de grano se determina durante la formación de las vainas, entre la floración y el llenado; es en ese momento en el que se debe hacer uso óptimo de los recursos del ambiente disponibles. El rendimiento de este cultivo se descompone en número de granos y peso individual del grano, la caída del rendimiento debido a deficiencia de fósforo se debe a la disminución en la cantidad de granos ya que el peso poco se ve afectado. También puede verse afectado el rendimiento por una reducida área foliar y poca captura de luz solar, una buena cobertura de flores va a depender, entre otros factores, de la disponibilidad de fósforo (P) del suelo (6).

Una deficiencia de fósforo en el cultivo de soja puede provocar caída de rendimiento por su efecto en la formación del área foliar, por lo tanto en la cantidad de luz capturada y su efecto en la eficiencia para convertir esta luz en materia seca. La suma de estos efectos provoca un menor crecimiento entre floración y comienzo de llenado de los granos, un menor número de granos y por lo tanto, un menor rendimiento (8).

El fósforo da consistencia a los tejidos, favorece la floración, fructificación y maduración de frutos. Influye en la cantidad y peso de las semillas y además es imprescindible en la fotosíntesis (1).

4.3 Número de vainas por planta por tratamiento.

Para determinar el número de vainas por planta, se contaron las vainas por planta en el área útil de cada tratamiento, el día del arranque a los 72 días. Ver cuadro 6 y la figura 3.

Al igual que la variable anterior (número de semillas/vaina) esta variable presentó diferencias estadísticas no significativas entre los tratamientos, según el análisis de varianza (cuadro A-3) ($P > 0.01$). En el cuadro 3 y la figura 3, se muestran los promedios por cada tratamiento. No se obtuvo significancia estadística. A pesar de la carencia y la aplicación de fertilizante fosforado en

diferentes niveles en cada tratamiento, la prueba de Duncan para esta variable no muestra diferencia estadística entre los tratamientos.

Cuadro 3. Número de vainas por plantas por cada tratamiento

Tratamientos	Bloques					Total	Promedio	Prueba estadística
	I	II	III	IV	V			
T1	13.60	20.60	15.20	12.60	11.20	73.20	14.64	n.s.
T 2	13.60	13.33	12.60	16.40	14.80	70.73	14.14	n.s.
T 3	15.66	18.66	17.06	16.86	16.46	84.70	16.94	n.s.
T 4	19.46	15.33	14.46	15.13	15.26	79.64	15.92	n.s.
Total	62.32	67.92	59.32	60.99	57.72	308.27		
promedio	15.58	16.98	14.83	15.24	14.43			

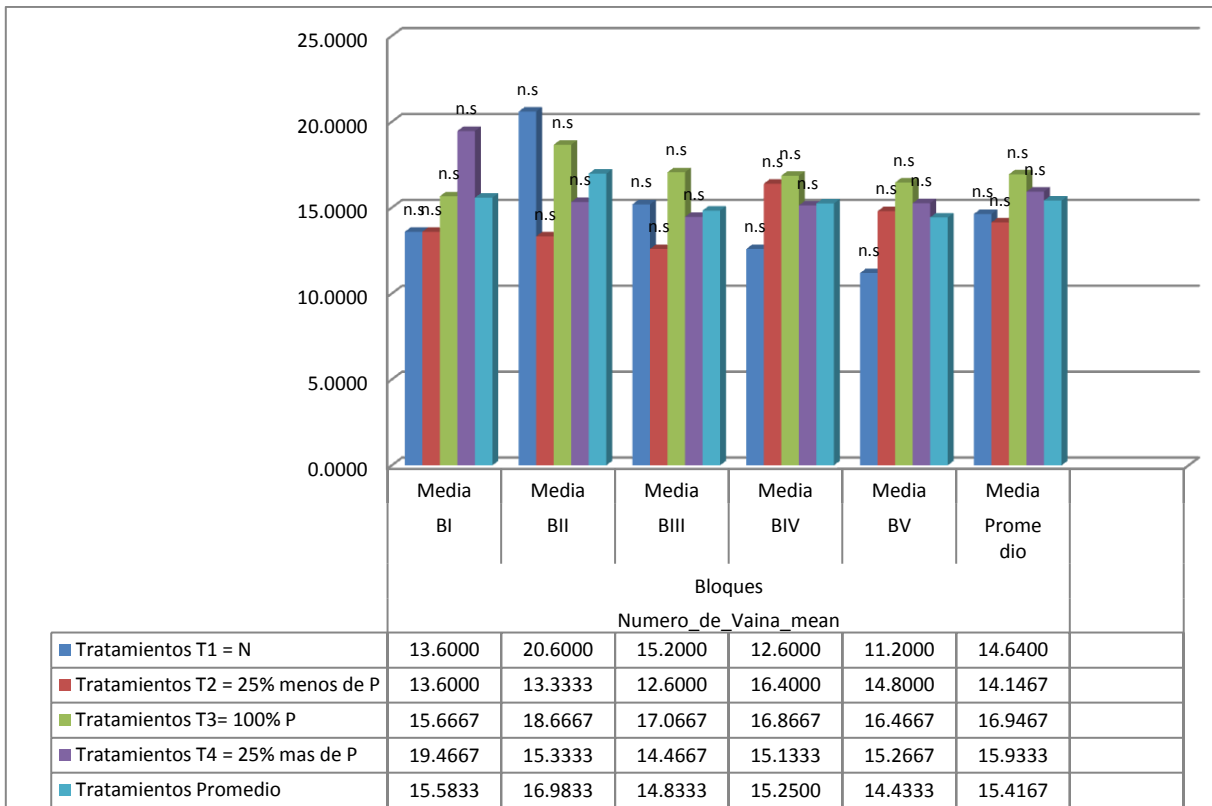


Figura 3. Número de vainas por plantas por cada tratamiento.

De acuerdo a un artículo respaldado por *Cannabis Magazine Edición Digital CNN* En términos generales, puede decirse del fósforo que es un elemento regulador de la vegetación y por tanto, un *factor de calidad*. Favorece precisamente los periodos de vegetación que son críticos para el rendimiento del cultivo: *fecundación*, maduración y movimiento de las reservas. Una *alimentación insuficiente en fósforo* se manifestará en el análisis de la planta por un contenido menor de fósforo en los órganos verdes y en el grano. El fósforo es muy importante para la floración de la planta, lo que no significa que la planta no lo necesite durante el crecimiento, es necesario para la fotosíntesis y proporciona un mecanismo para la transmisión de energía dentro de la planta. El fósforo se asocia al vigor general y a la producción de resina y semillas. La carencia de fósforo causa el retraso de la floración y el desarrollo de cogollos más pequeños y pobres. Las plantas afectadas son más vulnerables a infecciones por hongos y plagas.

4.4 Longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento.

Los datos de esta variable fueron tomados 60 días después de la siembra, arrancando la planta cuidadosamente habiendo regado un día antes y con la ayuda de una cinta métrica se midió desde el cuello de la planta hasta la punta de la raíz principal. El resumen y los resultados estadísticos se presentan en el (Anexo A-4).

El resumen y comportamiento de los datos obtenidos se muestra a continuación en el cuadro 4 y figura 4.

Cuadro 4. Longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento.

Tratamientos	Bloques					Total	Promedio	Prueba estadística
	I	II	III	IV	V			
T1	15.90	16.80	17.90	17.90	16.80	85.30	17.06	C
T 2	18.80	19.20	18.90	21.40	20.80	99.10	19.82	B
T 3	19.00	22.70	20.50	21.20	22.00	105.40	21.08	B
T 4	21.90	22.70	26.60	26.70	25.70	123.60	24.72	A
Total	75.60	81.40	83.90	87.20	85.30	414.0		
Promedio	18.90	20.35	20.97	21.80	21.32			

Análisis de diferencias en los Tratamientos.

El análisis de varianza de longitud de raíz primaria /planta/ tratamiento, demostró diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (cuadro 7), por lo cual, se realizó el análisis correspondiente a los tratamientos según prueba de Duncan (Cuadro A-4). Se observaron diferencias estadísticas significativas, obteniendo el primer lugar en cuanto a longitud de raíz primaria, el tratamiento T4 (24.8cm) fertilizado con 25% más de fósforo de lo requerido por este cultivo. En segundo lugar el T3 (21.08cm) fertilizado al 100% de su requerimiento y el T2 (19.86cm) fertilizado con 25% menos del fósforo requerido por el cultivo. Estos dos tratamientos se comportaron igual estadísticamente. En último lugar está el T1 (17.06cm) fertilizado solo con su requerimiento de nitrógeno y 0% de fósforo. Los resultados se presentan en el cuadro A-7 y figura 4 donde se muestra que el T4 fertilizado con 25% más de fósforo, presentó las raíces más largas; el segundo lugar para T2 y T3 cuyos resultados estadísticos fueron similares entre sí. Y por último el T1, con 0% de fósforo en su manejo agronómico.

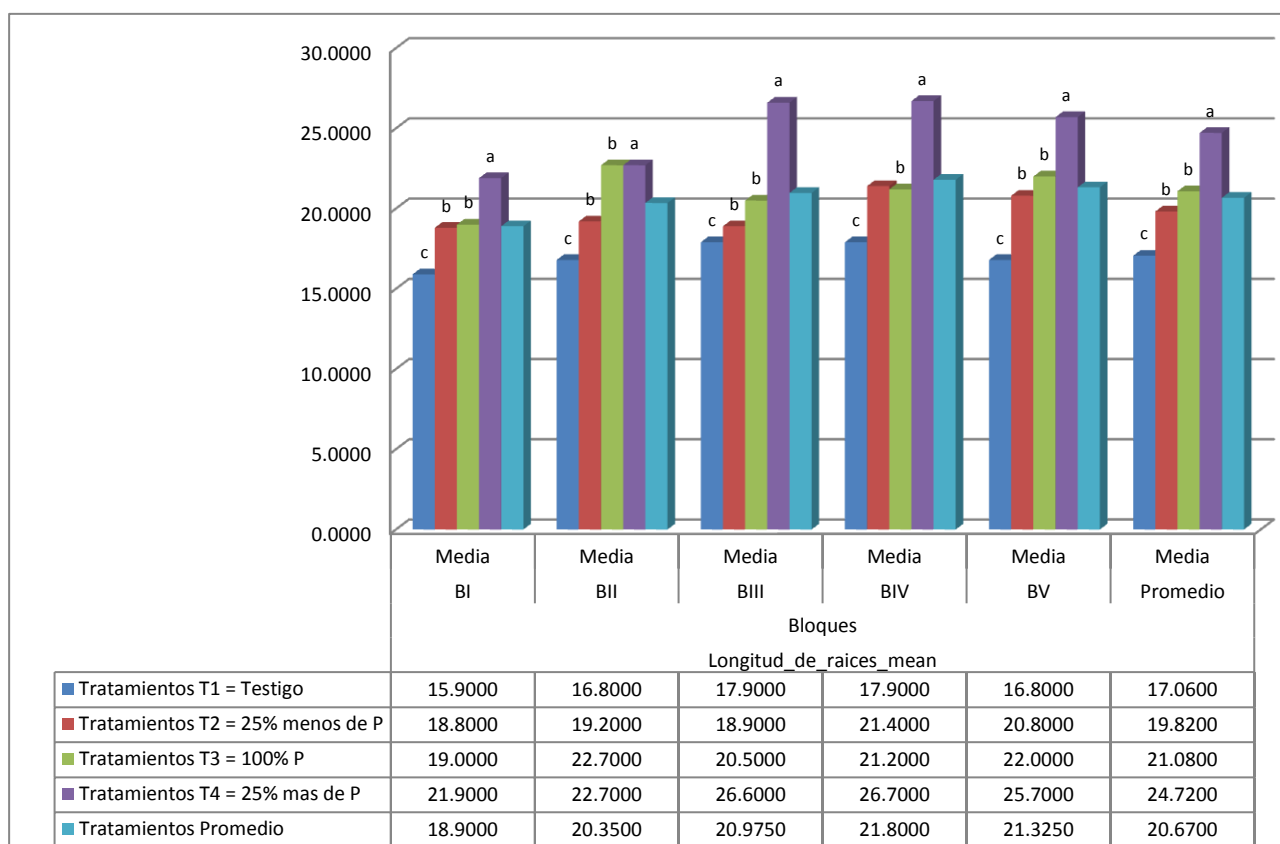


Figura 4. Longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento.

Análisis de diferencias en los Bloques.

Las pruebas de Duncan también reflejaron que en el presente experimento si hubo diferencias estadísticas entre los bloques, siendo los bloques IV (21.80cm), V (21.32cm) y III (20.97cm) superiores y a la vez similares entre sí. En segundo lugar los bloques II (20.35cm) y I (18.90cm) siendo estos dos similares entre sí, pero inferiores a los anteriores. (Anexo A-4)

El fósforo favorece el crecimiento de las raíces, en la etapa inicial de la formación de la planta es en las raíces donde hay mayor actividad metabólica y donde hay mayor paso de minerales del suelo a la planta. Además, aquí ocurre la mayor actividad respiratoria de las plantas vivas en esta etapa. En realidad el crecimiento de las raíces viene de la translocación (descenso) de los carbohidratos fabricados en las hojas. Entonces, la presencia del fósforo disponible en el suelo es vital para la formación de células nuevas (*I*) estos resultados concuerdan con lo que Horst Marschner publicó en su libro *Mineral Nutrition of Higher Plants* publicado en 1995 afirmando que está comprobado por numerosas investigaciones que un buen suministro de fósforo está asociado con el incremento de la tasa de crecimiento de las raíces. Cuando se aplican compuestos fosfatados solubles en banda al suelo, las raíces de las plantas se extienden proliferando su desarrollo en las áreas del suelo tratado. De ahí viene la gran prioridad de considerar los niveles de este elemento en el suelo antes o durante la siembra. En términos prácticos, debido a que el fósforo es un elemento con poco movimiento en el perfil del suelo, se requiere dosificar en una sola aplicación que quede cerca de lo que serán las raíces del cultivo, para que se facilite su aprovechamiento. Además se aconseja aplicar de manera complementaria abonos orgánicos al suelo, dado que los ácidos que estos contienen disuelven los fosfatos insolubles y los hacen de fácil absorción por las raíces de los cultivos como es el caso del frijol, manifiesta *Antonio Fersini* en su libro *Horticultura Practica*, respecto a la función del fósforo en las plantas cultivadas de favorecer el desarrollo del sistema radicular

4.5 Número promedio de raíces secundarias por tratamiento.

Los datos de esta variable fueron tomados 60 días después de la siembra, arrancando la planta cuidadosamente habiendo regado un día antes, se tomó la raíz desde el cuello de la planta y se hizo un recuento manual de la cantidad de raíces secundarias. En el cuadro 5 y figura 5 se muestran los promedios por cada tratamiento.

Cuadro 5. Número promedio de raíces secundarias por tratamiento.

Tratamientos	Bloques					Total	Promedio	Prueba estadística
	I	II	III	IV	V			
T1	5.50	5.90	6.40	6.50	7.00	31.30	6.26	n.s
T2	5.70	7.10	6.40	5.50	6.20	30.90	6.18	n.s
T3	5.66	9.90	7.30	6.20	7.60	36.66	7.33	n.s
T4	7.60	6.00	7.60	9.30	7.50	38.00	7.60	n.s
Total	24.46	28.90	27.70	27.50	28.30	136.86		
Promedio	6.11	7.22	6.92	6.87	7.07			

Luego de realizar el análisis de varianza a los tratamientos de esta variable (Ver cuadro A-5) se determinó que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0.01$). Según la prueba de Duncan, los tratamientos no mostraron diferencias estadísticas entre ellos, lo que indica que la aplicación de fósforo en la fertilización a diferentes niveles, no reflejó importancia significativa, comparado con el tratamiento que no se le aplicó fósforo en su manejo.

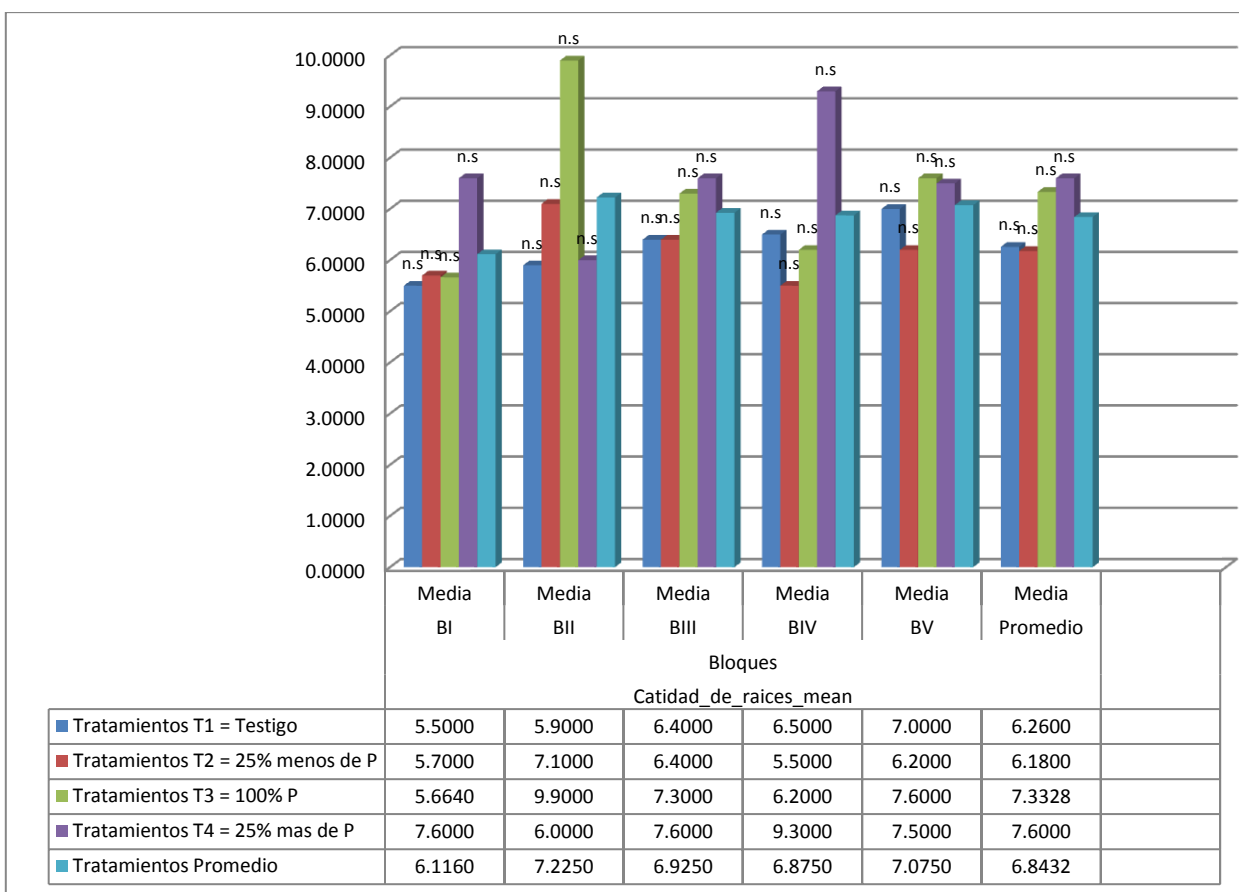


Figura 5. Número promedio de raíces secundarias por tratamiento.

Los resultados de la prueba de Duncan reflejaron que los tratamientos T4=7.60 y T3=7.33 eran superiores en un 95 % pero los tratamientos T1=6.26 y T2=6.18 eran similares entre ellos y con el T3=7.33 pero no con el T4=7.60.

En resumen, el fósforo a pesar de ser un elemento importante para la formación de las raíces, no tiene un papel relevante en la formación de raíces secundarias de la planta de frijol sin importar la dosis que sea aplicada.

4.6 Peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento.

Para llevar a cabo la toma de estos datos se midieron y se contaron las raíces secundarias. Después se procedió rápidamente al pesaje de las muestras, cortándolas previamente y colocándolas en bolsas individuales por parcela y pesándolas en una balanza electrónica, para luego hacer la suma del peso total.

Análisis de diferencias en los Tratamientos.

El análisis de varianza correspondiente al peso húmedo de raíces en gr/plantas/tratamiento (Cuadro A-6) no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos. La prueba de Duncan no reflejó diferencias estadísticas entre los tratamientos; pero si refleja diferencias estadísticas entre los bloques (cuadro A-6) siendo el bloque que presentó mayor peso húmedo de raíz, el bloque I(40.53gr); comparado con los bloques II (38.55gr), bloque III (37.93gr) y bloque IV (35.88gr) que se comportaron similares estadísticamente entre sí. En último lugar quedó el bloque V (31.68gr).

Cuadro 6. Peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento.

Tratamientos	Bloques					Total	Promedio	Prueba estadística
	I	II	III	IV	V			
T1	46.20	35.50	39.10	36.20	31.50	188.50	37.70	n.s.
T 2	39.30	37.00	37.80	30.20	27.20	171.50	34.30	n.s.
T 3	41.40	39.40	34.90	45.80	36.20	197.70	39.54	n.s.
T 4	35.20	42.30	39.90	31.10	31.80	180.30	36.06	n.s.
Total	162.10	154.20	151.70	143.30	126.70	738.00		
promedio	40.53	38.55	37.93	35.83	31.68			

Esto coincide con los bloques que ubicaron a los extremos del terreno donde se montó el experimento y la orientación del riego por gravedad de poniente- oriente y se acumulaba humedad por más tiempo en la zona del bloque I.

Análisis de diferencias en los Bloques.

Las pruebas de Duncan realizadas a lo bloques reflejaron superioridad estadística. En primer lugar, el bloque I (40.52 g); en segundo lugar, los bloques II (38.55 g), III (37.92 g) y IV (35.82 g). Estos bloques presentaron diferencias estadísticas no significativas entre ellos, pero si presentaron diferencias estadísticas significativas con el bloque I. En tercer lugar el bloque V (31.67 g) siendo inferior a todos los demás, reflejando diferencias estadísticas significativas con los bloques III y IV y con diferencias estadísticas altamente significativas con los bloques I y II. (Cuadro A-6).

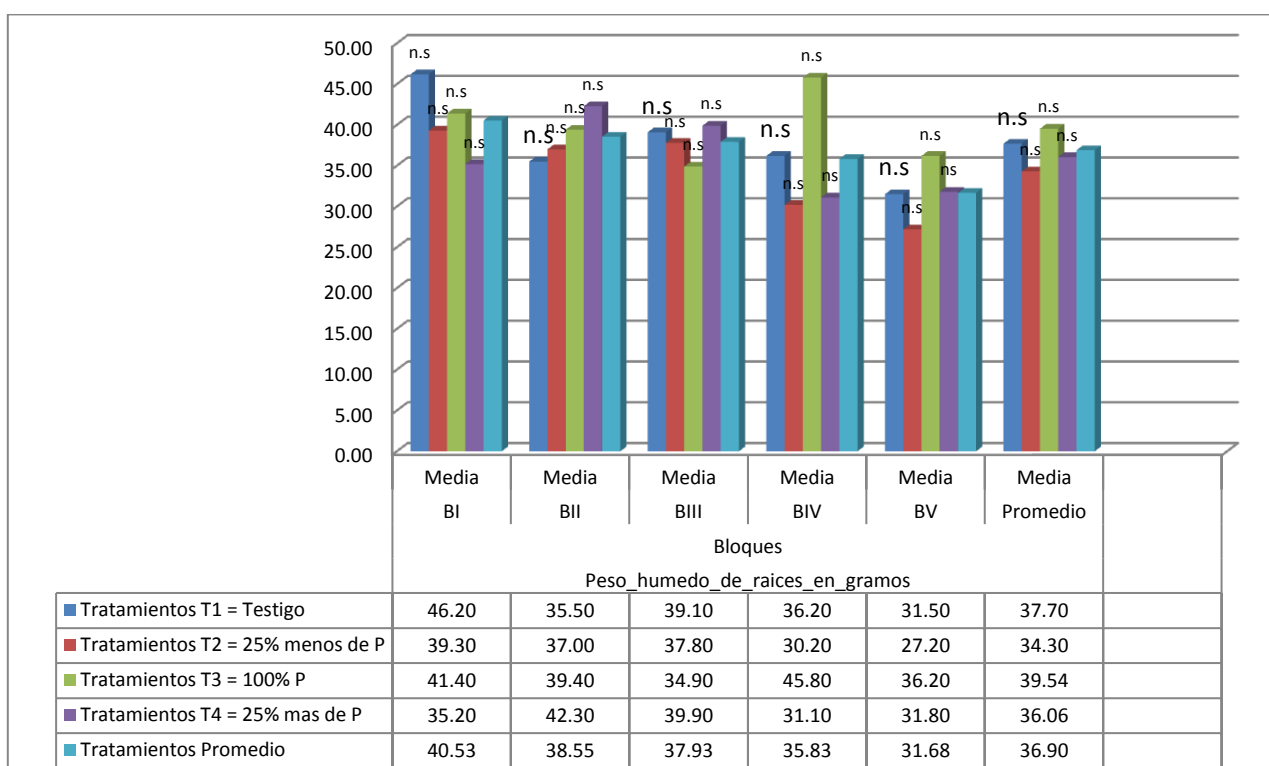


Figura 6. Peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento.

El frijol cultivado en los niveles altos de fósforo muestra consistentemente el crecimiento más alto y más rápido, además sostiene que las plantas que crecen a altas concentraciones de fósforo tienden a tener menos pelos radiculares (5). En resumen, podemos decir que el fósforo afecta el tamaño, formación y funcionamiento de la raíz, pero poco afecta en su peso.

4.7 Análisis económico de tratamiento por hectárea.

Se realizó después la cosecha. Se pesó el grano tomando en cuenta los costos e ingresos y el precio de venta de la libra del frijol cuyo valor era de \$1.00 y proyectando la producción a una hectárea de terreno se obtuvieron las ganancias. Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento donde se fertilizó según los requerimientos del cultivo.

Cuadro 7. Análisis económico de tratamiento por hectárea.

	T1		T2		T3		T4	
	Sin riego	Con riego	Sin riego	Con riego	Sin riego	Con riego	Sin riego	Con riego
Producción qq/ha	13.88	13.88	20.82	20.82	30.64	30.64	23.14	23.14
Ingreso (\$)	\$1,388.44	\$1,388.44	\$2,082.87	\$2,082.87	\$3,064.51	\$3,064.51	\$2,314.26	\$2,314.26
Costo	\$ 896.50	\$1,834.50	\$ 918.00	\$1,856.00	\$ 949.50	\$1,887.50	\$ 989.50	\$1,927.50
Relación Benf/Cost.	\$ 1.55	\$ 0.76	\$ 2.27	\$ 1.12	\$ 3.23	\$ 1.62	\$ 2.34	\$ 1.20
Utilidad o Pérdida	\$ 491.94	\$(446.06)	\$1,164.87	\$ 226.87	\$2,115.01	\$1,177.01	\$1,324.76	\$ 386.76

El cálculo de los costos de producción por cada tratamiento determinó que el tratamiento (T3) dio la mayor utilidad, tal como lo muestra el Cuadro 10, ya que se determinó una producción de 30.64 qq/Ha, obteniendo un ingreso total de \$3,064.51 por su venta. Los costos totales con riego fueron de \$ 1,887.50 y sin riego \$949.50.

La relación beneficio - costo obtenida, sin riego, fue de \$3.23, esta relación se interpreta que por cada dólar invertido se obtuvo de utilidad \$2.23. La producción realizada con riego dio un resultado \$ 1.62, este valor indica que se obtuvo una utilidad de \$ 0.62 por cada dólar invertido.

Para el resto de los tratamientos se obtuvo utilidad, pero en menor proporción; a excepción del (T1) con riego, el cual arrojó pérdidas debido en este tratamiento inicial se incurrieron en mayores costos por el riego.

En base en los resultados obtenidos, el cultivo de frijol generó utilidades más rentables cuando se aplicó fósforo al 100%, que cuando se aplicó 75% y 125%. Esto indica que aplicaciones superiores al 100% o inferiores a estas, no incrementaron la producción de esta variedad de frijol. Se observó además que este cultivo no es rentable bajo condiciones de riego y sin fósforo; pero en condiciones sin riego este tratamiento no genera pérdidas, pero si menores

utilidades, comparadas con los demás tratamientos que reflejaron utilidades, tanto en condiciones de riego como sin riego.

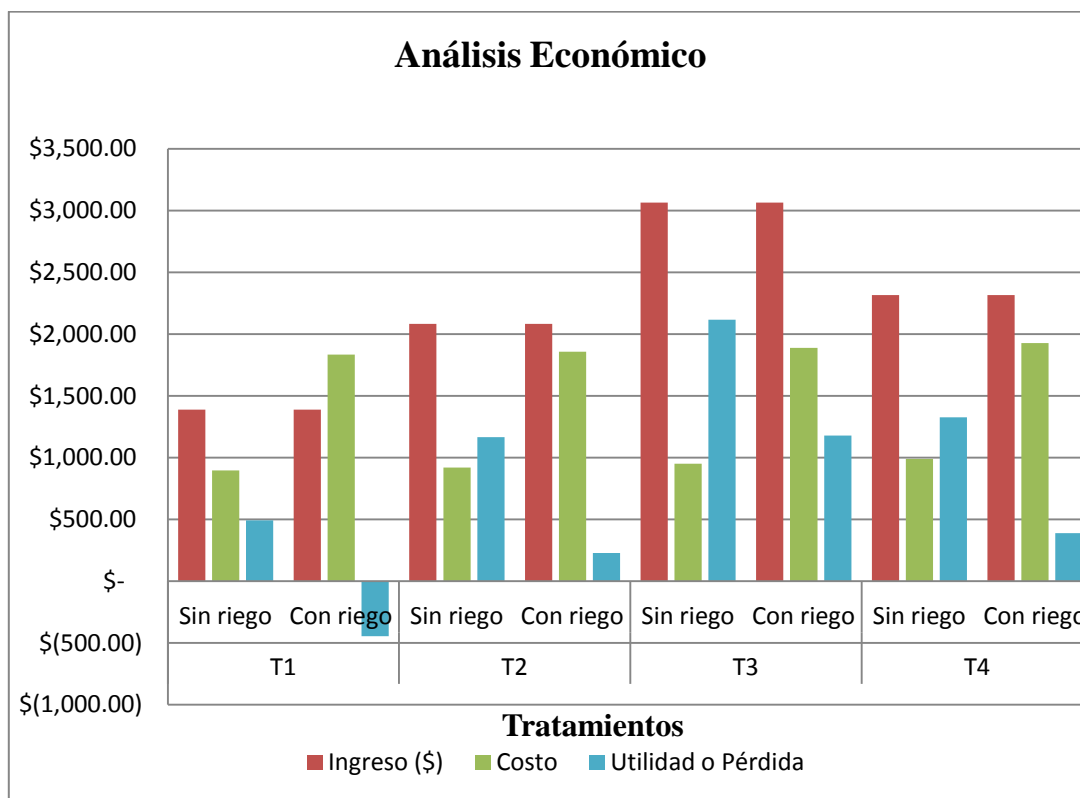


Figura 7. Análisis económico de tratamiento por hectárea

Este grafico muestra la relación entre los ingresos, costos y utilidades o pérdidas obtenidas en cada tratamiento, observándose que el mayor ingreso y utilidad se obtuvo en el tratamiento (T3) sin riego. En relación con los datos obtenidos en esta variable los resultados obtenidos fueron T1=\$ 491.50, T2= \$ 1,165.31, T3= \$ 2,322.31, T4=\$ 1371.60, resultados expresados en dólares que reflejan la ganancia.

Para lograr el uso más económico del fertilizante simplemente hay que escoger: la cantidad optima del fertilizante adecuado y la aplicación de este en el lugar preciso y en el tiempo oportuno (5).

5. CONCLUSIONES

En base al análisis de los resultados obtenidos de la investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- a.** El cultivo de frijol rojo de seda responde positivamente a aplicaciones crecientes de fósforo hasta el 100% de su requerimiento. En cambio, aplicaciones adicionales 125% no reflejan aumento en producción, solo en costos por compra adicional de fertilizante, cabe mencionar también que aplicaciones inferiores 75% limitan al cultivo para alcanzar su máximo rendimiento productivo y que la no aplicación de fósforo reduce significativamente la producción comparado con los tratamientos que se les incorporo fósforo en diferentes niveles.
- b.** En cuanto a la variable número de semillas/vaina/tratamiento y número de vainas/plantas se comprobó que el fósforo en diferentes niveles versus la no aplicación no mostro relevancia estadística entre los tratamientos pero si mejoro la calidad y peso de la semilla, lo que representa un beneficio para la comercialización.
- c.** Para las variables longitud de raíz primaria, cantidad de raíces secundarias y peso húmedo de raíz el fósforo no refleja diferencias entre los tratamientos en esta variedad de frijol pero aplicaciones mayores al 100% provocan mayor crecimiento solamente en la raíz principal.
- d.** Las mayores utilidades en el cultivo de frijol rojo de seda se logran cuando se maneja apropiadamente y no excediendo el 100% de su requerimiento en fósforo esto compensa los costos de producción y genera utilidades a corto plazo.

6. RECOMENDACIONES

Partiendo de los resultados obtenidos en la investigación se recomienda lo siguiente:

- a. Realizar fertilizaciones al cultivo con base en el requerimiento recomendado según el análisis de suelo para hacer un uso racional del fertilizante.
- b. No sobrecargar las dosis de fertilizante recomendadas para esta variedad, ya que el cultivo no utilizara el fertilizante adicional y este se perderá en el suelo ocasionando gastos innecesarios.
- c. Realizar ensayos con esta variedad en condiciones tradicionales de cultivo a diferente altitud de siembra. (sin riego durante la época lluviosa.)
- d. Realizar estudios similares con otras variedades que tienen gran aceptación en el mercado nacional.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1- BEAR, F.E. 1963. *Suelos fertilizantes*. 3a ed. trad. por J. Bozal. Barcelona, Omega, 460p.
- 2- BRAGA, J. M. et al. 1973 *Veinte ensayos de abundacao N-P-K da cultura do fíajao na zona da manta*, Minas Gerais. Revista Ceres 2,p 370-380.
- 3- CENTA. (Centro Nacional de Tecnología Agrícola y Forestal ES) 1992. *Guía Técnica Cultivo de Frijol. Programa de Granos Básicos*. 40p.
- 4- CIAT. 1977 (Centro Internacional de Agricultura Tropical COL) *Sistemas de producción de frijol*. Informe Anual 1975, Centro internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- 5- COOKE, G W. 1974. *Fertilizantes y sus usos*. Trad. A.B. Valdes. Distrito Federal, MEX: Compañía Editorial Continental, 180 p. reimpresión 1974. Traducción de: Fertilizers and profitable farming. p. 173-175.
- 6- CHANG, N. L. 1959 *El riego en el cultivo de menestras en la Costa*. Lima, Ministerio de Agricultura y Pesquería -Misión Agrícola de Carolina del Norte USIID.
- 7- FENALCE. 2001. *Federación nacional de cultivadores de cereales* (en línea). Consultado abril de 2015. Pagina web. http://www.fenalce.org/arch_public/42001.doc
- 8- GARMAN, W. H. 2001. *Manual de fertilizante 17° reimpresión MEX*. Limusa. Pág. 20, 91.
- 9- GUAZELLI, R.J., et al 1973. *Efeitos agronómicos e económicos do calcario, nitrogenio, fosforo, potasio, enxofre e micronutrientes nos rendimentos de sojaféijao e arroz emuberaba*. Minas Gerais; pesquisa agropecuaria Brasileira, Serie Agronomía 8: p 29-37.
- 10- HERRERA, M.A. 1964 *Ensayos de fertilización en frijoles en cinco distintas localidades de los cantones Acosta y Aserrí*. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 84p

- 11- INTA 2010. (Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria ARG) *Guía tecnológica 3, Cultivo del frijol*, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, Managua, Nicaragua ,15p.
- 12- INTA-FAO. 1997. (Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria ARG) (Organización de las naciones Unidas para la Alimentación) *Manejo integrado de la fertilidad de los suelos*. Manual del Extensionista. Managua. Nicaragua.
- 13- MIYASAKA, S. FREIRE, E.S. y MASCARENHAS, H. A. A. 1963 Modo e época de aplicao de nitrógeno na cultura do feijoeiro. *Bragantia* 22 .p 511-519.
- 14- MORALES, J.F y RUGAMA, J.A. 1992. *Determinación de los niveles críticos de fósforo y potasio.*, DGTA- MIDINRA/FAO. Managua.
- 15- PONCE, A. 2003. *Efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio para la producción de semilla de dos variedades de frijol rojo*. INTA, Masatepe.
- 16- PONCE, A. y OSMAN, M. 2004. *Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en frijol rojo para condiciones de trópico seco*. INTA, Masatepe.
- 17- RAMIREZ 1976. *Síntomas de deficiencia de minerales en plantas de frijol y sus relaciones nutritivas específicas*. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 66p.
- 18- RODRIGUEZ, M; ARAYA, R. 1987. *Efecto de dosis crecientes de fosforo sobre el rendimiento de dos cultivares de frijol asociados a café*. Boletín técnico estación experimental Fabio Baudrit 20p.
- 19- ROSAS, J.C. 2003. *Recomendaciones para el manejo Agronómico del cultivo del frijol*. Programa de Investigaciones en frijol, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Imprenta LitoCom, Tegucigalpa, Honduras, 33p.

- 20- ROSAS, J.C. 2003. *El cultivo de frijol común en América Tropical*. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana/Zamorano, Honduras, Agosto 2003.
- 21- VALLE, R. DEL. 1974. *Efecto de siete niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada en el rendimiento de frijol, bajo condiciones de Jalpatagua*. XX Reunión Anual de PCCMCA, San Pedro Sula. Honduras.
- 22- WIKIPEDIA. *Phaseolus vulgaris* (en línea). Consultado Mar 2009. Pagina web.
http://es.wikipedia.org/wiki/Phaseolus_vulgaris;en línea.

ANEXOS

Cuadro A-1. Rendimiento productivo en grano de frijol en Kg/ha en cada tratamiento.

Fuentes de Variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	1479509.988	493169.996	99.752	.000
Bloques	4	44543.939	11135.985	2.252	.124
Error	12	59327.461	4943.955		
Total	19	1583381.387			

Prueba de Duncan

		Tratamientos				Sig.
		T1 = Testigo	T2 = 25% menos de P	T4 = 25% más de P	T3 = 100% P	
N		5	5	5	5	
Subconjunto	a	631.1111				1.000
	b		946.7593			1.000
	c			1051.9444		1.000
	d				1392.9630	1.000

Prueba de Duncan

		Bloques					Sig.
		BIII	BIV	BI	BII	BV	
N		4	4	4	4	4	
Sub conjunto	A	936.3426	973.0324	1015.1620	1030.9028		.103
	B		973.0324	1015.1620	1030.9028	1073.0324	.086

Cuadro A-2. Número de semillas por vaina por tratamiento.

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	1.007	.336	1.664	.227
Bloques	4	2.091	.523	2.591	.090
Error	12	2.421	.202		
Total corregida	19	5.519			

Prueba de Duncan

		Tratamientos				
		T1 = Testigo	T2 = 25% menos de P	T3 = 100% P	T4 = 25% mas de P	Sig.
N		5	5	5	5	
Subconjunto	a	4.213333	4.253333	4.586667	4.746667	.107

Prueba de Duncan

		Bloques					
		BV	BIV	BIII	BII	BI	Sig.
N		4	4	4	4	4	
Subconjunto	a	3.916667	4.333333	4.433333			.147
	b		4.333333	4.433333	4.750000	4.816667	.183

Cuadro A-3. Número de vainas por plantas por tratamiento

Fuentes de Variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	24.120	8.040	1.431	.282
Bloques	4	15.269	3.817	.679	.619
Error	12	67.428	5.619		
Total corregida	19	106.817			

Prueba de Duncan

		Tratamientos				
		T2 = 25% menos de P	T1 = Testigo	T4 = 25% más de P	T3 = 100% P	Sig.
N		5	5	5	5	
Subconjunto	1	14.146667	14.640000	15.933333	16.946667	.108

Prueba de Duncan

		Bloques					
		BV	BIII	BIV	BI	BII	Sig.
N		4	4	4	4	4	
Sub conjunto	1	14.433333	14.833333	15.250000	15.583333	16.983333	.190

Cuadro A-4. Longitud de raíz primaria promedio en centímetros por tratamiento.

Fuentes de Variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	151.626	50.542	35.512	.000
Bloques	4	20.137	5.034	3.537	.040
Error	12	17.079	1.423		
Total	19	188.842			

Prueba de Duncan

		Tratamientos				
		T1 = Testigo	T2 = 25% menos de P	T3 = 100% P	T4 = 25% más de P	Sig.
N		5	5	5	5	
Sub conjunto	1	17.060000				1.000
	2		19.820000	21.080000		.121
	3				24.720000	1.000

Prueba de Duncan

		Bloques					
		BI	BII	BIII	BV	BIV	Sig.
N		4	4	4	4	4	
Sub conjunto	1	18.900000	20.350000				.111
	2		20.350000	20.975000	21.325000	21.800000	.137

Cuadro A-5. Número promedio de raíces secundarias por tratamiento

Fuentes de Variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	7.962	2.654	1.970	.172
Bloques	4	2.944	.736	.546	.705
Error	12	16.167	1.347		
Total	19	27.073			

Prueba de Duncan

		Tratamientos				
		T2 = 25% menos de P	T1 = Testigo	T3 = 100% P	T4 = 25% más de P	Sig.
N		5	5	5	5	
Sub conjunto	1	6.180000	6.260000	7.332800	7.600000	.098

Prueba de Duncan

		Bloques					
		BI	BIV	BIII	BV	BII	Sig.
N		4	4	4	4	4	
Sub conjunto	1	6.116000	6.875000	6.925000	7.075000	7.225000	.240

Cuadro A-6. Peso húmedo promedio de raíz en gramos por tratamiento

Fuentes de Variación	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	75.376	25.125	1.355	.303
Bloques	4	181.480	45.370	2.446	.103
Error	12	222.544	18.545		
Total	19	479.400			

Prueba de Duncan

		Tratamientos				Sig.
		T2 = 25% menos de P	T4 = 25% más de P	T1 = Testigo	T3 = 100% P	
N		5	5	5	5	
Sub conjunto	1	34.3000	36.0600	37.7000	39.5400	.099

Prueba de Duncan

		Bloques					Sig.
		BV	BIV	BIII	BII	BI	
N		4	4	4	4	4	
Subconjunto	1	31.6750	35.8250	37.9250	38.5500		.058
	2		35.8250	37.9250	38.5500	40.5250	.178

Cuadro A-7. Análisis económico de tratamiento por hectárea

	T1		T2		T3		T4	
	Sin riego	Con riego	Sin riego	Con riego	Sin riego	Con riego	Sin riego	Con riego
Producción qq/ha	13.88	13.88	20.82	20.82	30.64	30.64	23.14	23.14
Ingreso (\$)	\$1,388.44	\$1,388.44	\$2,082.87	\$2,082.87	\$3,064.51	\$3,064.51	\$2,314.26	\$2,314.26
Costo	\$ 896.50	\$1,834.50	\$ 918.00	\$1,856.00	\$ 949.50	\$1,887.50	\$ 989.50	\$1,927.50
Relación Benf/Cost.	\$ 1.55	\$ 0.76	\$ 2.27	\$ 1.12	\$ 3.23	\$ 1.62	\$ 2.34	\$ 1.20
Utilidad o Pérdida	\$ 491.94	\$(446.06)	\$1,164.87	\$ 226.87	\$2,115.01	\$1,177.01	\$1,324.76	\$ 386.76

Cuadro A-8.1. Análisis económico tratamiento testigo (T1)

CONCEPTO:	Cantidad	Trabajadores	En Área de Investigación	Para 1 Mz de terreno	para 1 mz de terreno	Para 1 Ha de terreno	1Ha de terreno
PREPARACION DE TERRENO:							
Paso de rastra.	1	-----	\$25.00		\$30.00	-----	\$35.00
Limpieza de terreno.	1 día	2	\$12.00	14	\$84.00	20 Hombres	\$120.00
Construcción de canales.	1 día	3	\$18.00	8	\$48.00	12 Hombres	\$72.00
SIEMBRA:							
Siembra y fertilización.	1 día	3	\$18.00	13	\$78.00	18 Hombres	\$108.00
Aporco.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	9 Hombres	\$54.00
Aplicación Plaguicida y fungicida.	5 aplic.	1	\$6.00	2	\$60.00	2 Hombres	\$60.00
2° Fertilización y Limpieza.	1	1	\$6.00	5	\$30.00	6 Hombres	\$36.00
COSECHA:							
Arranque.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	8 Hombres	\$48.00
Aporreo y limpieza de grano.	1 día	1	\$6.00	4	\$24.00	5 Hombres	\$30.00
INSUMOS:							
GAUCHO	1 sobre	-----	\$16.50	-----	\$16.50	-----	\$16.50
Fungicida INFINITO	1 ½ Litro	-----	\$22.00	-----	\$42.00	-----	\$42.00
TAMARON	1 ½ Litro	-----	\$6.50	-----	\$33.00	-----	\$33.00
Fertilizante Sulfato de Amonio	4 lbs. \$0.25c/u	-----	\$0.75	6.3qq	\$157.5	9qq. \$19.0c/u	\$171.00
SEMILLA	3 lbs.	-----	\$4.00	35Lbs.	\$35.00	50lbs.	\$71.00
		TOTAL	\$151.75		\$710.00		\$896.5
COSECHA:							
			1.5 lbs.		97.5qq		13.88qq
Venta: \$1.00 la Libra/\$100.00qq					\$971.00		\$1,388
Ganancia.					\$260.00		\$491.5

Cuadro A-8.2 Análisis económico tratamiento (T2)

CONCEPTO:	Cantidad	Trabajadores	En Área de Investigación	Para 1 Mz de terreno	para 1 mz de terreno	Para 1 Ha de terreno	1Ha de terreno
PREPARACION DE TERRENO:							
Paso de rastra.	1	-----	\$25.00		\$30.00	-----	\$35.00
Limpieza de terreno.	1 día	2	\$12.00	14	\$84.00	20 Hombres	\$120.00
Construcción de canales.	1 día	3	\$18.00	8	\$48.00	12 Hombres	\$72.00
SIEMBRA:							
Siembra y fertilización.	1 día	3	\$18.00	13	\$78.00	18 Hombres	\$108.00
Aporco.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	9 Hombres	\$54.00
Aplicación Plaguicida y fungicida.	5 aplic.	1	\$6.00	2	\$60.00	2 Hombres	\$60.00
2° Fertilización y Limpieza.	1	1	\$6.00	5	\$30.00	6 Hombres	\$36.00
COSECHA:							
Arranque.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	8 Hombres	\$48.00
Aporreo y limpieza de grano.	1 día	1	\$6.00	4	\$24.00	5 Hombres	\$30.00
INSUMOS:							
GAUCHO	1 sobre	-----	\$16.50	-----	\$16.50	-----	\$16.50
Fungicida INFINITO	½ Litro	-----	\$22.00	-----	\$42.00	-----	\$42.00
TAMARON	½ Litro	-----	\$6.50	-----	\$33.00	-----	\$33.00
SEMILLA	3 lbs.	-----	\$3.00	35 lbs	\$35.00	50lbs.	\$50.00
Fertilizante Sulfato de Amonio	4 lb. \$0.25c/u	-----	\$1.00	4.55qq.	\$113.75	6.5qq. \$19.0c/u	\$123.50
Fertilizante Formula 18-46-0	1.5 lbs. \$0.50 c/u		\$0.75	2.45qq	\$122.50	3.5qq \$40.00 c/u	\$140.00
		TOTAL	\$152.75		\$788.75		\$918.00
COSECHA:							
			2.25 lbs.		14.58qq		20.83qq
Venta: \$1.00 la Libra/\$100.00qq					\$1,458		\$2,083.31
Ganancia.					\$669.25		\$1,165.31

Cuadro A-8.3 Análisis económico tratamiento (T3)

CONCEPTO:	Cantidad	Trabajadores	En Área de Investigación	Para 1 Mz de terreno	para 1 mz de terreno	Para 1 Ha de terreno	1Ha de terreno
PREPARACION DE TERRENO:							
Paso de rastra.	1	-----	\$25.00		\$30.00	-----	\$35.00
Limpieza de terreno.	1 día	2	\$12.00	14	\$84.00	20 Hombres	\$120.00
Construcción de canales.	1 día	3	\$18.00	8	\$48.00	12 Hombres	\$72.00
SIEMBRA:							
Siembra y fertilización.	1 día	3	\$18.00	13	\$78.00	18 Hombres	\$108.00
Aporco.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	9 Hombres	\$54.00
Aplicación Plaguicida y fungicida.	5 aplic.	1	\$6.00	2	\$60.00	2 Hombres	\$60.00
2° Fertilización y Limpieza.	1	1	\$6.00	5	\$30.00	6 Hombres	\$36.00
COSECHA:							
Arranque.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	8 Hombres	\$48.00
Aporreo y limpieza de grano.	1 día	1	\$6.00	4	\$24.00	5 Hombres	\$30.00
INSUMOS:							
GAUCHO	1 sobre	-----	\$16.50	-----	\$16.50	-----	\$16.50
Fungicida INFINITO	½ Litro	-----	\$22.00	-----	\$42.00	-----	\$42.00
TAMARON	½ Litro	-----	\$6.50	-----	\$33.00	-----	\$33.00
SEMILLA	3 lbs.	-----	\$3.00	35 lbs.	\$35.00	50lbs.	\$50.00
Fertilizante Sulfato de Amonio	3 lb. \$0.25c/u	-----	\$0.75	3.5qq.	\$66.50	5qq. \$19.0c/u	\$95.00
Fertilizante Formula 18-46-0	2.00 lbs. \$0.50 c/u		\$1.00	3.5qq	\$140.00	5qq \$40.00 c/u	\$200.00
		TOTAL	\$152.75		\$729.10		\$949.5
COSECHA:							
Venta: \$1.00 la Libra/\$100.00qq			3.5lb.		22.68qq		32.40qq
			\$3.50		\$2,268.00		\$3,240.31
Ganancia.					\$1,538.9		\$2,322.31

Cuadro A-8.4. Análisis económico tratamiento (T4)

CONCEPTO:	Cantidad	Trabajadores	En Área de Investigación	Para 1 Mz de terreno	para 1 mz de terreno	Para 1 Ha de terreno	1Ha de terreno
PREPARACION DE TERRENO:							
Paso de rastra.	1	-----	\$25.00		\$30.00	-----	\$35.00
Limpieza de terreno.	1 día	2	\$12.00	14	\$84.00	20 Hombres	\$120.00
Construcción de canales.	1 día	3	\$18.00	8	\$48.00	12 Hombres	\$72.00
SIEMBRA:							
Siembra y fertilización.	1 día	3	\$18.00	13	\$78.00	18 Hombres	\$108.00
Aporco.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	9 Hombres	\$54.00
Aplicación Plaguicida y fungicida.	5 aplic.	1	\$6.00	2	\$60.00	2 Hombres	\$60.00
2° Fertilización y Limpieza.	1	1	\$6.00	5	\$30.00	6 Hombres	\$36.00
COSECHA:							
Arranque.	1 día	1	\$6.00	6	\$36.00	8 Hombres	\$48.00
Aporreo y limpieza de grano.	1 día	1	\$6.00	4	\$24.00	5 Hombres	\$30.00
INSUMOS:							
GAUCHO	1 sobre	-----	\$16.50	-----	\$16.50	-----	\$16.50
Fungicida INFINITO	½ Litro	-----	\$22.00	-----	\$42.00	-----	\$42.00
TAMARON	½ Litro	-----	\$6.50	-----	\$33.00	-----	\$33.00
SEMILLA	3 lbs.	-----	\$3.00	35 lbs.	\$35.00	50lbs.	\$50.00
Fertilizante Sulfato de Amonio	2 lb. \$0.25c/u	-----	\$0.50	3.5qq.	\$66.50	5qq. \$19.0c/u	\$95.00
Fertilizante Formula 18-46-0	2.25 lbs. \$0.50 c/u		\$1.25	4.2qq	\$168.00	6qq \$40.00 c/u	\$240.00
		TOTAL	\$152.75		\$757.10		\$989.5
COSECHA:							
			2.50 lbs.		16.20qq		23.61qq
Venta: \$1.00 la Libra/\$100.00qq					\$1,620.00		\$2,361.10
Ganancia.					\$862.9		\$1,371.6

Cuadro A-9 Producción e ingresos por manzana y hectárea

TRATAMIENTO	PRECIO LIBRA en dólares	PRODUCCION Lb/ mz	INGRESOS/MZ en dólares	PRODUCCION Lb/ha	INGRESO/HA en dólares
T1	0.80	972.22	777.77	1,388.88	1,111.10
	1.00	972.22	972.22	1,388.88	1,388.88
	1.25	972.22	1,458.33	1,388.88	1,736.10
	1.50	972.22	1,215.27	1,388.88	2,83.32
T2	0.80	1,458.33	1,166.66	2,083.31	1,666.64
	1.00	1,458.33	1,458.33	2,083.31	2,083.31
	1.25	1,458.33	1,822.91	2,083.31	2,604.13
	1.50	1,458.33	2,187.49	2,083.31	3,124.96
T3	0.80	2,258.51	1,814.82	3,240.73	2,592.58
	1.00	2,258.51	2,268.51	3,240.73	3,240.73
	1.25	2,258.51	2,835.63	3,240.73	4,050.91
	1.50	2,258.51	3,402.76	3,240.73	4,861.09
T4	0.80	1,652.77	1,322.77	2,361.10	1,888.88
	1.00	1,652.77	1,652.77	2,361.10	2,361.10
	1.25	1,652.77	2,65.96	2,361.10	2,951.37
	1.50	1,652.77	2,479.15	2,361.10	3,541.65

Cuadro A-10 Rendimiento productivo del cultivo de frijol en grano.

TRATAMIENTO	PRODUCCION EN LB/MZ	PRODUCCION QQ/MZ	PRODUCCION EN KG/HA	PRODUCCION EN QQ/HA
T1	972.22	9.72	631.31	13.88
T2	1,458.33	15.58	946.96	20.83
T3	2,268.51	22.68	1,473.06	32.40
T4	1,652.77	16.52	1,073.23	23.61

Anexo A-11 Análisis de Suelo



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA

LABORATORIO DE SUELOS
E-mail centa_labsuelos@yahoo.com
Tel. 23020200 Extensión.248

Ministerio de Agricultura
y Ganadería



San Andrés, 18 de enero 2011

CARTA No.1

NOMBRE DEL AGRICULTOR: CARLOS MURILLO

CANTON: EL JUTE

DEPARTAMENTO: SAN MIGUEL

SOLICITANTE: ING. NELSON PORTILLO

AGENCIA DE EXTENSION CENTA-SAN MIGUEL

No. Laboratorio	Muestra No.1
Identificación de la muestra	1
Profundidad muestra	30 cms.
Utilizara Riego Si o No	Si
Área representada por la muestra (mz)	0.25
Cultivo que desea fertilizar	Frijol
Mes en que sembrara	Febrero
Topografía del terreno	plano

RESULTADO DEL ANÁLISIS

Textura	FRANCO
pH en agua 1:2.5	7.6 Medianamente alcalino
Fósforo (ppm)	2 Muy Bajo
Potasio (ppm)	214 Muy Alto

NOMBRE DEL AGRICULTOR: Carlos Murillo
CANTON: El Jute
DEPTO: San Miguel
CARTA DE RECOMENDACIÓN # 1

CULTIVO: FRIJOL

1°. Fertilización a la siembra:
340 lb/mz de fórmula 18-46-0

2°. Fertilización 25 días después de la siembra:
150 lb/mz de urea

Ing. Quirino Argueta Portillo
Técnico en Fertilidad de Suelos

