



CRIA

Programa Consorcios
Regionales de
Investigación Agropecuaria



Evaluación de cuatro métodos de aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris L.*, en dos localidades del corredor seco de Guatemala



Ing. Mario Jordán Aguirre
Ing. Diego Gudiel Escobar
Raúl García Sosa

Centro Universitario de Oriente (CUNORI)

Guatemala, 2016





Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). Las opiniones expresadas en esta publicación son las de su(s) autor(es) o institución(es) a las que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Contenido

Página

Resumen	1
1. Introducción	3
2. Marco Teórico	5
3. Objetivos	9
4. Hipótesis	10
5. Metodología	11
6. Resultados	16
7. Conclusiones	36
8. Recomendaciones	37
9. Bibliografía	38



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

Evaluación de cuatro métodos de aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris L.* en dos localidades del corredor seco de Guatemala - 2016.

Ing. Mario Jordán Aguirre (CUNORI)¹
Ing. Diego Gudiel Escobar (CUNORI)²
Raúl García Sosa (Tesisista CUNORI)³

Resumen

La presente investigación se realizó en dos localidades del corredor seco de Guatemala, siendo San Juan Ermita e Ipala, pertenecientes al departamento de Chiquimula. El objetivo fue evaluar cuatro métodos de fertilización, para identificar el método que presente mayor productividad, eficiencia técnica y rentabilidad en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris L.*, variedad ICTA Ligerero. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 5 repeticiones.

Se evaluaron 4 tratamientos: •fertilización al voleo, •fertilización con chuzo sembrada a cinco centímetros de la postura •fertilización con chuzo sembrado a cada dos posturas y •fertilización hidrosoluble. Para ello se utilizó fertilizante granular 15-15-15 para las primeras tres y fertilizante hidrosoluble 20-20-20 para el restante. Como variables de respuesta se evaluaron: altura de planta, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento de grano.

De acuerdo con los resultados estadísticos, no se presentan diferencias significativas en ninguna de las variables en respuesta a los métodos de fertilización aplicados. Como promedio en rendimiento de grano, levemente respondió mejor el método aplicado con chuzo sembrado a cada postura en ambas localidades.

En cuanto al análisis económico, se presentó que para la localidad de San Juan Ermita, la fertilización al voleo presenta la mejor relación beneficio costo con 0.63, siendo el tratamiento que menos pérdidas representa; y para la localidad de Ipala, la fertilización hidrosoluble presentó la mejor relación beneficio costo, siendo de 1.21. Según el MAGA, los rendimientos reportados para la región de San Juan Ermita fueron de 308.9 kg/ha. En el ensayo establecido en dicha localidad, la fertilización sembrada manualmente por postura presentó un rendimiento de 356.7 kg/ha, lo que representa un incremento del 15.47% sobre la producción local.

^{1/2} Ing. Agr. Profesores-Investigadores afiliados -CUNORI-
³ Investigador Auxiliar -CUNORIEVALUACIÓN



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el frijol es uno de los componentes básicos de la dieta alimenticia de la mayoría de la población. El consumo regular de este grano, ayuda a prevenir la desnutrición, ya que representa un aporte importante de proteínas, brindando hasta un 22%, lo cual es relevante, debido al contenido similar de proteína en la carne.

Uno de los mayores problemas a los que se enfrentan las personas productoras de frijol negro es el bajo rendimiento, causado en muchos casos, por la ausencia de buenas prácticas agrícolas que les permitan optimizar sus recursos e insumos, en beneficio de la productividad del sistema de producción.

En el país están delimitadas cuatro regiones que sobresalen como productoras de frijol, las cuales por orden de importancia son: •Región Oriental, •Región Altiplano, •Región del Norte y la •Región del Sur. El 38% del frijol negro que se produce en Guatemala se cultiva en la Región Oriente, que comprende los departamentos de Jutiapa, Jalapa, Chiquimula y Zacapa (INE, 2008).

El cultivo de frijol se realiza en un sistema de producción poco tecnificado, por lo que para obtener buenos rendimientos, es indispensable mejorar una de los factores de la producción relacionados con una fertilización eficiente. El método más utilizado por los productores de nuestra región, es al voleo. Sin embargo, no se tiene conocimiento sobre su eficiencia y si otros métodos de aplicación influyen notablemente en los rendimientos.

El propósito de esta investigación, fue evaluar el rendimiento que presentan cuatro formas de aplicación de los fertilizantes, sobre el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris L.*; analizando también variables como altura de la planta, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y la relación beneficio/costo en cada uno de los métodos.

El ensayo se estableció en el mes de septiembre y se cosechó en el mes de noviembre 2016. La siembra en esta época es denominada de “segunda”. La investigación se realizó bajo las condiciones ambientales de los municipios de San Juan Ermita e Ipala del departamento de Chiquimula.



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen y diversidad del frijol *P. vulgaris*

Se acepta sin controversia alguna el origen americano del frijol *P. vulgaris* L. Investigaciones arqueológicas han permitido ubicar restos del cultivo de frijol en diversos sitios de Estados Unidos, México y Perú. A pesar de que, como puede verse, en América Latina el frijol ha venido cultivándose desde tiempos ancestrales no se sabe cuándo el frijol escapó de la parcela familiar para convertirse en un cultivo de importancia económica, ni el suceso que motivó su expansión. (Vavilov, 1951).

Existe un acuerdo que *Phaseolus* es originario del continente americano y las especies del viejo mundo pasan al género *Vigna*. (CIAT, 1984).

Debouck (1988), indica que existen 5 especies que actualmente son cultivadas en el continente americano: • *Phaseolus vulgaris* L. • *Phaseolus lunatus* • *Phaseolus coccineus* • *Phaseolus acutifolius*. var *latifolius* • *Phaseolus polyanthus*.

El género *Phaseolus* tiene un amplio rango de adaptación, desde climas semiáridos hasta tierras altas, húmedas y frías de Guatemala. Condiciones de temperaturas cálidas, son mejores para *P. vulgaris*, ésta se encuentra entre alturas de 500 a 1800 msnm (Simmons, 1984).

2.2. Importancia del frijol

Dentro del grupo de las leguminosas comestibles, el frijol común es una de las más importantes, debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por ser un suplemento nutricional en la dieta alimenticia de los habitantes de Centro y Sur América. Desde el punto de vista de la cantidad consumida, las leguminosas ocupan el segundo lugar, después de los cereales. (Poey, 1979).

En el país, dentro de los granos básicos, el frijol ocupa el segundo lugar después del maíz, tanto por la superficie sembrada como por la cantidad que consume la población. El frijol se cultiva a nivel nacional variando, desde luego, el área de siembra, los rendimientos y las tecnologías de una región u otra.

Para los guatemaltecos, especialmente para aquellos de escasos recursos económicos, el frijol es importante para la dieta. El frijol de color negro es el preferido y es un cultivo practicado por agricultores de bajos recursos económicos y utilizando principalmente suelos marginales y frecuentemente es asociación con otros cultivos como el maíz.

Como producto alimenticio básico, la demanda siempre aumenta, es comprensible la tendencia al alza que se observa, tanto en el número de fincas, como en la superficie cosechada y la producción obtenida. (INE, 2003).

2.3. Descripción de la planta

De acuerdo con Molina (1972), el frijol es una especie anual, originaria de América Central, el Sur de México y Sur América, en estos lugares se cultiva desde épocas precolombinas. Hoy en día se encuentran especies silvestres en ciertos lugares de Sur América, el frijol es sin duda la especie más importante del género *Phaseolus*. Es una planta con un sistema radicular bien desarrollado, compuesto de una raíz principal y muchas raíces secundarias ramificadas en la parte superior del suelo. Los tallos son débiles, angulosos, de sección cuadrangular y de altura muy variable de acuerdo a la variedad.

El porte de la planta está determinado por la forma y posición de tallos; si el tallo principal presenta una inflorescencia terminal, el crecimiento de éste se detiene rápidamente (crecimiento determinado), las plantas son enanas y erectas. Si el tallo no produce esta inflorescencia aparecen axilas y la planta será guiadora o trepadora (crecimiento indeterminado). Las inflorescencias, ya sea en racimos terminales o axilas, tienen péndulos erguidos y algo vellosos, cada péndulo lleva numerosas flores. El número de flores puede ser de unas pocas hasta 30 o más; las hojas son alternas, compuestas de tres folíolos, con los extremos acuminados, los frutos o vainas son de tamaño variado, éstas pueden medir de 6 a 22 cm de largo. La textura de las vainas es variada dependiendo de la presencia de ciertos tejidos fibrosos que se llaman corrientemente “hebras” (Vásquez, 1984).

2.4. Importancia en la fertilización de frijol

La agricultura es un sector económico estratégico y multifuncional, que tiene como principal finalidad, asegurar de forma independiente una producción de alimentos y diversas materias primas suficientes, para cubrir las necesidades de una población humana creciente. Aunque la evolución de las técnicas agrícolas ha sido continua desde los inicios de la agricultura, hace unos 8,000 – 10,000 años, en nivel de desarrollo científico de la sociedad, es a partir de mediados del siglo XX, cuando el avance fue más sobresaliente, dando lugar a aumentos espectaculares en las producciones agrícola (Thevenet, 1995). En el citado avance tecnológico que generó el llamado cultivo intensivo o convencional, han contribuido las mejoras logradas en distintas técnicas agrarias como las variedades seleccionadas, la fertilización, el riego, la protección, etc. (FNUAP, 2004).

En cuanto a la fertilización del suelo, basada inicialmente en la utilización de los residuos orgánicos disponibles, principalmente estiércoles y fertilizantes inorgánicos de origen natural, 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. El objetivo de la fertilización es aplicar los fertilizantes en el momento oportuno y en el lugar adecuado para que sean aprovechados por la planta de una mejor manera. La fertilización debe ser aplicada en el momento de la siembra o entre 8 a 10 días después de la misma, teniendo el cuidado que el fertilizante no entre en contacto con la semilla, contribuyendo a que las raíces lo absorban oportunamente (Poey, 1979).

Según Cooke (1981), el frijol por ser una planta leguminosa forma nódulos, producto de la simbiosis de las bacterias del género *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 y requiere una ligera fertilización nitrogenada para cubrir esta necesidad, con el fin de fomentar el rápido desarrollo inicial del cultivo.

De acuerdo con Álvarez (1988), las leguminosas se ayudan con las simbiosis del *Rhizobium*, pero sus rendimientos se elevan considerablemente con la aplicación del elemento nitrógeno; de ahí que con frecuencia sea necesario suministrarle una ligera fertilización nitrogenada en la época de siembra para el rápido desarrollo inicial del cultivo. También señala que las necesidades en el frijol son altas, y que en muchos casos la fertilidad natural de los suelos no es suficiente para cubrir los requerimientos del mismo, recurriéndose por ello a la fertilización nitrogenada.

El rendimiento de un cultivo aumenta a medida que aumenta el fertilizante aplicado, pero después de llegar a 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 ésta última unidad de fertilizante (Fagaria y Baligar, 1997).

Ramírez (2013) evaluó diferentes niveles de N-P-K en la variedad ICTA Ligerito en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. Concluyó que el mejor beneficio neto se obtuvo al utilizar la combinación 100-60-50 kg/ha de N-P-K. Por su parte, García (2013), utilizando la variedad ICTA Ligerito en el municipio de Agua Blanca, Jutiapa, determinó que el mejor beneficio neto lo brindaba la combinación 50-60-100 kg/ha de N-P-K. El método de aplicación de fertilizantes utilizado en las anteriores investigaciones, fue de manera manual utilizando la herramienta conocida como chuzo.



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar cuatro métodos para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris L.* color negro, en dos localidades del corredor seco de Guatemala, para identificar el método que presente mayor productividad, eficiencia técnica y rentabilidad.

3.2. Objetivos específicos

- Comparar los componentes del rendimiento relacionados con la altura de las plantas, vainas por planta, granos por vaina y peso de 100 granos entre los tratamientos; para identificar el método de aplicación de fertilizantes que favorece el desarrollo de las plantas de frijol.
- Determinar el rendimiento en kg/ha. de los tratamientos evaluados en el cultivo de frijol, para identificar el método de aplicación de fertilizantes que presente mayor productividad y eficiencia.
- Calcular la relación beneficio/costo de los cuatro métodos utilizados para la aplicación de los fertilizantes en el cultivo de frijol común *Phaseolus vulgaris L.* color negro, con la finalidad de establecer que métodos presentan mayor rentabilidad.

4. HIPÓTESIS

- Los cuatro métodos utilizados para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol negro, no presentan diferencias estadísticamente significativas en la altura de las plantas.
- Los cuatro métodos utilizados para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol negro, no presentan diferencias estadísticamente significativas en el número de vainas por planta.
- Los cuatro métodos utilizados para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol negro, no presentan diferencias estadísticamente significativas en el número de granos por vaina.
- Los cuatro métodos utilizados para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol negro, no presentan diferencias estadísticamente significativas en el peso de 100 granos.
- Los cuatro métodos utilizados para la aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol negro, no presentan diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en kg/ha de grano.

5. METODOLOGÍA

5.1. Localización

Los ensayos se establecieron en la zona del corredor seco del departamento de Chiquimula, en los municipios de San Juan Ermita e Ipala. En cada localidad se estableció un experimento independiente, por cada uno de los cuatro métodos de aplicación de fertilizantes evaluados.

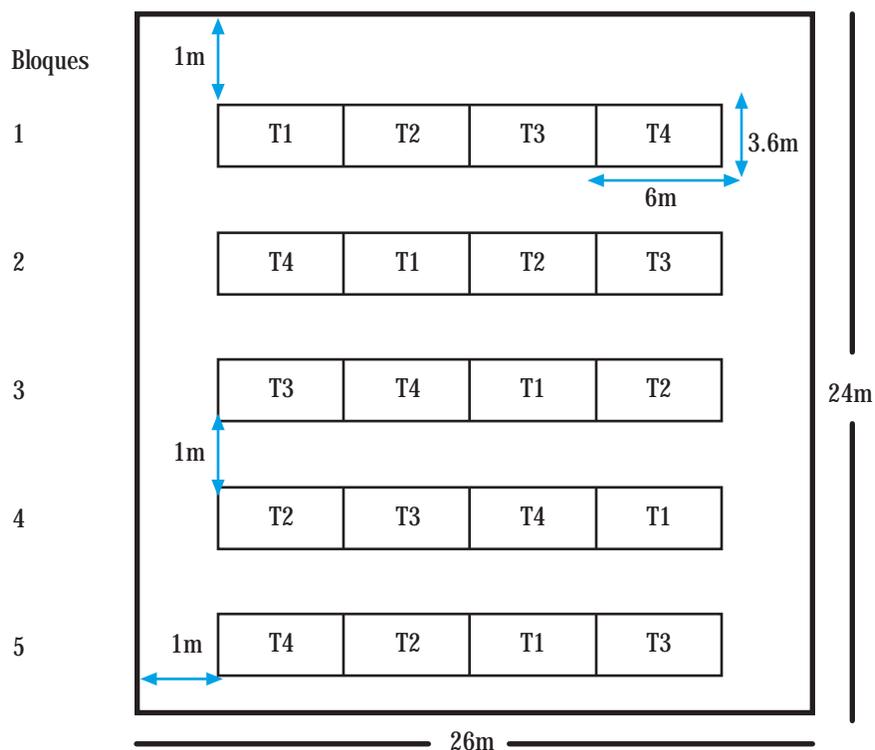
5.2. Delimitación temporal

Los ensayos se establecieron en el mes de septiembre y se cosechó en el mes de noviembre del 2016, en la época llamada de segunda o postrera.

5.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en la evaluación fue el de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones.

Imagen 1.
Croquis del área experimental en la evaluación de métodos de aplicación de fertilizantes para la producción del frijol, en dos localidades del corredor seco, departamento de Chiquimula, Guatemala. 2016.



5.4. Tratamientos utilizados en la evaluación

• Fertilización al voleo (T1)

Este método se realizó de forma manual aplicando el fertilizante con la fórmula comercial 15-15-15 mezcla química a razón de 390kg/ha, equivalente a 6 qq/mz distribuido en dos aplicaciones. La primera aplicación a los 8 días después de la germinación y la segunda aplicación a los 25 días después de la germinación.

• Aplicación manual de fertilizante (utilizando chuzo) por postura (T2)

Para este tratamiento la aplicación se realizó a 5 cm de cada postura, utilizando chuzo y enterrándolo a aproximadamente 5 cm de profundidad, usando fertilizante con la fórmula comercial 15-15-15 mezcla química distribuida en dos aplicaciones a razón de 195 kg/ha por aplicación. La primera aplicación a los 8 días después de la germinación y la segunda aplicación a los 25 días después de la germinación.

• Aplicación manual de fertilizante (utilizando chuzo) cada dos posturas (T3)

En este método la aplicación de fertilizante se realizó cada dos posturas utilizando la herramienta conocida como chuzo y enterrándolo en medio de dos plantas, para que las raíces tengan la capacidad de captar nutrientes. La cantidad de fertilizante por aplicación fue el doble que el tratamiento en el que se aplicó fertilizante por postura. Se utilizó como fertilizante la fórmula comercial 15-15-15 mezcla química, en la que se realizaron dos aplicaciones a razón de 195 kg/ha. La primera aplicación a los 8 días después de la germinación y la segunda aplicación a los 25 días después de la germinación.

• Aplicación de fertilizante hidrosoluble con una bomba de mochila dosificadora de 20 litros (T4)

En este tratamiento se utilizó una bomba dosificadora, con la cual se aplicó el fertilizante disuelto en agua a cada postura. Usando fertilizante hidrosoluble con fórmula comercial 20-20-20, distribuida en dos aplicaciones. Cada aplicación con una dosis de 25cc por postura. La primera aplicación a los 18 días después de la germinación a razón de 42.25 kg/ha y la segunda aplicación a los 28 días después de la germinación a razón de 65 kg/ha.

5.5. Tamaño de la parcela bruta

El área de las parcelas fue de 21.6 m², que consistía de 3.60 m de ancho y 6.0 m de longitud; donde se establecieron 9 surcos a un distanciamiento de 0.30 m entre plantas y 0.40 m entre surcos.

5.6. Tamaño de la parcela neta

El tamaño de la parcela neta fue de 4.80 m de longitud por 1.2 m de ancho, cubriendo un área de 5.76 m².

5.7. Modelo estadístico

5.7.1. Análisis de varianza individual

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

Donde:

Y_{ij} = cada observación en la unidad experimental.

$i = 1, 2, \dots, 4$ tratamientos.

$j = 1, 2, \dots, 5$ repeticiones.

μ = efecto de la media general.

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = efecto del j -ésimo bloque.

ϵ_{ij} = efecto del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

5.8. Variables de respuesta

En la evaluación de cada tratamiento se midieron las siguientes variables:

- **Altura de la planta**

Previo a realizar la cosecha de cada parcela neta se tomaron al azar dieciséis plantas que sirvieron para determinar su altura y el promedio correspondiente. Utilizando para el efecto una regla graduada en centímetros.

- **Vainas por planta**

Se tomaron al azar dieciséis plantas de cada parcela neta, de las que se recolectaron las vainas para contarlas y determinar el promedio correspondiente por planta.

- **Granos por vaina**

Se tomaron al azar 50 vainas de cada parcela neta y se procedió a retirarles y contar los granos, para obtener el promedio por vaina.

- **Peso de 100 granos**

Cuando el grano presentó 12% de humedad, se tomaron al azar 100 granos de cada tratamiento y se determinó el peso en gramos.

- **Rendimiento de grano**

Luego del aporreo, secado y limpieza del grano de cada parcela neta, se procedió a pesar el mismo. Con este dato se proyectó el rendimiento en kg/ha de cada tratamiento en cada repetición.

- **Rentabilidad por cada tratamiento**

Se llevaron registros de costos (insumos, herramientas, mano de obra, etc.), con el fin de determinar el costo de producción en cada tratamiento. Con base en el rendimiento que se obtuvo, se hicieron los cálculos necesarios para proyectar los ingresos que generó cada tratamiento, para determinar la rentabilidad.

5.9. Analisis de la información

Para analizar las variables indicadas, se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) y se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. También se analizó la relación beneficio/costo de los tratamientos, para identificar cual presentó mejor relación y rentabilidad.

5.10. Manejo agronómico

5.11. Preparación del terreno

Se delimitó el área de siembra y luego se procedió a dar paso a la limpieza de las malezas de forma química con glifosato de 8 a 10 días antes de la siembra.

5.11.1. Tratamiento de semilla

Para prevenir el daño de la semilla causado por las plagas y hongos existentes en el suelo, se aplicó el tratador de semilla Penflufen + Imidacloprid (6 cc/kg de semilla) para proteger la semilla ante ambos peligros.

5.11.2. Siembra

La distancia de siembra que se utilizó para los ensayos fue de 0.30 m entre planta y 0.40 m entre surcos, colocando 4 granos por postura, realizando un raleo al momento de la germinación, para obtener 3 plantas por postura y una densidad de 250,000 plantas por hectárea.

5.11.3. Fertilización

Para los primeros tres tratamientos (T1, T2 y T3), se hicieron dos aplicaciones al suelo de 195 kilogramos de fertilizante por hectárea, para un total de 390 kilogramos (por hectárea).

- La primera fertilización con la fórmula comercial 15-15-15 (195 kg/ha) a los 8 días después de la germinación.
- La segunda con la fórmula comercial 15-15-15 (195 kg/ha) a los 25 días después de la germinación.

Para el tratamiento número 4 (T4) se realizaron dos fertilizaciones a razón de 107.25 kilogramos por hectárea “en drench o tronqueado” con fertilizante hidrosoluble de formulación comercial 20-20-20. A los 18 días después de la

germinación (42.25 kg/ha) se aplicaron 0.408 kilogramos de fertilizante por bomba de mochila de 20 litros y a los 28 días después de la germinación (65 kg/ha) se aplicó 0.624 kilogramos de fertilizante por bomba de mochila de 20 litros, aplicando 25 cc de la mezcla por postura, para ambas concentraciones.

En todos los tratamientos se realizaron dos fertilizaciones foliares enriquecidos con Calcio, Boro y Zinc (1.43 litro/ha).

- La primera fertilización foliar se realizó entre los primeros 10 a 15 días después de la germinación.
- La segunda fertilización foliar se realizó al momento de la floración, entre los días 25 y 30 después de la germinación.

También se realizaron dos aplicaciones de fertilizante foliar completo con elementos nutricionales NPK (11-8-6) más elementos menores (1.43 litros/ha). Estas aplicaciones se realizaron en mezcla con Boscalid + Piraclostrobina a los 15 días, y en mezcla con Propineb a los 25 días después de la germinación. Las fertilizaciones foliares fueron las mismas para los cuatro tratamientos.

5.11.4. Control de malezas

El control de las malezas se llevó a cabo desde la preparación del terreno (entre 8 a 10 días antes de la siembra) aplicando Glifosato a razón de 2.86 litros/ha. La siguiente aplicación se realizó 1 día después de la siembra con Pendimetalin a 2.86 litros/ha. Por último se hizo una aplicación de Fomesafeno (control de maleza de hoja ancha 360 cc/ha) a los 35 días después de la germinación.

5.11.5. Control de plagas

Se realizó una aplicación de Metaldehido (2.86 kg/ha) para el control de babosas y caracoles. Se utilizaron insecticidas sistémicos y de contacto. La primera aplicación se realizó con Alphacypermethrin + Teflubenzuron (286 cc/ha), actúa contra insectos chupadores y masticadores, la segunda aplicación se realizó con Lambdacihalotrina + Tiametoxam (130 cc/ha). Estas aplicaciones dependieron mucho de la incidencia de las plagas en el momento de la producción.

5.11.6. Control de enfermedades

Se realizaron 3 aplicaciones para el control de enfermedades, se aplicó Boscalid + Piraclostrobina (0.286 kg/ha) a los 15 y 35 días después de la germinación y para alternar se aplicó el fungicida Propineb (2.15 kg/ha) a los 25 días después de la germinación.

5.11.7. Cosecha

Se realizó la cosecha al observar que las plantas habían finalizado en su madurez fisiológica, entre los 75 a 80 días después de la siembra. Las plantas fueron arrancadas de forma manual, separando la producción de cada parcela neta para cuantificar el rendimiento de cada tratamiento.

6. RESULTADOS

Para la evaluación agronómica de cuatro métodos de aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol negro *P. vulgaris* se tomaron en cuenta las siguientes variables: altura de la planta, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento de grano (kg/ha.). Las cuales se evaluaron por medio de análisis de varianza (ANDEVA) con un grado de confiabilidad del 95%.

6.1. Localidad de San Juan Ermita

a) Altura de la Planta

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en el crecimiento de las plantas de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario hacer la medición de las plantas unos días previos a la cosecha, cuando el crecimiento vegetativo se detiene y empieza a alcanzar su madurez fisiológica. El cuadro 1 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable altura en la localidad de San Juan Ermita.

Cuadro 1.

Análisis de varianza para la variable altura de la planta en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	20	0.22		0.00	16.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	56.32	7	8.05	0.49	0.8215
TRATAMIENTOS	36.17	3	12.06	0.74	0.5478
BLOQUES	20.15	4	5.04	0.31	0.8661
Error	195.28	12	16.27		
Total	251.60	19			

El coeficiente de variación obtenido fue de 16.07. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable altura de la planta, pues alcanzó un p-valor de 0.5478, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el crecimiento de las plantas. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

b) Vainas por planta

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en la cantidad de vainas por planta de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario contar previamente a la cosecha las vainas de 16 plantas de cada parcela neta. El cuadro 2 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable vainas por plantas en la localidad de San Juan Ermita.

Cuadro 2.

Análisis de varianza para la variable vainas por planta en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
VAINAS POR PLANTA	20	0.20		0.00	24.57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.92	7	0.56	0.43	0.8668
TRATAMIENTOS	3.21	3	1.07	0.82	0.5083
BLOQUES	0.71	4	0.18	0.13	0.9664
Error	15.71	12	1.31		
Total	19.63	19			

El coeficiente de variación obtenido fue de 24.57. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable vainas por planta, pues alcanzó un p-valor de 0.5083, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el número de producción de vainas por planta. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

c) Granos por vaina

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en la cantidad de granos por vaina de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario extraer como muestra 50 vainas de cada parcela neta, que fueron tomadas en momento de la cosecha, de las cuales se hizo un conteo de los granos que contenían en su interior. El cuadro 3 muestra análisis de varianza que se realizó para la variable granos por vaina en la localidad de San Juan Ermita.

Cuadro 3.

Análisis de varianza para la variable granos por vaina en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	
GRANOS POR VAINA	20	0.52		0.24	8.10	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	1.21	7	0.17	1.87	0.1632	
TRATAMIENTOS	0.08	3	0.03	0.30	0.8264	
BLOQUES	1.13	4	0.28	3.04	0.0601	
Error	1.11	12	0.09			
Total	2.32	19				

El coeficiente de variación obtenido fue de 8.10. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable granos por vaina, pues alcanzó un p-valor de 0.8264, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el número de producción de granos por vaina. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

d) Peso de 100 granos

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en el peso del grano de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario extraer como muestra 100 granos producto de cada parcela neta, que fueron tomados posteriormente a la cosecha. Utilizando una balanza analítica, se procedió a pesar cada una de las muestras y así determinar su promedio. El cuadro 4 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable granos por vaina en la localidad de San Juan Ermita.

Cuadro 4.

Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	
PESO DE 100 GRANOS	20	0.36		0.00	4.55	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	3.85	7	0.55	0.97	0.4930	
TRATAMIENTOS	2.47	3	0.82	1.45	0.2769	
BLOQUES	1.38	4	0.35	0.61	0.6627	
Error	6.80	12	0.57			
Total	10.65	19				

El coeficiente de variación obtenido fue de 4.55. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable peso de 100 granos, pues alcanzó un p-valor de 0.2769, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el peso de granos. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

e) Rendimiento de grano

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en el rendimiento del grano de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario medir la humedad del grano, cuando presentó una humedad entre el 14% y 12% se llevó a laboratorio y utilizando una balanza analítica, se procedió a pesar las muestras de cada parcela neta y así determinar el promedio que permitió proyectar la producción en kilogramos por hectárea. El cuadro 5 muestra los rendimientos en kilogramos por hectárea obtenidos en la localidad de San Juan Ermita y el cuadro 6 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable rendimiento de grano en la localidad de San Juan Ermita.

Cuadro 5.
Rendimiento del cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* en los métodos de aplicación de fertilizante en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Tratamiento	Definición	Rendimiento en KG/HA
T1	FERTILIZACIÓN AL VOLEO	347.73
T2	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) POR POSTURA	356.7
T3	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) CADA DOS POSTURAS	335.91
T4	FERTILIZACIÓN HIDROSOLUBLE	250.08

NOTA: San Juan Ermita registró pérdidas de hasta el 75% de producción en frijol para los agricultores de la región. En condiciones normales el tratamiento 2, sin la pérdida del 75% reportaría una producción de 31.4 quintales/ha, en un suelo calcáreo de muy baja calidad.

Cuadro 6.
Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	
RENDIMIENTO (KG/HA)	20	0.21		0.00	55.76	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	100631.07	7	14375.87	0.44	0.8557	
TRATAMIENTOS	36014.88	3	12004.96	0.37	0.7752	
BLOQUES	64616.19	4	16154.05	0.50	0.7368	
Error	388003.37	12	32333.61			
Total	488634.44	19				

El coeficiente de variación obtenido fue de 55.76, el cual es alto y fue producto de los problemas climáticos de la región. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable rendimiento de grano, pues alcanzó un p-valor de 0.7752, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el rendimiento de grano. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

f) Rentabilidad por cada tratamiento

Para determinar financieramente el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante sobre el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario llevar registros de todos los egresos y estimar los posibles ingresos con la venta de la producción proyectada. A cada uno de los tratamientos establecidos en la investigación se le realizó el análisis de relación beneficio costo, el cual indica la rentabilidad que cada tratamiento.

- **Fertilización al voleo (T1):** el cuadro 7 muestra la evaluación financiera realizada para el T1 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 7.
Evaluación financiera para el T1 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₁ SAN JUAN ERMITA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 3.060.02	Q 3.060.02
VENTAS					Q 3.060.02	Q 3.060.02
(-) EGRESOS		Q 2,765.00	Q 1,601.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 4,778.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,215.00	Q 1,575.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,150.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 840.00	Q 360.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 1,560.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (2,765.00)	Q(1,601.00)	Q (146.00)	Q 2,794.02	Q(1,717.98)
(-) ISR 5%					Q 153.00	Q 153.00
(=) UTILIDAD NETA		Q (2,765.00)	Q(1,601.00)	Q (146.00)	Q 2,641.02	Q(1,870.98)
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (2,765.00)	Q(1,575.00)	Q (120.00)	Q 2,667.02	Q(1,792.98)
Tasa Cuatrimestre						3%
Tasa Mensual						0.8325%
VAN		Q (1,984.24)		VAN ingresos =	Q 2,984.85	
Relación Beneficio/Costo				VAN egresos =	Q 4,755.85	

- Aplicación manual de fertilizante (utilizando chuzo) por postura (T2): el cuadro 8 muestra la evaluación financiera realizada para el T2 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 8.
Evaluación financiera para el T2 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₂ SAN JUAN ERMITA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 3,138.96	Q 3,138.96
VENTAS					Q 3,138.96	Q 3,138.96
(-) EGRESOS		Q 3,065.00	Q 1,901.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 5,378.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,215.00	Q 1,875.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,750.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 1,140.00	Q 660.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 2,160.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (2,765.00)	Q(1,601.00)	Q (146.00)	Q 2,794.02	Q(1,717.98)
(-) ISR 5%					Q 153.00	Q 153.00
(=) UTILIDAD NETA		Q (3,065.00)	Q(1,901.00)	Q (146.00)	Q 2,872.96	Q(2,239.04)
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (3,065.00)	Q(1,875.00)	Q (120.00)	Q 2,742.01	Q 2,317.99)
Tasa Cuatrimestre		3%				
Tasa Mensual		0.8325%				
VAN		Q (2,506.60)	VAN ingresos =	Q 3,065.85		
Relación Beneficio/Costo		0.57	VAN egresos =	Q 5,353.37		

- Aplicación manual de fertilizante (utilizando chuzo) cada dos posturas (T3): el cuadro 9 muestra la evaluación financiera realizada para el T3 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 9.
Evaluación financiera para el T3 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₃ SAN JUAN ERMITA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 2,956.01	Q 2,956.01
VENTAS					Q 2,956.01	Q 2,956.01
(-) EGRESOS		Q 2,885.00	Q 1,721.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 5,018.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,335.00	Q 1,695.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,390.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 960.00	Q 480.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 1,800.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (2,885.00)	Q(1,721.00)	Q (146.00)	Q 2,690.01	Q(2,061.99)
(-) ISR 5%					Q 147.80	Q 147.80
(=) UTILIDAD NETA		Q (2,885.00)	Q(1,721.00)	Q (146.00)	Q 2,542.21	Q(2,209.79)
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (2,885.00)	Q(1,695.00)	Q (120.00)	Q 2,568.21	Q(2,131.79)
Tasa Cuatrimestre		3%				
Tasa Mensual		0.8325%				
VAN		Q (2,309.94)	VAN ingresos =	Q 2,883.39		
Relación Beneficio/Costo		0.58	VAN egresos =	Q 4,994.86		

- Aplicación de fertilizante hidrosoluble con una bomba de mochila dosificadora de 20 litros (T4): el cuadro 10 muestra la evaluación financiera realizada para el T4 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 10.
Evaluación financiera para el T4 de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₄ SAN JUAN ERMITA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 2,200.70	Q 2,200.70
VENTAS					Q 2,200.70	Q 2,200.70
(-) EGRESOS		Q 2,945.00	Q 1,781.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 5,138.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,395.00	Q 1,755.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,510.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 1,020.00	Q 540.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 1,920.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (2,945.00)	Q(1,781.00)	Q (146.00)	Q 1,934.70	Q(1,717.98)
(-) ISR 5%					Q 153.00	Q 153.00
(=) UTILIDAD NETA		Q (3,065.00)	Q(1,901.00)	Q (146.00)	Q 2,872.96	Q(2,937.30)
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (2,945.00)	Q(1,755.00)	Q (120.00)	Q 1,850.67	Q 2,969.33)
Tasa Cuatrimestre		3%				
Tasa Mensual		0.8325%				
VAN		Q (3,078.38)	VAN ingresos =	Q 2,146.64		
Relación Beneficio/Costo		0.42	VAN egresos =	Q 5,114.36		

Cuadro 11.
Resumen de las evaluaciones financieras realizadas para T1, T2, T3 y T4
de la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula.

Tratamiento	Definición	Relación beneficio/costo
T1	FERTILIZACIÓN AL VOLEO	0.63
T2	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) POR POSTURA	0.57
T3	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) CADA DOS POSTURAS	0.58
T4	FERTILIZACIÓN HIDROSOLUBLE	0.42

La poca precipitación pluvial presentada en el ciclo vegetativo del cultivo de frijol reflejó un efecto negativo sobre el análisis financiero realizado en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula. La relación beneficio costo para los tratamientos fueron 0.63, 0.58, 0.57 y 0.42 para T1, T3, T2 y T4 respectivamente. Para este caso, el tratamiento que menor pérdida reportó fue T1 el cual indicó que por cada Q1.00 invertido se perdió Q0.37.

6.2. Localidad de Ipala

Según registros, la producción de frijol en general para la localidad de Ipala reportó pérdidas de hasta el 93% de la cosecha estimada, debido a la poca precipitación pluvial. Este efecto negativo se vio reflejado también en el ensayo ubicado en esta localidad, de manera que no fue posible realizar la toma de datos.

Como equipo, los investigadores de este proyecto acordamos realizar un segundo ensayo en la misma localidad, proporcionándole riego de auxilio por medio de mangueras. Los datos generados por el segundo ensayo en la localidad de Ipala y bajo esas condiciones son los siguientes:

a) Altura de la planta

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en el crecimiento de las plantas de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario hacer la medición de las plantas unos días previos a la cosecha, cuando el crecimiento vegetativo se detiene y empieza a alcanzar su madurez fisiológica.

El cuadro 12 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable altura en la localidad de Ipala.

Cuadro 12.
Análisis de varianza para la variable altura de la planta en la localidad de Ipala, Chiquimula.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	20	0.74		0.58	7.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112.12	7	16.02	4.79	0.0089
TRATAMIENTOS	7.21	3	2.40	0.72	0.5600
BLOQUES	104.91	4	26.23	7.84	0.0024
Error	40.16	12	3.35		
Total	152.28	19			

El coeficiente de variación obtenido es de 7.81. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable altura de la planta, pues alcanzó un p-valor de 0.5600, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el crecimiento de las plantas. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

b) Vainas por planta

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en la cantidad de vainas por planta de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario contar previamente a la cosecha las vainas de 16 plantas de cada parcela neta.

El cuadro 13 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable vainas por plantas en la localidad de Ipala.

Cuadro 13.

Análisis de varianza para la variable vainas por planta en la localidad de Ipala, Chiquimula.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
VAINAS POR PLANTA	20	0.72		0.55	18.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	69.31	7	9.90	4.31	0.0132
TRATAMIENTOS	21.61	3	7.20	3.13	0.0655
BLOQUES	47.70	4	11.93	5.19	0.0116
Error	27.58	12	2.30		
Total	96.89	19			

El coeficiente de variación obtenido fue de 18.04. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable vainas por planta, pues alcanzó un p-valor de 0.0655, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el número de producción de vainas por planta. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

c) Granos por vaina

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en la cantidad de granos por vaina de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario extraer como muestra 50 vainas de cada parcela neta, que fueron tomadas en momento de la cosecha, de las cuales se hizo un conteo de los granos que contenían en su interior.

El cuadro 14 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable granos por vaina en la localidad de Ipala.

Cuadro 14.
Análisis de varianza para la variable granos por vaina en la localidad de Ipala, Chiquimula.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
GRANOS POR VAINA	20	0.23		0.00	9.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.86	7	0.12	0.52	0.8044
TRATAMIENTOS	0.41	3	0.14	0.58	0.6388
BLOQUES	0.45	4	0.11	0.47	0.7557
Error	2.85	12	0.24		
Total	3.71	19			

El coeficiente de variación obtenido fue de 9.48. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable granos por vaina, pues alcanzó un p-valor de 0.6388, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el número de producción de granos por vaina. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

d) Peso de 100 granos

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en el peso del grano de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario extraer como muestra 100 granos producto de cada parcela neta, que fueron tomados posteriormente a la cosecha. Utilizando una balanza analítica, se procedió a pesar cada una de las muestras y así determinar su promedio.

El cuadro 15 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable granos por vaina en la localidad de Ipala.

Cuadro 15.

Análisis de varianza para la variable vainas por planta en la localidad de Ipala, Chiquimula.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
PESO DE 100 GRANOS	20	0.29		0.00	8.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.66	7	1.38	0.70	0.6708
TRATAMIENTOS	6.24	3	2.08	1.06	0.4028
BLOQUES	3.43	4	0.86	0.44	0.7804
Error	23.58	12	1.96		
Total	33.24	19			

El coeficiente de variación obtenido fue de 8.23. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable peso de 100 granos, pues alcanzó un p-valor de 0.4028, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el peso de granos. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

e) Rendimiento de grano

Para determinar el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante en el rendimiento del grano de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario medir la humedad del grano, cuando presentó una humedad entre el 14% y 12% se llevó a laboratorio y utilizando una balanza analítica, se procedió a pesar las muestras de cada parcela neta y así determinar el promedio que permitió proyectar la producción en kilogramos por hectárea.

El cuadro 16 muestra los rendimientos en kilogramos por hectárea obtenidos en la localidad de Ipala y el cuadro 17 muestra el análisis de varianza que se realizó para la variable rendimiento de grano en la localidad de Ipala.

Cuadro 16.
Rendimiento del cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* en los métodos de aplicación de fertilizante en la localidad de Ipala, Chiquimula.

Tratamiento	Definición	Rendimiento en KG/HA
T1	FERTILIZACIÓN AL VOLEO	597.916
T2	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) POR POSTURA	750.52
T3	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) CADA DOS POSTURAS	675.522
T4	FERTILIZACIÓN HIDROSOLUBLE	722.396

NOTA: Ipala registró pérdidas de hasta el 75% de producción en frijol para los agricultores de la región. En condiciones normales el tratamiento 2, sin la pérdida del 75% reportaría una producción de 66 quintales/ha, en un suelo fértil cultivado en el ciclo anterior con tomate.

Cuadro 17.
Análisis de varianza para la variable rendimiento de grano en la localidad de Ipala, Chiquimula.

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	
RENDIMIENTO (KG/HA)	20	0.75		0.60	23.45	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	933169.72	7	133309.96	5.14	0.0067	
TRATAMIENTOS	66773.47	3	22257.82	0.86	0.4887	
BLOQUES	866396.25	4	216599.06	8.36	0.0018	
Error	311010.28	12	25917.52			
Total	1244180.00	19				

El coeficiente de variación obtenido fue de 23.45. Al analizar los datos se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable rendimiento de grano, pues alcanzó un p-valor de 0.4887, siendo mayor que el valor de confiabilidad de 0.05. Por lo tanto, los métodos de aplicación de fertilizantes no influyen en el rendimiento de grano. Siendo así, se acepta la hipótesis planteada en la investigación debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

f) Rentabilidad por cada tratamiento

Para determinar financieramente el efecto de los métodos de aplicación de fertilizante sobre el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris*, fue necesario llevar registros de todos los egresos y estimar los posibles ingresos con la venta de la producción proyectada. A cada uno de los tratamientos establecidos en la investigación se le realizó el análisis de relación beneficio costo, el cual indica la rentabilidad de cada tratamiento.

- **Fertilización al voleo (T1):** el cuadro 18 muestra la evaluación financiera realizada para el T1 de la localidad de Ipala, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 18.
Evaluación financiera para el T1 de la localidad de Ipala, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₁ IPALA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 5,261.66	Q 5,261.66
VENTAS					Q 5,261.66	Q 5,261.66
(-) EGRESOS		Q 2,765.00	Q 1,601.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 4,788.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,215.00	Q 1,575.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,150.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 840.00	Q 360.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 1,560.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (2,765.00)	Q (1,601.00)	Q (146.00)	Q 4,995.66	Q 483.66
(-) ISR 5%					Q 263.08	Q 263.08
(=) UTILIDAD NETA		Q (2,765.00)	Q (1,601.00)	Q (146.00)	Q 4,732.58	Q 220.58
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (2,765.00)	Q (1,575.00)	Q (120.00)	Q 4,758.58	Q 298.58
Tasa Cuatrimestre						3%
Tasa Mensual						0.8325%
VAN		Q (88.45)		VAN ingresos =	Q 5,132.41	
Relación Beneficio/Costo				VAN egresos =	Q 4,755.85	

- **Aplicación manual de fertilizante (utilizando chuzo) por postura (T2):** el cuadro 19 muestra la evaluación financiera realizada para el T2 de la localidad de Ipala, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 19.
Evaluación financiera para el T2 de la localidad de Ipala, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₂ IPALA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 6,604.58	Q 6,604.58
VENTAS					Q 6,604.58	Q 6,604.58
(-) EGRESOS		Q 3,065.00	Q 1,901.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 5,378.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,515.00	Q 1,875.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,750.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 1,140.00	Q 660.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 2,160.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (3,065.00)	Q (1,901.00)	Q (146.00)	Q 6,338.58	Q 1,226.58
(-) ISR 5%					Q 330.23	Q 330.23
(=) UTILIDAD NETA		Q (3,065.00)	Q (1,901.00)	Q (146.00)	Q 6,338.58	Q 896.35
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (3,065.00)	Q (1,875.00)	Q (120.00)	Q 6,034.35	Q 974.35
Tasa Cuatrimestre		3%				
Tasa Mensual		0.8325%				
VAN		Q 477.58	VAN ingresos =	Q 6,442.34		
Relación Beneficio/Costo		1.20	VAN egresos =	Q 5,353.37		

- Aplicación manual de fertilizante (utilizando chuzo) cada dos posturas (T3): el cuadro 20 muestra la evaluación financiera realizada para el T3 de la localidad de Ipala, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 20.
Evaluación financiera para el T3 de la localidad de Ipala, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₃ IPALA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 5,944.59	Q 5,944.59
VENTAS					Q 5,944.59	Q 5,944.59
(-) EGRESOS		Q 2,885.00	Q 1,721.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 5,018.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,335.00	Q 1,695.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,390.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 960.00	Q 480.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 1,800.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (2,885.00)	Q (1,721.00)	Q (146.00)	Q 5,678.59	Q 926.59
(-) ISR 5%					Q 297.23	Q 297.23
(=) UTILIDAD NETA		Q (2,885.00)	Q (1,721.00)	Q (146.00)	Q 5,381.36	Q 629.36
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (2,885.00)	Q (1,695.00)	Q (120.00)	Q 5,407.36	Q 707.36
Tasa Cuatrimestre		3%				
Tasa Mensual		0.8325%				
VAN		Q 263.48	VAN ingresos = Q 5,798.57			
Relación Beneficio/Costo		1.16	VAN egresos = Q 4,994.86			

- Aplicación de fertilizante hidrosoluble con una bomba de mochila dosificadora de 20 litros (T4): el cuadro 21 muestra la evaluación financiera realizada para el T4 de la localidad de Ipala, Chiquimula. Se tomaron en cuenta los meses del ciclo de producción, ingresos por ventas, egresos (arrendamiento de terreno, depreciaciones de equipo, insumos agrícolas y mano de obra) y por último se tomó en cuenta el impuesto a pagar.

Cuadro 21.
Evaluación financiera para el T4 de la localidad de Ipala, Chiquimula.

EVALUACIÓN FINANCIERA T ₄ IPALA						
RUBRO	MESES	AÑO 2016				TOTALES
		SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
(+) INGRESOS		Q -	Q -	Q -	Q 6,357.08	Q 6,357.08
VENTAS					Q 6,357.08	Q 6,357.08/
(-) EGRESOS		Q 2,945.00	Q 1,781.00	Q 146.00	Q 266.00	Q 5,138.00
COSTOS FIJOS		Q 550.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 628.00
INVERSIÓN INICIAL		Q 550.00				Q 550.00
DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
COSTOS VARIABLES		Q 2,395.00	Q 1,755.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 4,510.00
INSUMOS AGRÍCOLAS		Q 1,375.00	Q 1,215.00			Q 2,590.00
MANO DE OBRA		Q 1,020.00	Q 540.00	Q 120.00	Q 240.00	Q 1,920.00
(=) UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		Q (2,945.00)	Q (1,781.00)	Q (146.00)	Q 6,091.08	Q 1,219.08
(-) ISR 5%					Q 317.85	Q 317.85
(=) UTILIDAD NETA		Q (2,945.00)	Q (1,781.00)	Q (146.00)	Q 6,091.08	Q 1,219.08
(+) DEPRECIACIONES			Q 26.00	Q 26.00	Q 26.00	Q 78.00
(=) FLUJO DE CAJA		Q (2,945.00)	Q (1,755.00)	Q (120.00)	Q 5,799.23	Q 979.23
Tasa Cuatrimestre		3%				
Tasa Mensual		0.8325%				
VAN		Q 500.60	VAN ingresos = Q 6,200.92			
Relación Beneficio/Costo		1.21	VAN egresos = Q 5,114.36			

Cuadro 22.
Resumen de las evaluaciones financieras realizadas para T1, T2, T3 y T4
de la localidad de Ipala, Chiquimula.

Tratamiento	Definición	Relación beneficio/costo
T1	FERTILIZACIÓN AL VOLEO	1.08
T2	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) POR POSTURA	1.20
T3	FERTILIZACIÓN MANUAL (CHUZO) CADA DOS POSTURAS	1.16
T4	FERTILIZACIÓN HIDROSOLUBLE	1.21

La relación beneficio costo para los tratamientos fueron 1.21, 1.20, 1.16 y 1.08 para T4, T2, T3 y T1 respectivamente. El tratamiento que mayor ganancia generó fue T4 el cual indicó que por cada Q1.00 invertido ganó Q0.21.

7. CONCLUSIONES

- Para las condiciones edafoclimáticas en que se realizó la investigación en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, se determinó que en la altura de planta, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento de grano de frijol, no existen diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de aplicación del fertilizante.
- Debido a las condiciones climáticas, específicamente la mala distribución de la precipitación pluvial durante el ciclo del cultivo de frijol, el rendimiento de grano fue muy bajo en la localidad de San Juan Ermita, Chiquimula, lo que financieramente se tradujo en resultados negativos. Por lo tanto, no fue posible determinar que tratamiento es mejor para fertilizar el cultivo de frijol negro.
- En la localidad de Ipala, Chiquimula, se procedió a aplicar riegos de auxilio para brindarle las mismas condiciones a los cuatro tratamientos evaluados, porque la precipitación pluvial no fue la esperada en el ciclo de producción de frijol, en estas condiciones se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas para la altura de planta, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento de grano de frijol.
- El mejor rendimiento en la localidad de Ipala, Chiquimula, fue con el método de aplicación manual de fertilizante sembrado a 5 cm. de la postura (T2) con 750.52 Kg/ha. Sin embargo, el tratamiento con fertilizante hidrosoluble (T4) fue el que mejor relación beneficio costo presentó, con un valor de 1.21 y una rentabilidad de 21%.

8. RECOMENDACIONES

- Continuar con la investigación sobre métodos de aplicación de fertilizantes, debido a que las condiciones climáticas que se presentaron durante esta evaluación, no permitieron alcanzar el máximo rendimiento de cada uno de los tratamientos evaluados.
- Evaluar la factibilidad financiera de producir el cultivo de frijol negro con el sistema de riego por goteo, para mitigar los efectos climáticos, cosechar en diferentes épocas del año y mejorar el rendimiento de grano.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ PACHECO, CA. 1988. *Evaluación de nitrógeno, potasio y densidad de siembra, en el rendimiento del frijol ejotero (P. vulgaris L.) variedad ICTA California 124c en San Sebastián, Huehuetenango*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 44 p.
2. COOKE, G. 1981. *Fertilizantes y sus usos*. Trad. Alonso Blackaller Valdez. México, Continental.
3. DEBOUCK, DG; SOTO, JJ. 1988. *Recolección de germoplasma de Phaseolus vulgaris L. (frijol) en el occidente de Guatemala*. Tikalia 4(1):17-34.
4. FAGARIA, N. Y BALIGAR, V. (1997). *Growth and mineral nutrition of field crops*. 2ª ed. US, Marcel Dekker. 624 p.
5. FNUAP (Fondo de Población de las Naciones Unidas, US). (2004). *Informe del Fondo de las Naciones Unidas*. New York. US. 11 p.
6. GARCÍA, J. 2013. *Evaluación de 8 niveles de NPK, en 3 variedades de frijol bajo las condiciones del Municipio de Agua Blanca, Jutiapa*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 58 p.
7. INE (Instituto Nacional de Estadística). 2008. *Encuesta Nacional Agropecuaria. Guatemala. 1998. ICTA Ligero, nueva variedad de frijol negro precoz y resistente a mosaico dorado*. Guatemala. s.p.
8. MAGA (ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2016. *Estimación de pérdidas cultivo de frijol, año 2016, Departamento de Chiquimula*. [Diapositivas de power point]. Guatemala. 7p.
9. MOLINA, C. 1972. *Frijol: como aumentar su rendimiento en Guatemala*. In DIGESA (Dirección General de Servicios Agrícolas, GT). Proyecto de investigación de frijol en Guatemala. Guatemala. 60 p.
10. OSPINA, H. 1984. *Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris. L.)*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 49 p
11. POEY, D. 1979. *Los componentes del rendimiento y su aplicación en la investigación de cultivos*. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Boletín Técnico no. 3, 17 p.

12. RAMÍREZ, M. 2013. *Evaluación de ocho niveles de macronutrientes N-P-K, en tres materiales de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la aldea Javillal, municipio de Quezaltepeque, Chiquimula*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 48 p.
13. SIMMONS, CH; TARANO, JM; PINTO, JH. 1959. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
14. THEVENET, G. 1995. *Du principe de vegetation á la fertilisation raisonnée*. Phytoma-La Defense des vegetaux no. 475:21-23.
15. VÁSQUEZ, M. 1984. *Efecto de sequía en distintas épocas en el rendimiento y sus componentes en cinco genotipos precoces e intermedios de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 58 p.
16. VAVILOV, NI. 1951. *Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas*. Trad. Felipe Freier. Argentina, Acme. 185 p.
17. VOYSET, O. 1983. *Varietades de frijol en América Latina y su origen*. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 87 p.



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



AVAL INSTITUCIONAL

REF. CRIA FRIJOL-03-2018
Chiquimula, 31 de mayo de 2018

Señores Consorcio Regional de Oriente
CRIA -IICA-
Chiquimula, Ciudad

Respetables Señores:

Por este medio, les saludo cordialmente y les deseo muchos éxitos en sus actividades diarias. El motivo de la presente, es para manifestarles que luego de diversos procesos de revisión, el Centro Universitario de Oriente, autoriza el informe de la investigación "EVALUACIÓN DE CUATRO MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE FRIJOL *Phaseolus vulgaris L.*, EN DOS LOCALIDADES DEL CORREDOR SECO DE GUATEMALA. 2016", el cual fue coordinado por los siguientes profesionales: MARIO DAVID JORDÁN AQUIRRE, como Investigador Principal, DIEGO ALEJANDRO GUDIEL ESCOBAR, Investigador Asociado y RAÚL OCTAVIO GARCÍA SOSA Investigador Auxiliar y tesista.

Por ello, y en mi carácter de Coordinador, expreso el aval institucional a este informe final, debido a que se ha dado cumplimiento a todos los requisitos académicos institucionales y el apoyo del programa CRIA.

Sin otro particular:

ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Vo.Bo. MSc. Jose Leonidas Ortega Alvarado
Coordinador de carrera de Agronomía



cc. Archivo

