UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMÍA

# Evaluación de ocho niveles de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris L*.) en la aldea Javillal, municipio Quezaltepeque, departamento Chiquimula, Guatemala, 2013

MARVIN RAMÍREZ LÓPEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, ABRIL DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
AGRONOMIA

# Evaluación de ocho niveles de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol (*Phaseolus vulgaris L*.) en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, departamento Chiquimula, Guatemala, 2013

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

MARVIN RAMÍREZ LÓPEZ

Al conferírsele el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, ABRIL DE 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**
**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE**
**AGRONOMÍA**

**RECTOR**
**LIC. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS**

## CONSEJO DIRECTIVO

| | |
|---|---|
| Presidente: | M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera |
| Representante de Profesores: | M.Sc. Edgar Arnoldo Casasola Chinchilla |
| Representante de Profesores: | Ph.D. Felipe Nery Agustín Hernández |
| Representante de Graduados: | Lic. Zoot. Alberto Genesio Orellana Roldán |
| Representante de Estudiantes: | Br. Heidy Jeanneth Martínez Cuestas |
| Representante de Estudiantes: | Br. Otoniel Sagastume Escobar |
| Secretaria: | Licda. Marjorie Azucena González Cardona |

## AUTORIDADES ACADÉMICAS

| | |
|---|---|
| Coordinador Académico: | Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón |
| Coordinador de Carrera: | M.Sc. José Leónidas Ortega Alvarado |

## ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

MSc. Hugo Ronaldo Villafuerte Villeda
MSc. José Leonidas Ortega Alvarado
MSc. Mario Roberto Díaz Moscoso

## TERNA EVALUADORA

MSc. José Leónidas Ortega Alvarado
MSc. Godofredo Ayala Ruiz
MSc. Fredy Samuel Coronado López

Chiquimula, mayo 2014

Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Ciudad Chiquimula

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Trabajo de Graduación titulado: **"Evaluación de ocho niveles de macronutrientes N-P-K, en materiales de frijol *(Phaseolus vulgaris L.)* en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula, Guatemala, 2013.",** como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente:

"ID Y EDINSEÑAD A TODOS"

_____
Marvin Ramírez López

REF-PTG- JAUD-04-2014
Chiquimula, mayo de 2014

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

Respetable Licenciado Galdámez:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación -PTG-, para asesorar al estudiante, Marvin Ramírez López, en el trabajo de investigación denominado **"EVALUACIÓN DE OCHO NIVELES DE MACRONUTRIENTES N-P-K EN TRES MATERIALES DE FRIJOL *Phaseolus vulgaris L.*, EN LA ALDEA JAVILLAL, MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, GUATEMALA 2013",** tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción, en el Grado Académico de Licenciado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte
Asesor Principal

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CHIQUIMULA
AGRONOMIA

cc. Archivo

CUNORI
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

*D-TG-A-037/2014*

**EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE:** Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **MARVIN RAMÍREZ LÓPEZ** titulado **"EVALUACIÓN DE OCHO NIVELES DE MACRONUTRIENTES N-P-K, EN TRES MATERIALES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN LA ALDEA JAVILLAL, MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, DEPARTAMENTO CHIQUIMULA, GUATEMALA 2013"**, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniero Agrónomo. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **Ingeniero Agrónomo.**

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a veintiuno de mayo de dos mil catorce

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Oriente
Chiquimula
Dirección

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
**DIRECTOR**
**CUNORI - USAC**

c.c. Archivo
NWGC/ars

## ACTO QUE DEDICO

**DIOS:** por ser quien medio la vida, sabiduría entendimiento y paciencia para llegar culminar esta etapa de mis estudios.

**MIS PADRES:** Hilario y Virginia, por su apoyo moral, brindándome sabios consejos para seguir adelante.

**MI ESPOSA:** por todo su amor, paciencia y comprensión en todo momento, estando con migo en las buenas y en las malas.

**MIS HIJO:** Marvin y Melanie, por ser la inspiración de mi vida, para continuar en la lucha para alcanzar el objetivo.

**MIS SOBRINOS:** Merlín, María, Estuardo, Carlos, para que esto les sirva de ejemplo para trazarse metas que nada es imposible de alcanzar**.**

**MIS HERMANOS:** por su apoyo moral durante, el transcurso de la carrera.

**MIS SUEGROS:** por su apoyo moral, y económico cuando lo necesite**.**

# AGRADECIMIENTOS

**A.**

**DIOS:** Por ser el que me acompaña en todos los pasos de mi vida**.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA (USAC)** Por ser la alma mater de la educación superior en Guatemala.

**INTITUTO DE CIENCIA TECNOLOGÍA AGRICOLA (ICTA)** Por su contribución, dedicación en resolver los problemas del agro guatemalteco.

**CARRERA DE AGRONOMIA:** Por ser la que me abrió las puertas para iniciar este proceso de formación profesional.

**MIS ASESORES:** Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte, e Ing. Agr. José Luis Saguil Barrera por la asesoría profesional y el apoyo brindado para la realización de la investigación

# ÍNDICE GENERAL


| Contenido | Página. |
|---|---|
| Índice general | i |
| Índice de figuras | ii |
| Índice de cuadros | ii |
| Resume | vii |
| 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 MARCO CONCEPTUAL | 3 |
| 2.1 ANTECEDENTES | 3 |
| 2.2 JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 5 |
| 3 MARCO TEÓRICO | 6 |
| 3.1 EI CULTIVO DE FRIJOL | 6 |
| 3.2 IMPORTANCIA DEL FRIJOL | 6 |
| 3.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE FRIJOL | 6 |
| 3.4 DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRIJOL | 7 |
| 3.4.1 Fase reproductiva | 8 |
| 3.5 ASPECTOS NUTRICIONALES | 9 |
| 3.5.1 Nitrógeno (N) | 10 |
| 3.5.2 Fósforo (P) | 12 |
| 3.5.3 Potasio (K) | 12 |
| 3.6 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN | 13 |
| 3.7 ASPECTOS ECONÓMICOS SOBRE LA FERTILIZACIÓN | 15 |
| 3.8 PRESUPUESTO PARCIAL | 15 |
| 3.8.1 Análisis de dominancia | 15 |
| 3.8.2 Tasa de retorno marginal | 16 |
| 4 MARCO REFERENCIAL. | 17 |
| 4.1 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO | 17 |
| 4.2 CARACTERISTICAS DEL AREA | 17 |
| 4.2.1 Clima y zona de vida | 17 |
| 4.2.2 Recursos naturales | 17 |

4.3 CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES UTILIZADAS 18
4.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS FÓRMULAS DE FERTILIZANTES 19
4.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TIPO SUELO UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO 20
5 MARCO METODOLÓGICO 22
5.1 OBJETIVOS 22
5.1.1 Objetivo general 22
5.1.2 Objetivos específicos 22
5.2 HIPÓTESIS 23
5.3 MÉTODOS DE TRABAJO 24
5.3.1 Área experimental 24
5.3.2 Diseño experimental 24
5.3.3 Modelo estadístico 24
5.3.4 Descripción de los tratamientos 25
5.4 MANEJO AGRONÓMICO 25
5.4.1 Preparación del terreno 25
5.4.2 Fertilización 25
5.4.3 Control de malezas 26
5.4.4 Control de plagas 26
5.4.5 Control de enfermedades 27
5.5 VARIABLES DE RESPUESTA 27
5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 28
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29
6.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA VARIEDAD ICTA LIGERO 29
6.1.1 Altura de la planta 29
6.1.2 Número de vainas por planta. 31
6.1.3 Granos por vaina 32
6.1.4 Peso de 100 granos 32
6.1.5 Rendimiento de grano 33
6.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MATERIAL JU-2005-1004-2 34
6.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MATERIAL JU-2006-1052-9 36

7 ANÁLISIS ECONÓMICO 37
7.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS VARIABLES 37
7.2 OBTENCIÓN DE LOS BENEFICIOS BRUTOS Y NETOS 38
7.3 ANÁLISIS DE DOMINANCIA 40
7.4 TASA RETORNO MARGINAL (TRM) 41
8 CONCLUSIONES 43
9 RECOMENDACIONES 44
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 45
11 ANEXOS 48

## INDICE DE FIGURAS


| Figura | Contenido | Página. |
|---|---|---|
| 1 | Mapa de ubicación del área experimental aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. | 18 |


## INDICE DE CUADROS


| Cuadro | Contenido | Página. |
|---|---|---|
| 1 | Tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en tres variedades de frijol arbustivo en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. | 25 |
| 2 | Cantidades y fuentes de nutrientes aplicadas por 6 metros lineales en gramos por tratamiento. | 26 |
| 3 | Resultados obtenidos en las variables estudiadas sobre los diferentes tratamientos evaluados de N-P-K, variedad ICTA Ligero, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. | 29 |
| 4 | Análisis de varianza para la variable altura en centímetros, variedad ICTA Ligero, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. | 29 |

5 Prueba de comparación de medias para la variable altura en centímetros sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 30

6 Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 31

7 Prueba de comparación de medias, para la variable número de vainas por planta sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 32

8 Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, sobre los diferentes tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero aldea Javillal del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. 2013. 33

9 Prueba de comparación de medias, para la variable rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013. 34

10 Resultados obtenidos en las variables estudiadas sobre los diferentes tratamientos evaluados de N-P-K, material JU-2005-1004-2, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 34

11 Resultados obtenidos en las variables estudiadas sobre los diferentes tratamientos evaluados de N-P-K, material JU-2006-1052-9, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 36

12 Estimación de los costos variables por hectárea, sobre los tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 37

13 Beneficios brutos y netos en la producción de frijol, variedad ICTA Ligero sobre distintos tratamientos evaluados en macronutrientes, N-P-K en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 38

14 Beneficios brutos y netos en la producción de frijol, material JU-2005-1004-2, sobre distintos tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. 39

| | | |
|---|---|---|
| 15 | Beneficios brutos y netos en la producción de frijol, materiales JU-2006-1052-9, sobre distintos tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. | 39 |
| 16 | Análisis de dominancia sobre los diferentes tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, en la producción de frijol en la variedad ICTA Ligero, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. | 40 |
| 17 | Análisis de dominancia sobre los diferentes tratamientos, evaluados de macronutrientes N-P-K, en la producción de frijol, material JU-2005-1004-2, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. | 40 |
| 18 | Análisis de dominancia sobre los diferentes tratamientos evaluados, de macronutrientes N-P-K, en la producción de frijol material, JU-2006-1052-9, en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013. | 41 |
| 19 | Cálculo de la tasa de retorno marginal, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013. | 41 |

20 Cálculo de la tasa de retorno marginal, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-2005-1004-2 en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013. 42

21 Cálculo de la tasa de retorno marginal, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-2006-1052-9 en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013. 42

EVALUACIÓN DE OCHO NIVELES DE MACRONUTRIENTES, N-P-K EN TRES MATERIALES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA ALDEA JAVILLAL, MUNICIPIO DE QUEZALTEPEQUE, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA GUATEMALA 2013.

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula, como objetivo se planteó determinar el efecto de distintos niveles de macronutrientes (N-P-K), que diera como resultado un mayor rendimiento de grano, en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L*.), en materiales ICTA Ligero, JU-2005-1004-2, JU-2006-1052-9.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, se estableció un diseño para cada uno de los materiales, como variables de respuesta se evaluaron: rendimiento de grano, peso de 100 granos, número de vainas por planta, número de granos por vaina, altura de la planta.

Los resultados obtenidos fueron sometidos análisis de varianza en aquellos caso donde se encontraron diferencias significativas se procedió a realizar prueba de comparación de medias Tukey 5%, determinándose que el mayor rendimiento se obtuvo con las combinaciones de macronutrientes N-P-K, 100-60-100 Kg/ha (tratamiento 8) en los tres materiales evaluados en el experimento; para el caso del material JU-2005-1004-2, se alcanzó un rendimiento promedio de 2,700.34 Kg/ha, seguido del material JU-2006-1052-9, alcanzando un valor promedio de 2, 652.25 kg/ha, en cuanto a la variedad ICTA Ligero, se alcanzó un valor promedio de 2,422.88 Kg/ha.

el mayor beneficio neto se obtuvo cuando se utilizó las combinaciones de macronutrientes N-P-K, 50-60-50 Kg/ha, tratamiento 3, obteniéndose un beneficio neto de Q9, 367 con una tasa de retorno marginal de Q4.10 para el material JU-2006-1052-9, en cuanto a el material JU-2005-1004-2, presentando un beneficio neto de Q8, 810

con una tasa de retorno marginal de Q0,10, en lo que respecta a la variedad ICTA ligero, el mayor beneficio neto se obtuvo cuando se utilizó las cantidades de macronutrientes, 100-50-100 Kg/ha, que corresponden al tratamiento 7, con un beneficio neto de Q7,874 y una tasa de retorno marginal de Q1.96.

# 1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el frijol es considerado uno de los granos básicos de mayor importancia como alimento cotidiano por su contenido de proteína, actualmente ocupando el segundo lugar después del maíz. El cultivo de frijol constituye una de las alternativas para la sobrevivencia y generación de ingresos en el área rural. Aún, mediante procesos no competitivos de producción, el cultivo de frijol se perfila como un producto que se mantendrá como una de las actividades económicas de sustento y amortiguamiento en el agro nacional.

Durante los últimos años la producción de frijol, ha sido afectada por una serie de problemas ocasionados por el deterioro de los suelos, sequías, exceso de humedad, altas o bajas temperaturas; utilización de variedades locales precoces de bajo potencial de rendimiento, plagas, enfermedades y aplicaciones inadecuadas de macronutrientes, reduciendo considerablemente los rendimientos, limitando su cultivo.

Con el objetivo de buscar alternativas de producción, por medio de la validación de tecnologías, de materiales genéticos rendidores y dosis de macronutrientes, que minimicen el problema en la reducción en los rendimientos, se evaluaron tres materiales genéticos y ocho niveles de macronutrientes (N-P-K). La investigación se llevó a cabo en la aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, del departamento de Chiquimula, localizada en una de las zonas productoras con antecedentes en la reducción en los rendimientos.

La metodología utilizada se fundamentó en: la selección de genotipos en el proceso productivo que presentara efectos positivos a la aplicación de distintos niveles de macronutrientes que mejore el incremento en rendimiento y rentabilidad económica. La evaluación consistió en el establecimiento de una plantación de frijol con los materiales y los niveles de N-P-K en estudio, en el diseño de bloques completos al azar, utilizando como base: rendimiento en kg/ha, altura de la planta (cm), número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos en (g).

Aunado a ello se generó información acerca en el costo producción como parámetro para los productores; en cuanto a la rentabilidad económica por medio del método de presupuesto parcial.

La investigación se realizó dentro del ciclo productivo comprendido en los meses de septiembre a noviembre de 2013, los cuales corresponden a la época de segunda bajo condiciones de campo abierto.

# 2. MARCO CONCEPTUAL

## 2.1 ANTECEDENTES

En el estudio realizado por Portilla Campoverde (2004), sobre la respuesta de tres variedades de frijol en tres densidades de siembra y dos niveles de nitrógeno, el objetivo principal fue determinar los efectos de las densidades y los niveles de nitrógeno en tres variedades de frijol rojo. El ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, las variables: altura de planta y días a floración mostraron diferencias, por efecto varietal y para días a floración la interacción Densidad × Nitrógeno. El tamaño de grano mostró diferencia significativa por efecto varietal; los componentes del rendimiento; número de vainas, número de granos/vaina, peso de 100 semillas mostraron diferencias significativas, por efecto a la densidades.

Mas Guillén (2007), realizó un estudio exploratorio sobre densidades de siembra y el sitio de aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y fosforo en el rendimiento de frijol variedad ICTA Ligero, en el parcela miento Cuyuta, Masagua, Escuintla, con el objetivo de determinar la dosis adecuada de fertilización nitrogenada y fosfatada, que en función de diversas formas de fertilización y manejo de densidades de siembra diera como resultado los mayores rendimientos de grano. De acuerdo con los resultados obtenidos con las cantidades aplicadas de N-P-K, 40-40-40 Kg/ha, se determinó que estas cantidades tuvieron efecto en cuanto al rendimiento, logrando alcanzar un 2,945 Kg/ha

El instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas –ICTA-, a través del programa de nutrición vegetal, determinó en 1973, los niveles adecuados de N-P-K en varios cultivos agrícolas, incluyendo frijol, como otra fase del proceso de evaluación de la fertilidad de los suelos. Esta información, unida al criterio de niveles de suficiencia de nutrimentos, derivados de un método de alta correlación, es utilizada como fundamento para orientar programas de fertilización en diferentes cultivos.

Para obtener esta información, el Programa de Nutrición Vegetal desarrolló un proyecto de investigación en campos de agricultores, mediante la instalación de ensayos

localizados en distintos sitios del país, seleccionados de acuerdo a los intereses tanto del programa como de los agricultores que accedieron a prestar su colaboración.

## 2.2 JUSTIFICACIÓN

El cultivo de frijol es de suma importancia en Guatemala, en todos los sectores sociales, principalmente en el área rural, ya que forma parte de la dieta diaria de la población, por su contenido de proteína. El frijol de color negro es el más preferido, es un cultivo practicado por agricultores de bajos recursos económicos, utilizando suelos marginales frecuentemente en asocio con otros cultivos.

Tomando en cuenta que los nutrientes inciden en el desarrollo de la planta de frijol, específicamente en rendimiento y calidad, para realizar una adecuada fertilización es necesario considerar varios aspectos relacionados con la disponibilidad de nutrientes presentes en suelo y los requerimientos del cultivo.

A pesar que los productores realizan aplicaciones de fertilizantes para incrementar su producción, los rendimientos se mantienen muy por debajo de lo esperado; esto debido a que utilizan variedades locales de bajo potencial de rendimiento, así como también se aplican los fertilizantes al voleo, sin tomar en cuenta el uso de tecnología de muestreos de suelos, los cuales son determinantes para tomar decisiones sobre las dosis a aplicar, tomando en cuenta los nutrientes disponibles en el suelo, para la planta.

Por lo tanto, con esta investigación se genera información, relacionada con la fertilización específicamente en macronutrientes, considerando dos aspectos importantes: uno relacionado con las cantidades de N-P-K, apropiadas para el cultivo y el segundo se refiere a la variedad que diera una mayor respuesta a distintos niveles con un mayor rendimiento de grano.

## 2.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cultivo de frijol es de suma importancia en Guatemala, principalmente en el área rural. El cultivo de frijol constituye una de las alternativas para la sobrevivencia y generación de ingresos económicos en el área rural. Aún, mediante procesos no competitivos de producción, este cultivo se perfila como un producto que se mantendrá como una de las actividades económicas de sustento o amortiguamiento en el agro nacional.

El frijol por muchos años se ha venido cultivando en algunos municipios del departamento de Chiquimula, pero en la mayoría de los casos, los rendimientos son muy bajos, obteniéndose un promedio de 10 quintales por manzana, por lo que es necesario implementar nuevas tecnologías para lograr mejorar su rendimiento.

Aunado a ello los agricultores se han enfrentado a situaciones complejas como, la falta de un nivel adecuado de macronutrientes (N-P-K) y de variedades rendidoras, el elevado costo de producción, deterioro del recurso suelo, el cambio climático, entre otros. Son los causantes en la reducción significativa de los rendimientos del cultivo. Esto trae como consecuencia, la obtención de recursos económicos por la venta de una parte de la producción y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de las familias. Obligando a los productores a aplicar altas dosis de fertilizantes para mejorar su rendimiento provocando altos costos de producción.

# 3. MARCO TEORICO

## 3.1 EI CULTIVO DE FRIJOL

De acuerdo con Beaver y Rosas, citado por Portilla Campoverde (2004), su cultivo se extiende a través de toda la región, usando distintos sistemas de producción. Por año se siembran en Centro América más de 500,000 ha, existiendo diferentes épocas de siembra. La primera siembra se inicia con la llegada de las lluvias de mayo y junio; la segunda siembra se realiza al final de la época lluviosa en agosto y septiembre, cuando frecuentemente se siembra el frijol en relevo con maíz.

## 3.2 IMPORTANCIA DEL FRIJOL

Carrillo E. citado por Mas Guillén (2007), indica que dentro del grupo de leguminosas comestibles, el frijol común es uno de los más importantes, debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por ser un suplemento nutricional en la dieta alimenticia de los habitantes en Centro y Sur América. Para los guatemaltecos, especialmente para aquellos de escasos recursos económicos, el frijol es importante para la dieta, porque contiene un porcentaje considerable de proteína.

## 3.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE FRIJOL

Molina, citado por Mas Guillén (2007), describe la planta de frijol como una especie anual, originaria de América Central, sur de México y Sur América. En estos lugares se cultiva desde épocas precolombinas, el frijol es sin duda el más importante del genero *Phaseolus.*

Es una planta con un sistema radicular bien desarrollado, compuesto de raíz principal y muchas raíces secundarias ramificadas en la parte superior del suelo. Los tallos son débiles, angulosos, de sección cuadrangular y altura variable de acuerdo a la variedad. El porte de la planta está determinado por la forma y posición de los tallos; si el tallo no presenta una inflorescencia terminal el crecimiento de ésta se detiene rápidamente

(crecimiento determinado); si el tallo no produce esta inflorescencia aparecen axilas la planta continua  su creciendo por lo tanto su crecimiento será indeterminado.

La inflorescencia, ya sea en racimos terminales o axilas, tiene pedúnculos erguidos y algo vellosos, cada pedúnculo lleva numerosas flores. El número de flores puede ser de una pocas hasta 30 o más; las hojas son alternas, compuesta de tres foliolos, con los extremos acuminados, los frutos o vainas son de tamaño variado, estas pueden medir de 6 a 22 centímetros de largo.

La textura de las vainas es variada dependiendo de la presencia de tejidos fibrosos que se llaman corrientemente “hebras”.

## 3.4 DESARROLLO DE LA PLANTA DE FRIJOL

En el estudio desarrollado sobre las etapas de desarrollo de la planta de frijol común en, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), citado por A. Rípodas (2011), se necesita tener conocimiento de las etapas de crecimiento para mejorar las prácticas culturales y obtener mayores rendimientos de los cultivos. El crecimiento y desarrollo del frijol se divide en etapas vegetativas (V) y reproductivas (R).

En la etapa V0 (germinación), la semilla absorbe agua y ocurren en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrientes de los cotiledones. Emerge luego la radícula, que posteriormente se convierte en raíz primaria y aparecen sobre ella las raíces secundarias; el hipocotílo también crece, quedando los cotiledones a nivel del suelo.

Etapa V1 (emergencia). Se inicia cuando el 50% las  plántulas del cultivo, aparecen a nivel del suelo. El hipocótilo se endereza y crece hasta alcanzar  su tamaño máximo las hojas primarias ya formadas en el embrión de la semilla, crecen y se despliegan. Los distintos órganos de la parte aérea se vuelven verdes; en ciertas variedades aparece una pigmentación rosada o morada especialmente en el hipocótilo.

La etapa V2 (hojas primarias) se inicia cuando están desplegadas las hojas primarias del 50% de las plantas del cultivo, las hojas primarias son simples opuestas colocadas en el mismo nudo, al inicio de esta etapa, la yema terminal del tallo se puede distinguir entre las dos hojas primarias.

La etapa V3 (primera hoja trifoliada) inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. En un cultivo esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas han desplegado la primera hoja trifoliada.

La etapa V4 (tercera hoja trifoliada) comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada, A partir de esta etapa se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas. En un cultivo comienza esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

### 3.4.1 Fase reproductiva

La etapa R5 (prefloración) principia cuando aparece el primer botón floral. En las variedades crecimiento determinado los primeros botones se observan en el último nudo del tallo. Mientras que en las variedades de crecimiento indeterminado, se observan en los nudos inferiores. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

La etapa R6 (floración) se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, y en un cultivo, cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció en la etapa anterior.

En las variedades de hábito determinado la floración comienza en el último nudo del tallo y continúa en forma descendente. Por el contrario, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continúa en forma ascendente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento (Ripodas 2011).

La etapa R7 (formación de las vainas) se presenta cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, y en condiciones de cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Inicialmente, la formación de las vainas comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 ó 15 días después de la floración, ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las valvas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

La etapa R8 (llenado de las vainas) en un cultivo, se inicia cuando el 50% de las plantas empieza a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde, así comienzan a adquirir las características de la variedad.

La etapa R9 (maduración) es la última de la escala de desarrollo, ya que en ella ocurre la maduración del cultivo. Se caracteriza por la maduración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando en el 50% de las plantas por lo menos una vaina inicia su decoloración y secado. Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación; el contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar del 15 al 20%, momento en el cual alcanzan su coloración típica (Fernández, Gepts, López 1986 ).

## 3.5 ASPECTOS NUTRICIONALES

Masaya (1984), define la fertilización como un proceso mediante el cual se le suministra los nutrientes necesarios a través de fertilizantes químicos a un cultivo o sistemas de cultivos.

El frijol requiere una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Aunque siempre se recomienda que el diagnóstico de los problemas nutricionales del frijol, se realice mediante análisis de suelos, de tejido vegetal o bien por observación directa tomando en cuenta las deficiencias del cultivo. En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente.

Pero está claro que su uso excesivo puede ser un derroche económico y dar lugar a problemas. Por tanto, al momento de realizar la fertilización nitrogenada hay que tomar cuenta tres aspectos fundamentales, los requerimientos del cultivo, la cantidad de nitrógeno que el suelo puede suministrar al cultivo, los costos de los fertilizantes y el valor esperado de la cosecha.

En lo que respecta al fósforo y potasio, el cultivo, en este caso el frijol, también los necesita. El fósforo tiene un papel importante en muchos procesos fisiológicos, principalmente durante la germinación y desarrollo de la plántula, desarrollo radicular, fecundación e inicio del fructificación. Pero hay que tener cuidado sobre todo evitar llegar a niveles elevados de fósforo en el suelo, que son innecesarios. Esto supone un coste importante y aumenta la pérdida de fósforo de los suelos.

En cuanto al potasio, su mayor importancia está en el papel que juega como regulador fisiológico en varios procesos: permeabilidad de las membranas celulares, equilibrio ácido-básico intracelular, formación y cúmulo de sustancias de reserva, regulador del estrés hídrico de los cultivos (Salisbury y Ross 2000).

### 3.5.1 Nitrógeno (N)

Azcón Bieto y Talón (2003), indican que después del agua, el nitrógeno es el nutriente más importante en el desarrollo de las plantas, dado a su abundancia en las principales biomoléculas de la materia viva, si añadimos que los suelos suelen ser más deficientes en nitrógeno, que cualquier otro elemento, no resulta extraño que sea, junto con el P y K, el elemento clave en la nutrición mineral.

Las formas iónicas que la planta puede absorber el nitrógeno son: en nitratos $NO_3^-$ y en amonios ($NH_4^+$). También existe la posibilidad de obtener nitritos ($N_2$) atmosférico fijado simbióticamente por las leguminosas, también la absorción del amoniaco (gas), que se introduce en la planta a través de los estomas ambos terminan convirtiéndose en amonio, los nitratos se ven regulados por aspecto como la desnitrificación hasta en formas gaseosas, la inmovilización microbiana y la lixiviación, también se ve afectado

por la volatilización en forma de amoniaco, su absorción por el coloide arcilloso húmico del suelo y la nitrificación.

La mayor parte del nitrógeno en el suelo se encuentra fracción orgánica, no asimilable por la planta. De ahí la importancia de los procesos de mineralización del nitrógeno en el suelo, habitual mente controlado por los microorganismos, por lo que es difícil de terminar el potencial de nitrógeno disponible en el suelo.

En la planta, el nitrógeno se distribuye en tres grupos: más del 50% se halla en compuesto de elevado peso molecular (proteínas y ácidos nucleicos); y el resto, en forma de nitrógeno orgánico soluble (aminoácidos, amidas, aminas) y nitrógeno inorgánico en nitratos y amonios su contenido en el total del peso seco de la planta oscila entre el 1.5 y 5%.

Los síntomas de deficiencia nitrógeno son característicos de un elemento muy móvil: clorosis en las hojas adultas que con frecuencia, caen de la planta antes de ser necróticas. Algunas plantas como el tomate y ciertas variedades de maíz muestran una coloración purpúrea causada por la acumulación de pigmentos antocianinos.

Un exceso de nitrógeno se manifiestan por un exceso de follaje con un rendimiento pobre en frutos como sucede en cultivos diferentes como los cítricos y papas se desconoce las razones de este crecimiento relativamente elevado en la parte aérea, lo que si ocurre es la transferencia de azucares hacia las raíces esto quizá es afectado por un desequilibrio hormonal. El exceso de nitrógeno provoca en el tomate rajadura de frutos al momento de la maduración. En general existe un desarrollo radicular mínimo frente a un desarrollo foliar grande. También en algunos cultivos, el exceso de nitrógeno provoca un retardo en la floración y formación de semillas.

### 3.5.2 Fósforo (P)

El fosforo disponible para la planta como ion fosfato y se absorbe preferentemente $H_2P_4^-$ en suelos con pH inferior a 7 y en suelos con pH arriba de 7 en contraste con N, el P, no se encuentra en forma reducida en las plantas, sino que permanece como fosfato ya sea en forma libre o como un compuesto orgánico, principalmente como éster fosfórico con grupos hidroxilos forman en laces anhídridos ricos en energía como es el ATP por lo tanto es clave en la fotosíntesis, la respiración y en todo metabolismo energético así mismo juega un papel estructural, importante en muchas moléculas y estructuras celulares, como en laces diester presentes en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos, los cuales son fundamentales en estructuras membranosas. Una parte importante del fosfato se encuentra forma iónica libre: el 75% en las vacuolas el 25% restante, en la matriz y los organelos citoplasmáticos, en equilibrio con los ciclos metabólicos.

El fosfato se redistribuye fácilmente en la mayoría de las plantas de un órgano a otro, acumulándose en las hojas jóvenes y en las flores y semillas en desarrollo; en consecuencia los síntomas de deficiencia se presentan primero en las hojas adultas. Las plantas deficientes presentan enanismo en contraste con las deficiencias de nitrógeno, un color verde intenso tomando un color parduzco a medida que mueren.

La relación fosforo, nitrógeno; es la que regula la maduración: el exceso de nitrógeno la retarda y la abundancia de fosforo la acelera, por lo tanto en relación con el nitrógeno el fosforo provoca un gran desarrollo de raíces y menor desarrollo de follaje. Un factor importante que facilita la absorción de fosforo en condiciones naturales es la presencia de micorrizas, que son asociaciones simbióticas entre hongos del suelo y las raíces de la planta.

### 3.5.3 Potasio (K)

Junto con el P y el N, constituyen el contenido principal de los fertilizantes de máxima comercialización debido a la importancia de estos tres elementos. Su comportamiento,

a pesar de su naturaleza catiónica, es muy similar al que presenta el fosforo y el nitrógeno, redistribuyéndose con suma facilidad de los órganos maduros a los juveniles dada a su solubilidad y baja afinidad por los ligandos orgánicos, de los que fácilmente se intercambian. Es el catión más abundante en la vacuola y el citoplasma, donde puede alcanzar concentraciones de 100$_m$M y entre 2000-5000ppm en el xilema por ejemplo en la remolacha azucarera. Desempeña un papel clave en osmorregulación. Por otra parte, el K es activador de más de 50 sistemas enzimáticos, entre los que destacan oxidorreductasas, deshidrogenasas, transferasas, sintetizas y quinazas.

Salisbury, F; Ross, C. (2000), mencionan que el potasio es un activador de muchas enzimas esenciales para la fotosíntesis y la respiración también activa enzimas que son necesarias para la formación de almidón y proteínas es uno los elementos que contribuye con el potencial osmótico de las células y su presión de turgencia.

Azcón y Talom (2003), indica que la deficiencia de K, en cultivos se traduce en una mayor susceptibilidad al ataque de patógenos en la raíz y una debilidad en los tallos que hace que las plantas se han sensibles a la acción del viento y las lluvias, principalmente en las monocotiledóneas. En la dicotiledóneas, los primeros síntomas de clorosis aparecen también en las hojas adultas que posteriormente se vuelven necróticas, se retrasa el crecimiento y se producen pérdidas de turgencia y marchitamiento, mucho más cuando hay un déficit hídrico. En condiciones de exceso de K se incrementa su consumo, salvo en semillas, y ese consumo puede inferir en la absorción y disponibilidad fisiológica de Ca y Mg.

## 3.6 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN

De acuerdo a Thevenet G, citado por Mas Guillén (2007), la agricultura es un sector estratégico económico y multifuncional, que como principal finalidad, establece asegurar de formar indefinida una producción de alimentos y diversas materias primas suficientes para cubrir las necesidades de la población humana creciente. Aunque la evolución de las técnicas agrícolas han sido continúas desde el inicio de la agricultura, a mediados de siglo XX, cuando el avance fue más sobresaliente, dando a aumentos

espectaculares en las producciones agrícolas. Obviamente, en el citado avance tecnológico que género el llamado cultivo intensivo o convencional, ha contribuido a las mejoras logradas en distintas técnicas agrarias como las variedades seleccionas, la fertilización y la fitoprotección.

La fertilización del suelo está basada, inicialmente en la utilización de residuos orgánicos disponibles, principalmente estiércoles, y fertilizantes inorgánicos de origen natural, lo cual experimentó un cambio drástico a partir de la década de 1950, con el desarrollo de los fertilizantes inorgánicos N-P-K, lo que contribuyó en gran medida a aumentar los rendimientos de los cultivos.

Poey, citado por Mas Guillén (2007), indica que el objetivo de la fertilización es aplicar el fertilizante en el momento oportuno y en el lugar adecuado para que puedan ser aprovechados por la planta de una mejor manera, los fertilizantes deben ser aplicados al momento de la siembra o a los ocho días después de la siembra, teniendo cuidado que estos no entren en contacto con la semilla, contribuyendo a que las raíces lo absorban oportunamente.

Según Cooke, citado por Mas Guillén (2007), el frijol por ser una planta leguminosa forma nódulos, producto de la simbiosis de las bacterias del genero *Rhizobium* con las raíces de las plantas, lo que permite fijar nitrógeno atmosférico: pero algunas veces el suelo no contiene los microorganismos necesarios para la formación de nódulos y la fijación de nitrógeno requiere una ligera fertilización nitrogenada para cubrir esta necesidad, con el fin de fomentar, el rápido desarrollo inicial del cultivo.

Las leguminosas con el proceso de simbiosis tiene la capacidad de fijar nitrógeno, pero sus rendimientos se elevan con la aplicación del elemento nitrógeno; de ahí que es necesario suministrarle una ligera fertilización nitrogenada en la época se siembra. También señala que las necesidades del cultivo son muy altas, y que en muchos casos la fertilidad natural de los suelos no alcanza para cubrir las necesidades del mismo.

Masaya. (1968), recomienda que la fertilización del cultivo se debe realizar antes de la siembra o al momento de la siembra.

## 3.7 ASPECTOS ECONÓMICOS SOBRE LA FERTILIZACIÓN

Fagaria, N; Baligar, V. Citado por Mas Guillén (2007), indica que el rendimiento de un cultivo se incrementa a medida que aumentan el fertilizante aplicado, pero después de llegar a una cierta cantidad, los rendimientos decrecen. La práctica de fertilización representa un alto porcentaje de los costos totales de producción.

Por lo que es importante conocer los factores que influyen en la respuesta del cultivo a la aplicación de los fertilizantes, para poder determinar las cantidades adecuadas que deben ser aplicadas, a fin de obtener el mayor beneficio económico. Un agricultor debe aplicar fertilizante hasta el punto en que la última unidad aplicada sea justamente la cantidad suficiente para producir un incremento en la producción que pueda compensar el costo adicional ocasionado por la compra de esta última unidad de fertilizante.

## 3.8 PRESUPUESTO PARCIAL

Reyes, (2001) indica que los presupuestos parciales se denominan así, porque con este enfoque solamente se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos variables”, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro. El resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular, y permanecen constantes. Por esta razón se denominan costos fijos.

### 3.8.1 Análisis de dominancia

Reyes, (2001) menciona que este análisis es una simplificación del análisis de dominancia estocástica, y se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores. Se dice que un tratamiento es dominado cuando como resultado de un

incremento en los costos, su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos. Es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios. Para realizar este análisis, se deben organizar los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, y luego comparar si al aumentar los costos ocurre un incremento en los beneficios netos, si esto ocurre, el tratamiento es no dominado, si ocurre lo contrario es dominado y no debe tomarse en cuenta en los análisis posteriores. Este análisis también se puede realizar con la curva de beneficios netos, esta se construye en dos dimensiones, en donde la abscisa representa a los costos que varían y la ordenada a los beneficios netos. La curva de beneficios netos es la curva envolvente que se forman con los pares ordenados que muestran los mayores niveles de beneficios netos. Es una curva de frontera que se forma con los tratamientos más rentables. Todos los pares ordenados que estén por debajo de esta curva envolvente son los tratamientos dominados.

### 3.8.2 Tasa de retorno marginal

Reyes, (2001) indica que el cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM), se realiza con los tratamientos no dominados, siempre organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento. Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal.

Reyes, (2001). Indica que la TRM, es el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de un tratamiento al otro.

# 4. MARCO REFERENCIAL

## 4.1. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula, cuyo centro se ubica geográficamente en latitud norte, 15° 00’ 47.5” y longitud oeste 89° 52’ 20.2”, con una altitud de 857 metros sobre el nivel del mar.

## 4.2 CARACTERITICAS DEL ÁREA

### 4.2.1 Clima y zona de vida

De acuerdo con los datos obtenidos de la asociación regional campesina chortí (ASORECH), las condiciones agroecológicas, durante el periodo de estudio son las siguientes:

- Temperatura promedio : 24 °C
- Precipitación pluvial: 294 mm
- Humedad Relativa 75 % (época lluviosa)

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida realizado por, De La Cruz (1982), basado en el sistema L. Holdridge, el ensayo se instaló dentro de la zona de vida denominada “**bosque seco subtropical”**, que presenta una precipitación promedio anual de 500 a 1000 mm, siendo los meses más lluviosos agosto y septiembre, y una temperatura promedio anual 28 °C.

### 4.2.2 Recursos naturales

#### a. Suelo

El área experimental se sitúa sobre un suelo sedimentario y metamórfico, con textura dividida en dos partes, una franco - arcillosa y otra franco - arenosa. Presenta una topografía plana.

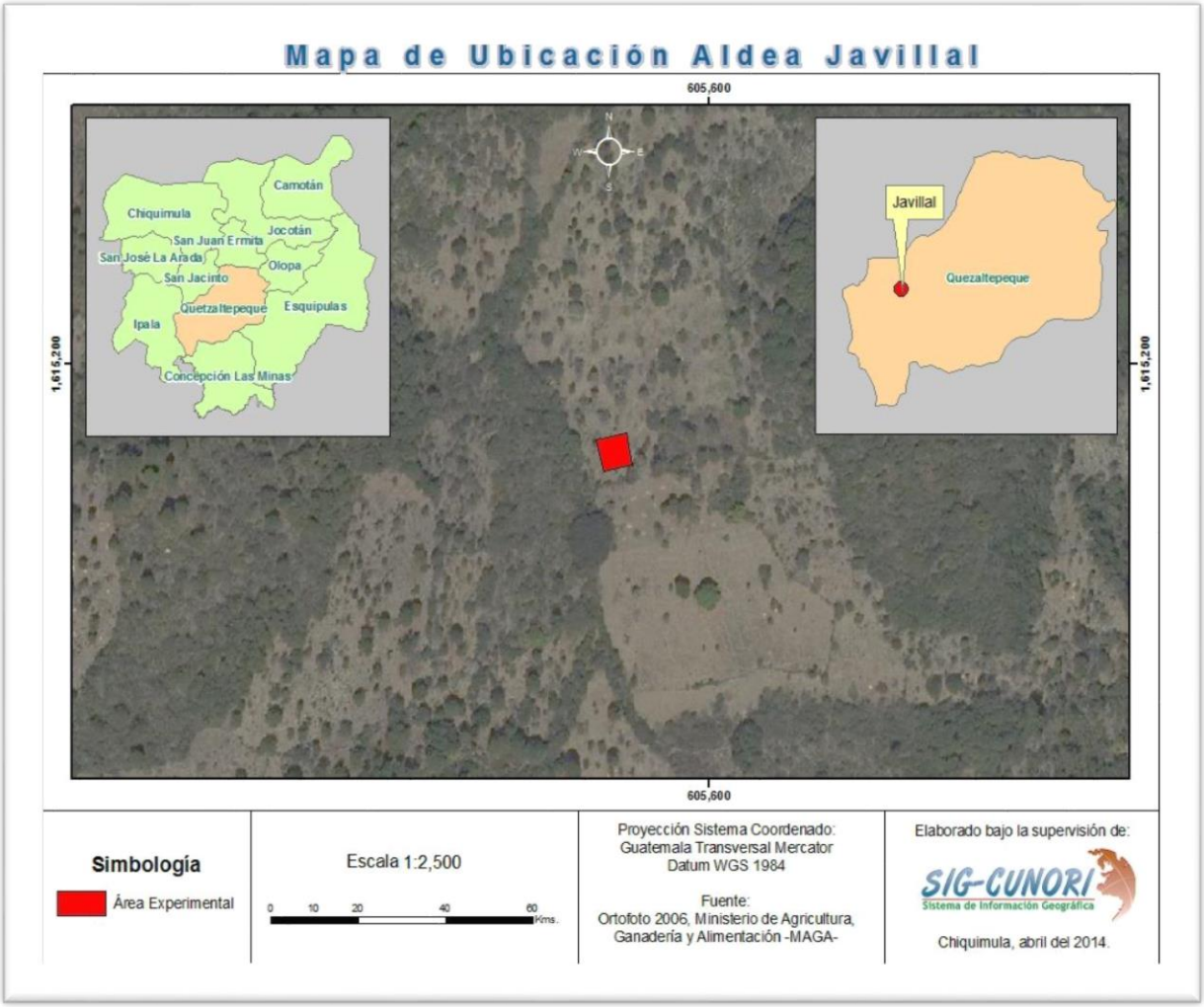



Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

## 4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE FRIJOL UTILIZADOS

### a) Variedad ICTA Ligero

De acuerdo con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), citado por Mas Guillén (2007), indica que es una variedad producto de la cruza entre las líneas DOR 385 del CIAT y JU-90-4 del ICTA, realizadas por el programa de frijol en el centro de producción Jutiapa. Sus características son: habito de crecimiento determinado, pero la carga mayor se da en la base de la planta; su altura es de 60 cm y la floración ocurre a los 30 días después de la siembra, el color de las flores es lila; la vaina madura es de color crema, con seis granos de color negro oscuro, la madurez fisiológica se presenta

a los 64 días y puede cosecharse a los 71 días o antes si el clima es seco. Ha mostrado rendimientos experimentales hasta de 2,590 kg/ ha con promedio de 1,660 kg/ha. A nivel comercial el rendimiento varía entre 1,300 a 1,950 kg/ha (20 a 30 quintales por manzana), en condiciones adecuadas de humedad.

**b) JU 2005-1004-2 y JU 2006-1052-9.**

Actualmente estos materiales se encuentran en etapa experimental en el ICTA, por tal motivo no se cuenta con información relacionada con las características fisionómicas de estas variedades.

## 4.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS FÓRMULAS DE FERTILIZANTES

**Urea (46-0-0)**

FAO, citado por Mas Guillén (2007), indica que la urea proporciona el nitrógeno en forma de amidas, que no pueden ser utilizadas por las plantas. Mediante una transformación química se convierte primero en nitrógeno amoniaco, y luego en nitrato. La urea es muy soluble en agua. Se utiliza como fuente de nitrógeno muy concentrada ya que contiene cerca del 46%, de nitrógeno, en el suelo la urea es rápidamente convertida a amoniaco, es higroscópica y difícil de manejar, aunque si se granula puede almacenarse y aplicarse al voleo o de cualquier otro manera en forma satisfactoria. Es adecuada para la preparación de soluciones nitrogenadas, se puede aplicar antes, al mismo tiempo o después de la siembra.

**Fosfato monoamónico (10-52-0)**

FAO, citado por Más Guillén (2007), menciona que el MAP es un excelente producto que puede ser utilizado al momento la siembra, debido a su alto contenido de fósforo, favorece el desarrollo radicular de las plantas. Su alto contenido de fósforo más el complemento de nitrógeno, lo hacen un producto ideal para su utilización, es el fertilizante fosfatado de mayor uso en mezclas dado que sus combinaciones dan una menor humedad crítica que usando fosfato diamónico.

Se aplica al voleo o en surcos incorporados, según zona de raíces en suelo y cultivo. La colocación en bandas o en franjas mejora sensiblemente el aprovechamiento de los fosfatos. En fertirriego es una fuente altamente concentrada en fósforo que, en estado sólido, permite manejarlo y realizar mezclas con otros productos cristalinos y tener fórmulas balanceadas listas para su uso.

**Muriato de potasio (0-0-60)**

FAO, citado por Mas Guillén (2007), indica que el MOP, por su alta concentración de potasio (60%) es la fuente de aporte de potasio más económica para la mayoría de los cultivos, excepto en los cultivos en donde el follaje (hojas) son de gran valor y no es recomendable la aplicación del mismo (tabaco, crucíferas y ornamentales).

Estos fertilizantes a menudo son de manejo y aplicación difícil, forman terrones en los envases y son higroscópicos. Contienen cerca del 60% de $K_2O$. Se puede aplicar antes, durante o después de la siembra.

**Triple 15-15-15**

Es un fertilizante compuesto cuya composición química, que con tiene 15% de cada uno de los elementos N-P-K, una de las ventajas principales son formulas muy económicas fácil de manejar.

## 4.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TIPO DE SUELO UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO

De acuerdo el estudio realizado por Tobías, H; Lira, E. (2000). Titulado Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de suelos de la república de Guatemala, el ensayo se instaló en un suelo clasificado como Ultisol.

Con la finalidad de determinar las características físicas químicas del suelo utilizado previo al establecimiento del ensayo, se procedió a la extracción de muestras de suelos luego se enviaron a laboratorio para su análisis como se muestra en el Anexo 5. De

acuerdo a las mismas y considerando los niveles críticos de 20 y 40 ppm para P; y K el suelo presentaba deficiencia en fosforo y suficiente en potasio a acepción del magnesio que también se encontraba deficiente, para el resto se encontraba en niveles adecuados hay que hacer mención que para fines de la investigación los resultados no se tomaron como base, debido a que las dosis empleadas en los tratamientos de N-P-K, se formularon con niveles estándares a nivel nacional.

# 5. MARCO METODOLOGICO

## 5.1 OBJETIVOS

### 5.1.1 Objetivo general

- Generar información sobre el efecto de ocho niveles de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol, en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula.

### 5.1.2 Objetivos específicos

- Cuantificar el rendimiento en (Kg/Ha) de los materiales experimentales sometidos a distintos niveles de macronutrientes N-P-K, para priorizar tratamientos con mayor rendimiento de grano.

- Determinar mediante la técnica de presupuesto parcial, la rentabilidad económica, para comprobar la viabilidad de los tratamientos de N-P-K evaluados en función de las dosis aplicadas en Kg/Ha, en tres materiales de frijol utilizados.

## 5.2 HIPÓTESIS

$H_a$ Al menos una variedad, mostrará diferencias significativas en el rendimiento de grano en Kg/Ha y sus componentes de rendimiento: altura de la planta en centímetros, peso de granos en gramos, número de vainas por planta y número de granos por vaina a nivel de campo en el cultivo de frijol.

$H_a$ Al menos un nivel de fertilización, mostrará diferencias significativas en el rendimiento en Kg/Ha y sus componentes de rendimiento: altura de la planta en centímetros, peso de granos gramos, número de vainas por planta y granos por vaina a nivel de campo en el cultivo de frijol.

## 5.3 MÉTODOS DE TRABAJO

### 5.3.1 Área experimental

El área experimental contó con un área total de 1,508 $m^2$ (52 m x 29 m) y 96 unidades experimentales producto de 8 tratamientos, 4 repeticiones y tres materiales utilizadas. Cada unida experimental estuvo constituida por 4 surcos de 6 metros de largo y 2 metros de ancho la cual contó con una área efectiva de 12 $m^2$, el distanciamiento fue de 0.50 m entre surco y de 0.30 m entre postura. Se colocaron tres granos por postura. El ensayo se efectuó bajo las condiciones de campo abierto o tradicional.

Con la finalidad de evitar el efecto de borde, se tomó como parcela neta los dos surcos de la parte central en cada repetición, con una área afectiva de 5.1 $m^2$.

### 5.3.2 Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño bloques completos al azar (BCA), con 8 tratamientos y 4 repeticiones. Se estableció un diseño para cada uno de las variedades utilizadas.

### 5.3.3 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, tratamientos.

J = 1, 2, 3, 4, repeticiones.

$\mu$ = corresponde a la media general.

$T_i$ = el efecto del i-ésimo nivel de nutrientes N-P-K.

$\beta_j$ = el efecto del j-ésimo bloque .

$\varepsilon_{ij}$ = efecto del error experimental asociado a la ij – ésima unidad experimental.

### 5.3.4 Descripción de los tratamientos

Cuadro 1**.** Tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en tres variedades de frijol arbustivo en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Cantidad de Nutrientes aplicados en (kg/ha) | | |
|---|---|---|---|
| | N | P | K |
| 1 | 50 | 30 | 50 |
| 2 | 50 | 30 | 100 |
| 3 | 50 | 60 | 50 |
| 4 | 50 | 60 | 100 |
| 5 | 100 | 30 | 50 |
| 6 | 100 | 30 | 100 |
| 7 | 100 | 60 | 50 |
| 8 | 100 | 60 | 100 |

## 5.4 MANEJO AGRONÓMICO

### 5.4.1 Preparación del terreno

Previo a la siembra se procedió a la preparación del terreno que ameritó la aplicación de herbicidas selectivos. Glifosato (PanteK®), 2,4-D (Hedonal®), para eliminar las malezas existentes y contar con el área limpia al momento de la siembra y la germinación.

### 5.4.2 Fertilización

Ocho días después de la siembra se procedió a efectuar la primera fertilización con el cien por ciento de fosforo, potasio y el 60 por ciento nitrógeno. Las dosis y fórmulas utilizadas. Varió de acuerdo a lo descrito en cada tratamiento. Esta labor se hizo de forma manual, auxiliándose de machete pando, se realizó en banda incorporando el fertilizante, al suelo con una profundad de 5 cm.

La segunda fertilización se efectuó a los veinticinco días después de la siembra, para complementar la fertilización nitrogenada, de acuerdo a lo descrito en cada tratamiento.

Cuadro 2. Cantidades y fuentes de nutrientes aplicadas por 6 metros lineales en gramos por tratamiento.

| Tratamientos | Primera fertilización | | | | Segunda fertilización |
|---|---|---|---|---|---|
| | Triple 15 | Urea | MAP | MOP | Urea |
| 1 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 13.2 |
| 2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 35.1 | 13.2 |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 34.8 | 25.2 | 25.2 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 34.8 | 50.1 | 25.2 |
| 5 | 60.0 | 13.2 | 0.0 | 10.2 | 32.7 |
| 6 | 60.0 | 13.2 | 0.0 | 35.1 | 32.7 |
| 7 | 0.0 | 25.2 | 34.8 | 25.2 | 32.7 |
| 8 | 120.0 | 0.0 | 0.0 | 20.1 | 26.1 |

Fuente: elaboración propia 2014. (Triple quince15-15-15), (Urea 46-00-00), (Map fosfato monoamonico 10-52-00), (Mop muriato de potasio 00-00-60).

### 5.4.3 Control de malezas

Durante el ciclo del cultivo se realizaron dos limpias de forma manual, la primera a los dieciocho días después de la siembra; y la segunda se realizó a los doce días después de la primera.

### 5.4.4 Control de plagas

Previo a la siembra se aplicó un tratador a la semilla, utilizándose para ello una mezcla de Imidacloprid Thiodicarb (Blindaje®), con la finalidad de prevenir posibles ataques de plagas presentes en el suelo, para el control de babosas (*Sarasinula plebeia*), Se procedió a la aplicación de metaldehído (Molux®), a los cuatro días después de la siembra, debido a la incidencia de las mismas se realizaron aplicaciones, cada dos días hasta los quince días después de la siembra considerando como periodo crítico de incidencia de la misma con dosis de ocho libras por hectárea.

Debido a la presencia de plagas como: mosca blanca (*Bemisia Tabaci*) y tortuguilla, (*Diabrotica spp*) se procedió a realizar aplicaciones utilizando Deltamethrin, Triazophos (Rienda®), con intervalos entre aplicaciones de ocho días con una dosis de 25 cc por bomba de 15 litros, hasta la formación de vainas.

### 5.4.5 Control de enfermedades

Para el control de enfermedades se realizaron aplicaciones de fungicida de forma preventiva utilizando el producto de acción por contacto, propineb (Antracol®); con intervalos de cada ocho días entre aplicación, partiéndose quince días después de la siembra hasta la formación de granos con dosis de 6 copas por bomba de 15 litros, esto debido a las condiciones ambientales favorables que se presentaron dura el periodo de estudio.

## 5.5 VARIABLES REPUESTA

**Rendimiento de grano (kg/ha):** Luego del aporreo y limpieza del grano de cada parcela neta, se procedió a pesar el mismo; este dato se refirió a kg/ha.

**Peso de 100 granos (gr):** En cada tratamiento se tomaron al azar 100 granos y se determinó su peso en gramos de los mismos.

**Vainas por planta (número):** Se procedió al conteo de las vainas de las cinco plantas tomadas al azar (utilizadas para medir la variable altura), obteniéndose el promedio respectivo.

**Granos por vaina (número)**: Previo a la cosecha se procedió manualmente a cortar 50 vainas tomadas al azar de cada parcela neta, luego se procedió al conteo de grano obteniéndose el promedio respectivo.

**Altura de planta (cm**)**:** Previo a la cosecha se procedió a tomar la altura de cinco plantas tomadas al azar de cada parcela neta, a las mismas se procedió a determinar su altura, desde la parte superior del suelo hasta el último botón floral obteniéndose el promedio respectivo.

## 5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), en las variables que existió diferencia significativa ($P<0.05$) entre tratamientos, se procedió a realizar una prueba de comparación de medias. Tukey, utilizando el programa estadístico (INFOSTAT).

# 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 6.1 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA VARIEDAD ICTA LIGERO

Cuadro 3. Resultados obtenidos en las variables estudiadas sobre los diferentes tratamientos evaluados de N-P-K, variedad ICTA Ligero, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| | **Tratamientos** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| Rend. Kg/ha | 1,920 | 1,947 | 1,755 | 1,799 | 1,935 | 2,290 | 2,338 | 2,423 |
| Peso de 100 granos (g) | 23.29 | 22.79 | 23.35 | 23.15 | 22.55 | 23.21 | 22.99 | 23.29 |
| Vainas por planta | 11.75 | 12.55 | 11.25 | 11.20 | 14.05 | 12.08 | 14.35 | 15.20 |
| Granos Por vaina | 5.08 | 4.96 | 4.94 | 4.9 | 5.12 | 5.02 | 4.96 | 5.19 |
| Altura de la Planta (cm) | 37.78 | 40.33 | 35.69 | 36.20 | 46.13 | 46.27 | 48.20 | 47.18 |

Fuente: elaboración propia 2014.

### 6.1.1 Altura de la planta (cm).

Con base a los resultados obtenidos por medio de análisis de varianza para la variable altura en centímetros, en la variedad ICTA Ligero, se estableció que existen diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Con un coeficiente de variación de 9.69 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable altura en centímetros, variedad ICTA Ligero, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F.C | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 777.19 | 111.03 | 6.63 | 0.0003 | ** |
| Bloque | 3 | 97.99 | 32.66 | 1.95 | 0.1522 | NS |
| Error | 21 | 351.47 | 16.74 | | | |
| Total | 31 | 1226.65 | | | | |

C.V. 9.69.

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En el cuadro 5, se muestra la prueba de comparación de medias efectuadas al cinco por ciento de significancia, Siendo el tratamiento 7 que poseé 100-60-50 N-P-K, en Kg/ha, el que obtuvo el mayor crecimiento con 48.20 cm y el tratamiento que menor crecimiento obtuvo fue el tratamiento 3, que poseé 50-60-50 N-P-K con 35.69 cm respetivamente, los resultados obtenidos en la presente investigación son superiores a la media general obtenidos por el productor cuando utiliza esta variedad, siendo 37.5 cm, mientras que aplicando 100-60-50, de (N-P-K), se obtiene un mayor crecimiento.

Guerra (2002), reporta que cuando fertilizo, con 150 lb N y 150 lb P por manzana, obtuvo un crecimientos de 43.33 cm, en el estudio realizado en valle del rio San José, municipio de Chiquimula. Datos que son inferiores a los obtenidos en esta investigación ya que para los suelos del área de estudio, se determinó deficiencias en fosforo y el potasio se encontró en altas concentraciones, lo cual se manifiesta que a mayores niveles de concentración combinados con 100-60-50 de N-P-K, se obtiene un mayor crecimientos.

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias para la variable altura en centímetros sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Cantidad de N-P-K en Kg/ha | Medias de altura de planta en (cm) | Grupo Tukey |
|---|---|---|---|
| 7 | 100-60-50 | 48.20 | A |
| 8 | 100-60-100 | 47.18 | A B |
| 6 | 100-30-100 | 46.27 | A B |
| 5 | 100-30-50 | 46.13 | A B |
| 2 | 50-30-100 | 40.33 | A B C |
| 1 | 50-30-50 | 37.78 | B C |
| 4 | 50-60-50 | 36.20 | C |
| 3 | 50-60-50 | 35.69 | C |

Fuente: Elaboración Propia 2014.

### 6.1.2 Número de vainas por planta

Con base a los resultados obtenidos por medio de análisis de varianza para la variable número de vainas por planta, en la variedad ICTA Ligero, se determinó que existe diferencias significativas (P≤0.05) entre tratamientos evaluados con un coeficiente de variación de 12.16 % (Cuadro 6).

Cuadro 6**.** Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 63.13 | 9.02 | 3.67 | 0.0096 | ** |
| Bloque | 3 | 7.97 | 2.66 | 1.08 | 0.3785 | NS |
| Error | 21 | 51.62 | 2.46 | | | |
| Total | 31 | 122.72 | | | | |

C.V. 12.26

Fuente: elaboración propia 20014.

En el Cuadro 7, se muestran los resultados de la prueba de comparación medias para los tratamientos evaluados, donde se puede observar que el tratamiento 8 mostró superioridad en cuanto al número de vainas por planta con una media de 15.20, lo que indica que planta respondió satisfactoriamente a las combinaciones 100-60-100 de N-P-K, que corresponden a las dosis más altas.

Cuadro 7. Prueba de comparación de medias, para la variable número de vainas por planta sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Cantidad de N-P-K en Kg/ha | Media de numero de vainas por planta | Grupo Tukey |
|---|---|---|---|
| 8 | 100-60-100 | 15.20 | A |
| 7 | 100-60-50 | 14.35 | A B |
| 5 | 100-30-50 | 14.05 | A B |
| 6 | 100-30-100 | 12.80 | A B |
| 2 | 50-30-100 | 12.55 | A B |
| 1 | 50-30-50 | 11.75 | B |
| 3 | 50-60-50 | 11.25 | B |
| 4 | 50-60-100 | 11.20 | B |

Fuente: elaboración propia 2014.

### 6.1.3 Granos por vaina

Con base a los resultados obtenidos por medio de análisis de varianza para la variable granos por vaina, en la variedad ICTA Ligero, se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados con un coeficiente de variación de 3.02 %. Lo cual nos indica que los niveles de macronutrientes utilizados en el experimento, no tuvieron ningún efecto estadísticamente comprobable en cada uno de los tratamientos.

### 6.1.4 Peso de 100 granos en gramos (g)

De acuerdo al análisis estadístico al que fueron sometidos los distintos tratamientos con un grado de significancia de cinco por ciento para esta variable, en la variedad ICTA Ligero, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, con un coeficiente de variación de 2.81 %. Con lo cual se asume que los diferentes niveles de macronutrientes utilizados en el experimento provocan un efecto estadísticamente similar.

### 6.1.5 Rendimiento de grano (Kg/Ha)

Con base a los resultados obtenidos por medio del análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en kilogramos por hectárea se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados al cinco por ciento de significancia; obteniéndose un coeficiente de variación de 11.85 % (cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, sobre los diferentes tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero aldea Javillal del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamiento | 7 | 2005628.67 | 286518.38 | 4.82 | 0.0023 | ** |
| Bloque | 3 | 784411.32 | 2614470.44 | 4.40 | 0.0150 | ** |
| Error | 21 | 1247965.38 | 59426.92 | | | |
| Total | 31 | 4038005.37 | | | | |

C.V. 11.85

Fuente: elaboración propia 2014.

Con la finalidad de priorizar tratamientos con base a la variable rendimiento en Kg/Ha, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias (Tukey 5%), siendo el tratamiento 8 que poseé 100-60-100 Kg/ha de N-P-K, el que obtuvo el mayor rendimiento con 2,422.88 Kg/ha y el menor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 3 que poseé se 50-60-50 de N-P-K, con 1, 754.83 Kg/ha (cuadro 9).

Los resultados obtenidos en la presente investigación, son superiores a la media general obtenidos a nivel nacional, siendo 961 Kg/ha, mientras que al aplicar 100-60-100 de N-P-K, se obtiene un mayor rendimiento. Ya que para los suelos en el área de estudio se terminó deficiencia en fosforo y alto en potasio lo cual se manifiesta que a mayores niveles de concentración de potasio combinados con 100-60-100 Kg/ha, de N-P-K, se obtiene un mayor rendimiento.

Sin embargo Mas Guillén (2007), en el estudio realizado en el municipio de Masagua, Escuintla. Reporta rendimientos de 3,471 Kg/ha, cuando utilizó esta variedad con una densidad de 333,333 planta, por hectárea, lo que se atribuye a la arquitectura de la planta, como una de las características de esta variedad al ser manejada a altas densidades.

Cuadro 9**.** Prueba de comparación de medias, para la variable rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero, aldea Javillal municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Cantidad de N-P-K en Kg/ha | Medias de rendimiento en Kg/ha | Grupo Tukey |
|---|---|---|---|
| 8 | 100-60-100 | 2,422.88 | A |
| 7 | 100-60-50 | 2,387.91 | A |
| 6 | 100-30-100 | 2,290.08 | A B |
| 2 | 50-30-100 | 1,947.30 | A B |
| 5 | 100-30-50 | 1,934.78 | A B |
| 1 | 50-30-50 | 1,920.28 | A B |
| 4 | 50-60-100 | 1,798.65 | B |
| 3 | 50-60-50 | 1,754.83 | B |

Fuente: elaboración propia 2014.

## 6.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MATERIAL JU-2005-1004-2

Cuadro 10. Resultados obtenidos en las variables estudiadas sobre los diferentes tratamientos evaluados de N-P-K, material JU-2005-1004-2, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| | **Tratamientos** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| Rend. Kg/ha | 2,286 | 2,219 | 2,456 | 2,352 | 2,522 | 2,633 | 2,556 | 2,700 |
| Peso de 100 granos (g) | 30.7 | 31.0 | 30.5 | 30.2 | 30.5 | 30.5 | 31.4 | 29.8 |
| Vainas por planta | 9.9 | 10.7 | 11.9 | 14.3 | 11.0 | 11.3 | 11.3 | 12.5 |
| Granos Por vaina | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.0 | 5.0 | 5.2 | 5.1 | 5.2 |
| Altura de la Planta (cm) | 103.7 | 118.9 | 122.8 | 122.1 | 109.7 | 127.6 | 117.2 | 127.7 |

Fuente: elaboración propia, 2014.

De acuerdo con los resultados obtenidos por medio del análisis de varianza para las variables altura de planta en centímetros, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos en gramos y rendimiento de grano en Kg/ha, con su respectivo coeficiente de variación (Ver anexo 2), para la variedad JU-2005-1004-2**;** se determinó que para ninguna de las variables existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados al cinco por ciento de significancia. Este resultado nos indica que a diferencia de la variedad ICTA Ligero, los diferentes niveles de N-P-K utilizados por tratamiento no presentan ningún efecto estadísticamente, es decir que todos los tratamientos provocaron un efecto similar.

Los resultados obtenidos por medio del análisis de suelo, indican que para el área de estudio se determinó deficiencias en fosforo y nitrógeno el potasio se encontraba en arriba de los niveles adecuados. Aunque el frijol absorbe cantidades relativamente altas de nitrógeno y de potasio del suelo, la limitante nutricional más común es la deficiencia de fósforo. Lo cual se manifiesta que a mayores niveles de concentración combinados con 100-60-100 Kg/ha, de N-P-K, que pertenecen al tratamiento 8, se produce un incremento en el rendimiento alcanzando un promedio de 2,700 Kg/ha, el menor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 2, que poseé 50-30-100 Kg/ha de N-P-K, con 2,219 Kg/ha.

El rendimiento alcanzado comparado, con la variedad anterior y la media general obtenida a nivel nacional, es superior.

## 6.3 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MATERIAL JU-2006-1052-9

Cuadro 11. Resultados obtenidos en las variables estudiadas sobre los diferentes tratamientos evaluados de N-P-K, material JU-2006-1052-9, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| | Tratamientos | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| Rend. Kg/ha | 2,304 | 2,183 | 2,618 | 2,489 | 2,593 | 2,334 | 2,600 | 2,652 |
| Peso de 100 granos (g) | 25.36 | 24.94 | 25.36 | 25.96 | 25.10 | 24.67 | 25.21 | 25.20 |
| Vainas por planta | 15 | 14.50 | 15.85 | 12.85 | 15.90 | 16.55 | 15.35 | 16.95 |
| Granos Por vaina | 4.98 | 4.97 | 5.03 | 5.12 | 5.21 | 5.01 | 5.21 | 5.08 |
| Altura de la Planta (cm) | 102.2 | 101 | 102.2 | 98.1 | 107.1 | 113.6 | 113.2 | 115.5 |

Fuente: elaboración propia 2014**.**

Con base a los resultados obtenidos por medio del análisis de varianza para las variables altura de planta en centímetros, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos en gramos y rendimiento de grano en Kg/ha, para la variedad JU-2006-1052-9; se determinó que para ninguna de las variables evaluadas, existe diferencias significativas al cinco por ciento de significancia, con la aplicación de los diferentes tratamientos. Lo cual indica que a al igual que en la variedad anterior todos los tratamientos evaluados presentaron un efecto similar, bajo las condiciones del experimento (anexo 2).

Al igual que en el material, este material no es susceptible a estos niveles aplicados de macronutrientes, sin embargo el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento que poseé las concentraciones de 100-60-100 de N-P-K, en Kg/ha, alcanzado un rendimiento de 2,652 Kg/ha, siendo superior a lo obtenido con la variedad ICTA Ligero y la media obtenida a nivel nacional.

# 7. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico realizado en el presente estudio se basó en la técnica de presupuesto parcial, es decir que solo se tomaron en cuenta los costos pertenecientes a los rubros a las cantidades de las diferentes fórmulas de fertilizantes utilizadas, mano de obra en la aplicación y la mano de obra empleada para la cosecha, esto debido a que son los únicos costos que varían en función de los 8 tratamientos evaluados. Por otra parte los ingresos que se tomaron en cuenta fueron producto de la venta de grano de frijol, a precio promedio de Q300/qq en los últimos 6 años en el mercado local, con el supuesto de que el incremento está asociado a los tratamientos evaluados.

## 7.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS VARIABLES

Los costos variables están asociados a las dosis empleadas en cada tratamiento y a la cantidad de fertilizante utilizado, así como también a la cantidad de mano de obra empleada en la aplicación del fertilizante y la cosecha, como se muestra en (cuadro 12).

Cuadro 12. Estimación de los costos variables por hectárea, sobre los tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Aplicación del fertilizante (MO) | Cosecha (MO) | Costo del fertilizante | Total de costos variables |
|---|---|---|---|---|
| T1 | Q450 | Q675 | Q1,323 | Q2,448 |
| T2 | Q495 | Q675 | Q1,925 | Q3,095 |
| T3 | Q450 | Q720 | Q1,563 | Q2,733 |
| T4 | Q540 | Q765 | Q2,164 | Q3,469 |
| T5 | Q585 | Q765 | Q1,542 | Q2,892 |
| T6 | Q495 | Q720 | Q2,143 | Q3,358 |
| T7 | Q450 | Q675 | Q2,025 | Q3,150 |
| T8 | Q585 | Q675 | Q2,599 | Q3,859 |

Fuente: elaboración propia 2014

## 7.2 OBTENCIÓN DE LOS BENEFICIOS BRUTOS Y NETOS

En el cuadro 13, se muestran los beneficios brutos y netos en la producción de grano de frijol, haciendo uso del precio promedio de los últimos 6 años del producto (Q300/qq), y el rendimiento experimental por tratamiento y los costos que varían. Como se puede observar el tratamiento con mayor beneficio neto para la variedad ICTA Ligero fue cuando se empleó las combinaciones de macronutrientes con dosis de 100-60-50 kg/Ha, con un ingreso neto de Q7, 882 y el tratamiento con menor ingreso neto fue cuando se empleó las dosis de 50-60-100 kg/ha con un ingreso neto de Q4, 841.

Cuadro 13. Beneficios brutos y netos en la producción de frijol, variedad ICTA Ligero sobre distintos tratamientos evaluados en macronutrientes, N-P-K en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Rendimiento experimental Kg/ha | Rendimiento ajustado 30% | Beneficio bruto | Costos variables | Beneficio Neto |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,920.28 | 1,344.20 | Q8,872 | Q2,448 | Q6,424 |
| 2 | 1,947.30 | 1,363.11 | Q8,997 | Q3,095 | Q5,902 |
| 3 | 1,754.83 | 1,228.38 | Q8,107 | Q2,733 | Q5,374 |
| 4 | 1,798.65 | 1,259.06 | Q8,310 | Q3,469 | Q4,841 |
| 5 | 1,934.78 | 1,354.35 | Q8,939 | Q2,892 | Q6,041 |
| 6 | 2,290.08 | 1,603.06 | Q10,580 | Q3,358 | Q7,222 |
| 7 | 2,387.91 | 1,671.54 | Q11,032 | Q3,150 | Q7,882 |
| 8 | 2,422.88 | 1,696.02 | Q11,194 | Q3,859 | Q7,335 |

Fuente: elaboración propia 2014.

En el cuadro 14, se muestra los beneficios brutos y netos para la variedad JU-2005-1004-2, determinándose que el mayor beneficio neto se obtuvo con las combinaciones de macronutrientes con dosis de 100-30-100 Kg/Ha, que corresponden al tratamiento 6, con un ingreso neto de Q8,810 y el menor beneficio neto se obtuvo con las combinaciones de 50-30-100 Kg/Ha, que corresponde al tratamiento 2 con un ingreso neto de Q7,159.

Cuadro 14. Beneficios brutos y netos en la producción de frijol, material JU-2005-1004-2, sobre distintos tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Rendimiento experimental Kg/ha | Rendimiento ajustado 30% | Beneficios brutos | Costos variables | Beneficio Neto |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,286.04 | 1,600.23 | Q10,562 | Q2,448 | Q8,114 |
| 2 | 2,219.46 | 1,553.62 | Q10,254 | Q3,095 | Q7,159 |
| 3 | 2,456.2 | 1,719.34 | Q11,348 | Q2,733 | Q8,615 |
| 4 | 2,352.63 | 1,646.84 | Q10,869 | Q3,469 | Q7,400 |
| 5 | 2,522.79 | 1,765.95 | Q11,655 | Q2,892 | Q8,763 |
| 6 | 2,633.76 | 1,843.63 | Q12,168 | Q3,358 | Q8,810 |
| 7 | 2,556.08 | 1,789.26 | Q11,809 | Q3,150 | Q8,659 |
| 8 | 2,700.34 | 1,890.24 | Q12,476 | Q3,859 | Q8,617 |

Fuente: elaboración propia 2014.

En lo que respecta la variedad JU-2006-1052-9, el mayor beneficio neto se obtuvo cuando se empleó las combinaciones de macronutrientes 50-60-50 Kg/Ha, que corresponden al tratamiento 3 con un ingreso neto de Q9,367 y mientras que el menor beneficio neto se obtuvo con las combinaciones de 50-30-100 Kg/Ha, correspondientes al tratamiento 2 con un ingreso de Q6, 991 como se observa en el (cuadro 15).

Cuadro 15. Beneficios brutos y netos en la producción de frijol, materiales JU-2006-1052-9, sobre distintos tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Rendimiento experimental en Kg/ha | Rendimiento ajustado 30% | Beneficio bruto | Costos variables | Beneficio Neto |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2,304.54 | 1,613.18 | Q10,647 | Q2,448 | Q8,199 |
| 2 | 2,183.21 | 1,528.25 | Q10,086 | Q3,095 | Q6,991 |
| 3 | 2,618.96 | 1,833.27 | Q12,100 | Q2,733 | Q9,367 |
| 4 | 2,489.49 | 1,742.64 | Q11,501 | Q3,469 | Q8,032 |
| 5 | 2,593.07 | 1,815.15 | Q11,980 | Q2,892 | Q9,088 |
| 6 | 2,334.13 | 1,633.89 | Q10,784 | Q3,358 | Q7,426 |
| 7 | 2,600.47 | 1,820.33 | Q12,014 | Q3,150 | Q8,864 |
| 8 | 2,652.25 | 1,856.58 | Q12,253 | Q3,859 | Q8,394 |

Fuente: elaboración propia 2014.

## 7.3 ANÁLISIS DE DOMINANCIA

Para realizar el análisis se organizaron los datos de los costos variables con su respectivo ingreso neto para cada tratamiento evaluado en los tres materiales utilizados en la investigación, esto de acuerdo a un orden creciente de los costos que varían, es decir, de menor a mayor. Luego se determinó si los tratamientos son dominados o no dominados. Como se muestra en los cuadros 16,17, 18.

Cuadro 16. Análisis de dominancia sobre los diferentes tratamientos evaluados en macronutrientes N-P-K, en la producción de frijol en la variedad ICTA Ligero, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Costos variables Q/ha | Beneficio neto Q/ha | Conclusión |
|---|---|---|---|
| 1 | Q2,448 | Q6,424 | No dominado |
| 3 | Q2,733 | Q5,374 | dominado |
| 5 | Q2,892 | Q6,041 | dominado |
| 2 | Q3,095 | Q5,902 | dominado |
| 7 | Q3,150 | Q7,882 | No dominado |
| 6 | Q3,358 | Q7,222 | dominado |
| 4 | Q3,469 | Q4,841 | dominado |
| 8 | Q3,859 | Q7,335 | dominado |

Fuente: elaboración propia 2014.

Cuadro 17. Análisis de dominancia sobre los diferentes tratamientos, evaluados de macronutrientes N-P-K, en la producción de frijol, material JU-2005-1004-2, en la aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Costos variables Q/ha | beneficio neto Q/ha | Conclusión |
|---|---|---|---|
| 1 | Q2,448 | Q8,114 | No dominado |
| 3 | Q2,733 | Q8,615 | No dominado |
| 5 | Q2,892 | Q8,763 | No dominado |
| 2 | Q3,095 | Q7,159 | dominado |
| 7 | Q3,150 | Q8,659 | dominado |
| 6 | Q3,358 | Q8,810 | No dominado |
| 4 | Q3,469 | Q7,400 | dominado |
| 8 | Q3,859 | Q8,617 | dominado |

Fuente: elaboración propia 2014.

Cuadro 18. Análisis de dominancia sobre los diferentes tratamientos evaluados, de macronutrientes N-P-K, en la producción de frijol material, JU-2006-1052-9, en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Costos variables Q/ha | Beneficio neto Q/ha | Conclusión |
|---|---|---|---|
| 1 | Q2,448 | Q8,199 | No dominado |
| 3 | Q2,733 | Q9,367 | No dominado |
| 5 | Q2,892 | Q9,088 | dominado |
| 2 | Q3,095 | Q6,991 | dominado |
| 7 | Q3,150 | Q8,864 | dominado |
| 6 | Q3,358 | Q7,426 | dominado |
| 4 | Q3,469 | Q8,032 | dominado |
| 8 | Q3,859 | Q8,394 | dominado |

Fuente: elaboración propia 2014.

## 7.4 TASA RETORNO MARGINAL (TRM)

La tasa marginal se calcula con los tratamientos no dominados, identificando el incremento en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo variable mayor, para luego calcular la TRM.

En el cuadro 19, se puede apreciar que solo existen dos tratamientos no dominados, para la variedad ICTA Ligero, lo cual indica que marginalmente después de concluir el análisis de dominancia, el tratamiento 7 con dosis de macronutrientes de 100-60-50 Kg/Ha, es el que presenta el mayor beneficio neto de Q7, 882 y una tasa de retorno marginal de Q2.08.

Cuadro 19. Cálculo de la tasa de retorno marginal, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, variedad ICTA Ligero en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Beneficio Neto | Costos variables | Δ B. N | Δ C.V | TMR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | Q6,424 | Q2,448 | ------- | ------ | ---- |
| T7 | Q7,882 | Q3,150 | Q1,458 | Q702 | Q2.08 |

Fuente: elaboración propia 2014.

En el cuadro 20, se muestra que existen cuatro tratamiento no dominados, para el material JU-2005-1004-2, lo cual indica que después de concluir el análisis de dominancia, se determinó que el tratamiento 3 con dosis macronutrientes de 50-60-50 Kg/Ha, con un beneficio neto de Q8, 615 y tasa de retorno marginal de Q1.76.

Cuadro 20. Cálculo de la tasa de retorno marginal, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-2005-1004-2 en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Beneficio Neto | Costos variables | Δ B. N | Δ C.V | TMR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | Q8,114 | Q2,448 | ---- | ---- | ---- |
| T3 | Q8,615 | Q2,733 | Q501 | Q285 | Q1.76 |
| T5 | Q8,763 | Q2,892 | Q148 | Q159 | Q0.93 |
| T6 | Q8,810 | Q3,358 | Q47 | Q466 | Q0.10 |

Fuente: elaboración propia 2014.

En el cuadro 21, se muestra que solo existen, dos tratamientos no dominados para la variedad JU-2006-1052-9, lo cual indica que marginalmente después de concluido el análisis de dominancia se determinó al tratamiento 3, con el mayor ingreso económico con un beneficio neto de Q9,367 y una tase de retorno marginal de Q4.10.

Cuadro 21. Cálculo de la tasa de retorno marginal, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-2006-1052-9 en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013.

| Tratamientos | Beneficio Neto | Costos variables | Δ B. N | Δ C.V | TMR |
|---|---|---|---|---|---|
| T1 | Q8,199 | Q2,448 | ------- | ------ | ---- |
| T3 | Q9,367 | Q2,733 | Q1,168 | Q285 | Q4.10 |

Fuente: elaboración propia 2014.

# 8. CONCLUSIONES

Los resultados identifican que la combinación de macronutrientes de 100-60-100 Kg/ha de N-P-K, presenta una mayor producción, para el caso del material JU-2005-1004-2, se alcanzó un rendimiento promedio de 2,700.34 Kg/ha; el material JU-2006-1052-9 se obtuvo un valor promedio de 2, 652.25 Kg/ha; y la variedad ICTA Ligero alcanzó un valor promedio de 2,422.88 Kg/ha.

En el análisis económico se determinó que el mayor beneficio neto se obtuvo en la variedad ICTA Ligero, al utilizar la combinación 100-60-50 Kg/Ha de N-P-K, con un total de Q7, 882 y una tasa de retorno marginal de Q2.08. Para el caso de los materiales JU-2005-1004-2, JU-2006-1052-9 el mayor beneficio económico, se alcanzó al utilizar la combinación de 50-60-50 Kg/ha N-P-K, con un total de Q8, 615 y una tasa de retorno marginal de Q1.76 para el primero; para el segundo se obtuvo un beneficio neto de Q9, 367 y una tasa de retorno marginal de Q4.10.

.

# 9. RECOMENDACIONES

1 Utilizar las dosis de Macronutrientes N-P-K, de 100-60-50 Kg/ha, como una alternativa práctica y viable económicamente, para la producción de frijol en áreas similares, cuando se utilice la variedad ICTA Ligero.

2 Utilizar la dosis de Macronutrientes N-P-K, de 50-60-50 Kg/Ha, como una alternativa práctica y viable económicamente, para la producción de frijol en áreas similares, cuando se utilicen los materiales JU-2005-1004-2 y JU-2006-1052-9.

# 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS


1. Azcón-Bieto, J; Talón, M. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, ES, McGraw-Hill Interamericana. 522 p.

2. Cruz, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida basada en el sistema Holdridge. Guatemala, MAGA. p. 16, 17.

3. Fernández de C, F; Gepts, P; López, M. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.)* (en línea). Cali, CO, CIAT. 34 p. Consultado 24 jun. 2003. Disponible en: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAV570.pdf

4. Guerra Vásquez, HA. 2002. Respuesta genético ambiental de 13 líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris L*.) con tolerancia a estrés por altas temperaturas en siembras bajo riego (en línea). Tesis Ing. Agr. Chiquimula, GT, CUNORI-USAC. 53 p. Consultado 02 abr. 2014. Disponible en: http://cunori.edu.gt/descargas/respuesta_gentico_ambiental_de_13_lneas_de_frijol_phaseolus_vulgaris_l_con_tolerancia_a_estrs_por_altas_te.pdf.

5. Mas Guillén, FM. 2007. Estudio exploratorio sobre tres densidades de siembra y el sitio de aplicación de diferentes niveles de nitrógeno y fosforo en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad de ICTA LIGERO, en el parcelamiento Coyuta, Masagua, Escuintla (en línea). Tesis. Ing. Agr. Guatemala, USAC. 69 p. Consultado. 20 may. 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1812.pdf

6. Masaya S, P. 1984. La situación del cultivo de frijol en Guatemala. *In* Curso internacional sobre la investigación y producción de frijol (1, Guatemala, 1984). Conferencias. Ed. por P Masaya S; JM Días y VE Salguero Navas. Colombia, CIAT. p. 11- 31.

7. _____. 1968. Estudio sobre el abonamiento y densidad de siembra del cultivo de frijol, (*Phaseolus vulgaris L*.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 83 p. Consultado. 10 jun. 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0141.pdf

8. Portilla Campoverde, DM. 2004. Respuesta de tres variedades de frijol a tres poblaciones y dos niveles de nitrógeno (en línea). Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 32 p. Consultado 22 may. 2013. Disponible en: http://biblioteca.idict.villaclara.cu/UserFiles/File/CI%20Frijol/28.PDF

9. Reyes, HM. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re-enseñando el uso de este enfoque (en línea). Guatemala, USAC, Centro de Información Agro Socioeconómica. 32 p. (Boletín Informativo no. 1-2001). Consultado 21 ene. 2014. Disponible en línea http://www.geocities.ws/ mrhdz/pparciales.PDF

10. Rípodas, MA. 2011. Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris L.),* en el distrito de San Juan de Castrovirreyna-Huancavelica (en línea). Perú, UPN. 109 p. Consultado 24 may. 2003. Disponible en http://academicae.unavarra.es/ bitstream/handle/2454/3454/ 577423.pdf?sequence=1

11. Salisbury, F; Ross, C. 2000. Fisiología de las plantas 1: células: agua, soluciones y superficies. España, Para info Thomson Learning. 305 p.

12. Serrano, J; Goñi, I. 2004. Papel del frijol negro (*Phaseolus vulgaris L.),* en el estado nutricional de la población guatemalteca (en línea). Archivos Latinoamericanos de Nutrición 54 (1). Consultado 22 may. 2013. Disponible en: http://www.alanrevista.org/ediciones/2004-1/frijol_negro_phaseolus_vulgaris.asp

13. Tobillas, H; Lira, E. 2000. Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala, escala 1:250,000-memoria técnica (en línea). Guatemala, MAGA; PAFG; INAB. 48 p. Consultado 10 mar. 2014. Disponible en http://www.sigmaga.com.gt/pdfs_sigmaga/001-%20DOC%20MAPA%20CLASIF%20TAXONOMICA%20MEMORIA%20TECNICA.PDF

## 11. ANEXOS

Anexo 1. Boleta de lecturas para variables en estudio.

Tratamiento:

Bloque No:

| Unidad de muestreo | Altura de planta (cm) | Vainas por planta (número) | Rendimiento en Kg/ Ha | Peso promedio de 100 granos (g): | Promedio de granos por vaina (número) |
|---|---|---|---|---|---|
| Planta 1 | | | | | |
| Planta 2 | | | | | |
| Planta 3 | | | | | |
| Planta 4 | | | | | |
| Planta 5 | | | | | |
| Promedio | | | | | |

Fuente: elaboración propia 2014.

Anexo 2. Análisis de varianza en las variables estudiadas en los materiales utilizados JU-2005-1004-2 Y JU-2006-1052-9, sobre distintos tratamientos de N-P-K, en la aldea Javillal del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

a) Análisis de varianza para la variable altura en centímetros sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-5005-1004-2 aldea Javillal, de municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 1989.48 | 284.21 | 1.70 | 0.1638 | NS |
| Bloque | 3 | 2978.29 | 992.76 | 5.93 | 0.0043 | ** |
| Error | 21 | 3514.87 | 167.37 | | | |
| Total | 31 | 8482.64 | | | | |

C.V. 10.90

Fuente: elaboración propia 2014**.**

b) Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-2005-1004-2, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 49.74 | 7.11 | 2.31 | 0.0648 | ** |
| Bloque | 3 | 45.88 | 15.29 | 4.98 | 0.0092 | ** |
| Error | 21 | 64.54 | 3.07 | | | |
| Total | 31 | 160.16 | | | | |

C.V. 15.11

Fuente: elaboración propia 214.

c) Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina sobre los diferentes tratamientos de macronutrientes N-P-K, material JU 2005-1004-2, aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 0.26 | 0.04 | 2.05 | 0.0967 | NS |
| Bloque | 3 | 0.22 | 0.07 | 4.08 | 0.0198 | ** |
| Error | 21 | 0.38 | 0.02 | | | |
| Total | 31 | 0.87 | | | | |

C.V.2.67

Fuente: elaboración propia 2014.

d) Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU 2005-1004-2, aldea Javillal de municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 6.72 | 0.96 | 1.42 | 0.2488 | NS |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bloque | 3 | 2.09 | 0.70 | 1.03 | 0.3992 | NS |
| Error | 21 | 14.17 | 0.67 | | | |
| Total | 31 | 22.98 | | | | |

C.V. 2.69

Fuente: elaboración propia 2014.

e) Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes de N-P-K, material JU 2005-1004-2, aldea Javillal del municipio de Quezaltepeque 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 802056.03 | 114579.43 | 1.67 | 0.1706 | NS |
| Bloque | 3 | 1552751.62 | 517583.87 | 7.55 | 0.0013 | ** |
| Error | 21 | 1439576.69 | 68551.27 | | | |
| Total | 31 | 3794384.34 | | | | |

C.V 10.62

Fuente: elaboración propia 2014.

f) Análisis de varianza para variable altura de la planta en centímetros, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-2006-1052-9 aldea Javillal municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 1257.03 | 179.58 | 1.99 | 0.1045 | NS |
| Bloque | 3 | 1014.13 | 338.04 | 3.75 | 0.0265 | ** |
| Error | 21 | 1891.22 | 90.06 | | | |
| Total | 31 | 4162.38 | | | | |

C.V. 8.90

Fuente: elaboración propia 2014.

g) Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta sobre los diferentes tratamiento evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU-2006-1052-9, aldea Javillal municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 46.58 | 6.65 | 0.81 | 0.5863 | NS |
| Bloque | 3 | 10.69 | 3.56 | 0.44 | 0.7297 | NS |
| Error | 21 | 171.78 | 8.18 | | | |

| | | |
|---|---|---|
| Total | 31 | 229.05 |

C.V: 18.61

Fuente: elaboración propia 2014.

h) Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina sobres los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, material JU 2006-1052-9, aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 0.26 | 0.04 | 0.85 | 0.5617 | NS |
| Bloque | 3 | 0.42 | 0.14 | 3.18 | 0.0450 | * |
| Error | 21 | 0.92 | 0.04 | | | |
| Total | 31 | 1.59 | | | | |

C.V. 4.11

Fuente: elaboración propia 2014.

i) Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutriente N-P-K, materiales JU-2006-1052-9, aldea Javillal municipio de Quezaltepeque Chiquimula 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F. | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 3.90 | 0.56 | 0.92 | 0.5105 | NS |
| Bloque | 3 | 3.34 | 1.11 | 1.84 | 0.1710 | NS |
| Error | 21 | 12.72 | 0.61 | | | |
| Total | 31 | 19.97 | | | | |

C.V 3.09

Fuente: elaboración propia 2014

j) Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes de N-P-K material JU-2006-1052-9, aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque 2013.

| FV | G.L. | S.C. | C.M. | F | p-valor | Significancia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 7 | 864033.91 | 123433.42 | 1.39 | 0.7912 | NS |
| Bloque | 3 | 924894.03 | 30964.77 | 0.35 | 0.2626 | NS |
| Error | 21 | 187044.19 | 89068.68 | | | |
| Total | 31 | 282737.41 | | | | |

C.V. 12.07

Fuente: elaboración propia 2014.

Anexo 3. Costos de producción por hectárea elaborado para los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol en la aldea Javillal del municipio de Quezaltepeque Chiquimula año 2013.

a) Costo de producción por hectárea del tratamiento 1 con dosis de (50-30-50 Kg/Ha, N-P-K ) aldea Javillal municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q2,925.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Cosecha | 15 | Jornal | Q45.00 | Q675.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q2,368.75 |
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Triple 15-15-15 | 4.5 | quintales | Q240.00 | Q1,080.00 | |
| Muriato de Potasio | 0.75 | quintales | Q325.00 | Q243.75 | |
| Total | | | | | Q6,093.75 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q304.70 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q6,398.44 |

Fuente: elaboración propia 2014

b) Costo de producción por hectárea del tratamiento 2 con dosis de (50-30-100 Kg/Ha, N-P-K) aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q2,970.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 11 | Jornal | Q45.00 | Q495.00 | |
| Cosecha | 15 | Jornal | Q45.00 | Q675.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q2,970.00 |
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Triple 15-15-15 | 4.5 | quintales | Q240.00 | Q1,080.00 | |
| Muriato de Potasio | 2.6 | quintales | Q325.00 | Q845.00 | |
| Total | | | | | Q6,740.00 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q337.00 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q7,077.00 |

Fuente: elaboración propia 2014

c) Costo de producción por hectárea del tratamiento 3 con dosis de (50-60-50 Kg/Ha, N-P-K) aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q2,970.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cosecha | 16 | Jornal | Q45.00 | Q720.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q2,608.25 |
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Map | 2.6 | quintales | Q370.00 | Q962.00 | |
| Muriato de Potasio | 1.85 | quintales | Q325.00 | Q601.25 | |
| Total | | | | | Q6,378.25 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q318.12 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q6,698.16 |

Fuente: elaboración propia 2014

d) Costo de producción por hectárea del tratamiento 4 con dosis de (50-60-100 Kg/Ha N-P-K) aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q3,105.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cosecha | 17 | Jornal | Q45.00 | Q765.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q3,209.50 |
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Map | 2.6 | quintales | Q370.00 | Q905.00 | |
| Muriato de Potasio | 3.7 | quintales | Q325.00 | Q1,202.50 | |
| Total | | | | | Q7,114.50 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q355.7.00 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q7,470.23 |

Fuente: elaboración propia 2014.

e) Costo de producción por hectárea del tratamiento 5 con dosis de (100-30-50 Kg/Ha N-P-K), aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q3,150.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 13 | Jornal | Q45.00 | Q585.00 | |
| Cosecha | 17 | Jornal | Q45.00 | Q765.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q2,587.25 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Urea | 0.97 | quintales | Q250.00 | Q242.50 | |
| Muriato de Potasio | 0.75 | quintales | Q325.00 | Q243.75 | |
| Triple 15-15-15 | 4.4 | quintales | Q240.00 | Q1,056.00 | |
| Total | | | | | Q6,537.25 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q326.86 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q6,864.11 |

Fuente: elaboración propia 2014.

f) Costo de producción por hectárea del tratamiento 6 con dosis de (100-30-100 Kg/Ha N-P-K), aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q3,015.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 11 | Jornal | Q45.00 | Q495.00 | |
| Cosecha | 16 | Jornal | Q45.00 | Q720.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q3,188.50 |
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Urea | 0.97 | quintales | Q250.00 | Q242.50 | |
| Muriato de Potasio | 2.6 | quintales | Q325.00 | Q845.00 | |
| Triple 15-15-15 | 4.4 | quintales | Q240.00 | Q1,056.00 | |
| Total | | | | | Q7,003.50 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q350.18 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q7,353.70 |

Fuente: elaboración propia 2014.

g) Costo de producción por hectárea del tratamiento 7 con dosis de (100-60-50 Kg/Ha N-P-K) aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q2,925.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Cosecha | 15 | Jornal | Q45.00 | Q675.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q3,070.75 |
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Urea | 1.85 | quintales | Q250.00 | Q462.50 | |
| Muriato de Potasio | 1.85 | quintales | Q325.00 | Q601.25 | |
| Map | 2.6 | quintales | Q370.00 | Q902.00 | |
| Total | | | | | Q6,795.75 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q392.14 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q8,234.89 |

Fuente: elaboración propia 2014.

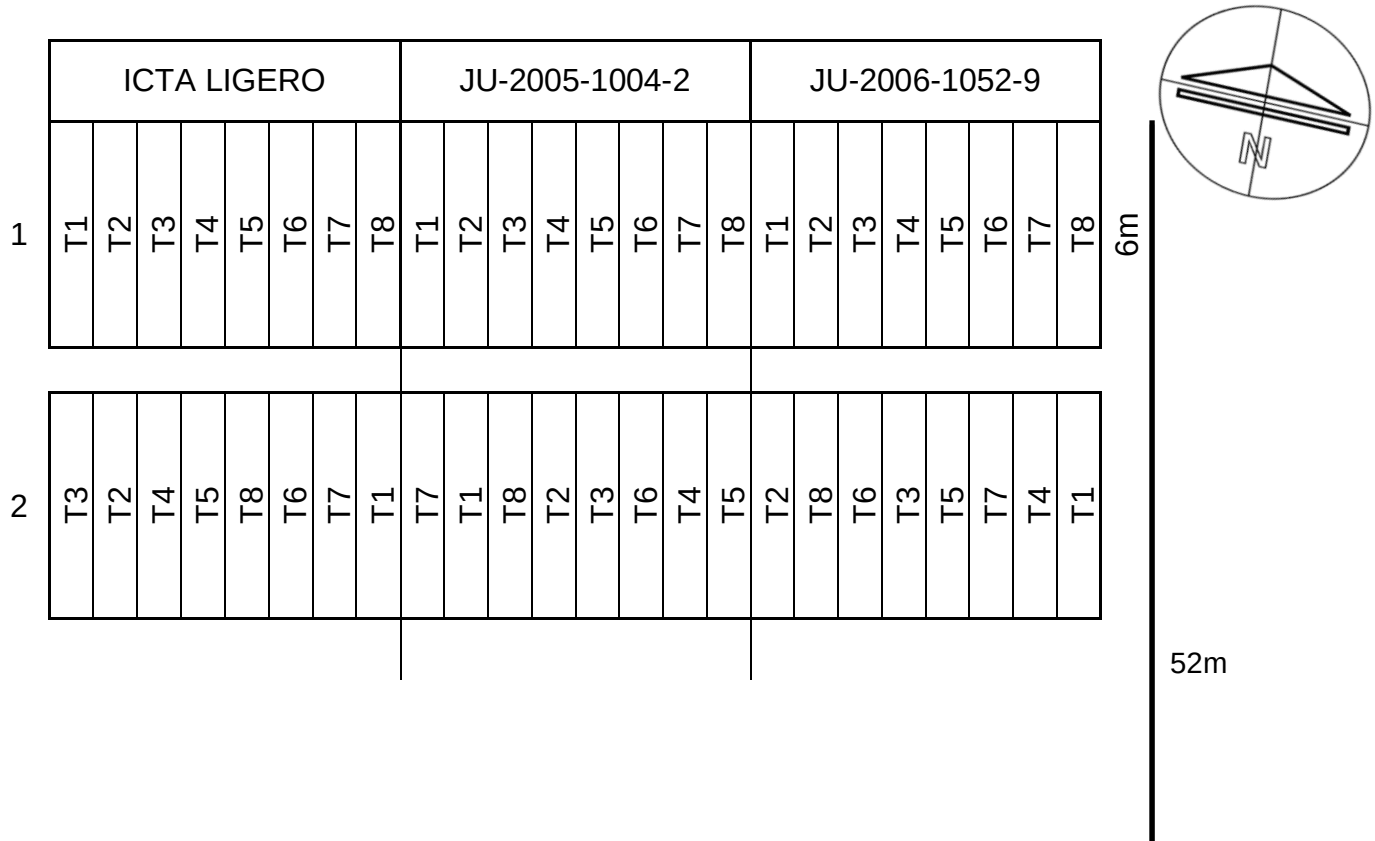
h) Costo de producción por hectárea del tratamiento 8 con dosis (100-60-100 Kg/Ha N-P-K) aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula.

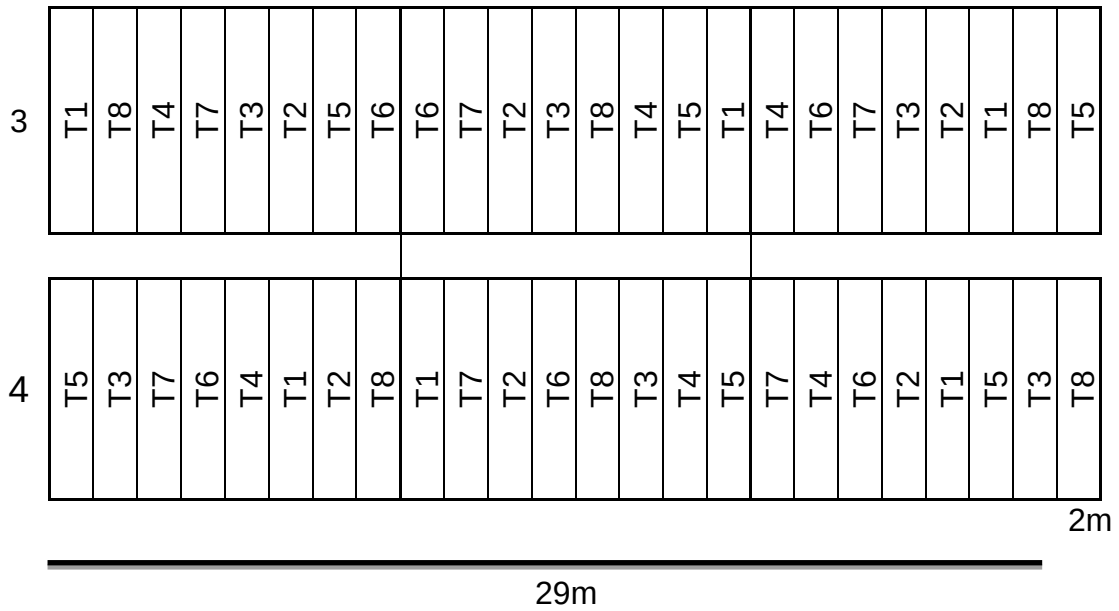
| EGRESOS | Cantidad | Unidad de medida | Costo unitario | Sub Total | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Renta o valor de la tierra | | | | | Q800.00 |
| Arrendamiento | 1 | Ha | Q800.00 | Q800.00 | |
| 2. Mano de Obra | | | | | Q3,060.00 |
| Preparación del terreno | 6 | Jornal | Q45.00 | Q270.00 | |
| Siembra | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de plagas y enfermedades | 12 | Jornal | Q45.00 | Q540.00 | |
| Control de malezas | 10 | Jornal | Q45.00 | Q450.00 | |
| Aplicación de fertilizante | 13 | Jornal | Q45.00 | Q585.00 | |
| Cosecha | 15 | Jornal | Q45.00 | Q675.00 | |
| 3. INSUMOS | | | | | Q3,644.50 |
| Semilla | 80 | Libras | Q4.00 | Q320.00 | |
| Insecticidas | 4 | Litros | Q50.00 | Q200.00 | |
| Fungicidas | 3 | Libras | Q50.00 | Q150.00 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Herbicidas | 5 | Litros | Q45.00 | Q225.00 | |
| Insecticidas granulados | 6 | Libras | Q25.00 | Q150.00 | |
| Muriato de Potasio | 1.5 | quintales | Q325 | Q487.50 | |
| Triple 15-15-15 | 8.8 | quintales | Q240 | Q2,112.00 | |
| Total | | | | | Q7,504.50 |
| Imprevistos (5%) | | | | | Q375.23 |
| TOTAL EGRESOS | | | | | Q7,879.73 |

Fuente: elaboración propia 2014.

Anexo 4. Croquis de la distribución de los tratamientos evaluados por cada variedad, en el área experimental, en la aldea Javillal del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.






Anexo 5. Análisis físico químico de suelo utilizado en el ensayo en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

**CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-**
**LABORATORIO DE SUELOS**
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nombre Propiertario: | Felipe Martinez | No. Muestra: | 01 |
| Nombre de Finca: | La Arada | Fecha: | 23/08/2013 |
| Localización: | Aldea Jabillal, Quezaltepeque | Teléfono: | 50622916 |
| Identif. de la muestra: | | | |
| Cultivo: | | | |

**ANALISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES**

**TEXTURA DEL SUELO**

Textura **Franco Arcilloso**

| | |
|---|---|
| % Arcilla | 32.15% |
| % Limo | 35.87% |
| % Arena | 31.98% |

**MATERIA ORGANICA (%)**

| | | |
|---|---|---|
| Resultados | 1.25 | % |
| Rango Adecuado | 3 - 5 | % |

**RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO**

| DETERMINACIONES | | | RESULTADOS | Rango Adecuado | Representación Gráfica Bajo | Adecuado | Alto |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ph | | | 5.20 | 5.5 - 7.5 | | | |
| Nitrogeno | N | ppm | - | - | | | |
| Fósforo | P | ppm | 14.08 | 20 - 40 | | | |
| Potasio | K | ppm | 276.25 | 125 - 200 | | | |
| Calcio | Ca | meq/100 grs | 4.20 | 3 - 6 | | | |
| Magnesio | Mg | meq/100 grs | 1.25 | 1.5 - 2 | | | |
| Hierro | Fe | ppm | 38.90 | 30 - 50 | | | |
| Cobre | Cu | ppm | 3.50 | 2 - 3.5 | | | |
| Manganeso | Mn | ppm | 42.50 | 30-50 | | | |
| Zinc | Zn | ppm | 3.50 | 3 - 6 | | | |

Anexo 5. Resultados de rendimiento obtenidos a nivel de campo en Kg/ha, en el estudio realizado, sobre los diferentes tratamientos evaluados de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol, en la aldea Javillal, del municipio de Quezaltepeque, Chiquimula 2013.

| Bloque | Tratamientos | Rendimiento en KG/Ha variedad, ICTA Ligero | Rendimiento en KG/Ha Variedad JU-2005-1004-2 | Rendimiento en kg/ha variedad JU-2006-1054-9 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1688.90 | 1775.6 | 2397.0 |
| 1 | 2 | 1472.42 | 1893.9 | 1982.7 |
| 1 | 3 | 1692.61 | 2012.3 | 2826.1 |
| 1 | 4 | 1647.73 | 1775.6 | 2545.0 |
| 1 | 5 | 1780.30 | 1805.2 | 2456.2 |
| 1 | 6 | 1926.07 | 2367.4 | 2471.0 |
| 1 | 7 | 2115.89 | 2604.2 | 2278.6 |
| 1 | 8 | 2263.85 | 2840.9 | 2278.6 |
| | | | | |
| 2 | 1 | 2128.33 | 2012.3 | 2485.8 |
| 2 | 2 | 1641.11 | 2189.9 | 2515.4 |
| 2 | 3 | 1420.45 | 2604.2 | 2737.3 |
| 2 | 4 | 1808.71 | 2545.0 | 2352.6 |
| 2 | 5 | 2111.74 | 2367.4 | 2426.6 |
| 2 | 6 | 2233.08 | 2485.8 | 2530.2 |
| 2 | 7 | 2570.18 | 2426.6 | 2263.8 |
| 2 | 8 | 2399.29 | 2604.2 | 3062.9 |
| | | | | |
| 3 | 1 | 1993.78 | 2515.4 | 2308.2 |
| 3 | 2 | 2426.61 | 2189.9 | 2044.9 |
| 3 | 3 | 2130.68 | 2485.8 | 2397.0 |
| 3 | 4 | 1666.67 | 2604.2 | 2752.1 |
| 3 | 5 | 2041.90 | 2781.7 | 2663.4 |
| 3 | 6 | 2811.32 | 2840.9 | 1893.9 |
| 3 | 7 | 2432.79 | 2722.5 | 2604.2 |
| 3 | 8 | 2202.25 | 2840.9 | 2870.5 |
| | | | | |
| 4 | 1 | 1982.72 | 2840.9 | 2027.1 |
| 4 | 2 | 2249.05 | 2604.2 | 2189.9 |
| 4 | 3 | 1775.57 | 2722.5 | 2515.4 |
| 4 | 4 | 2071.50 | 2485.8 | 2308.2 |
| 4 | 5 | 1805.16 | 3136.8 | 2826.1 |
| 4 | 6 | 2189.87 | 2840.9 | 2441.4 |
| 4 | 7 | 2432.77 | 2471.0 | 3255.2 |
| 4 | 8 | 2826.11 | 2515.4 | 2397.0 |