

Universidad Católica del Trópico Seco

“Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda”



**Tesis de investigación para optar
al título de Ingeniero Agropecuario**

**Evaluación de la eficiencia de biofertilizantes foliares en el cultivo de
frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en finca San Miguel, Muy Muy, Matagalpa,
2017**

Autor

Alfredo Cesar Castillo Urbina

Tutor

Ing. Jimmy Antonio Meza

Estelí, septiembre de 2017

ÍNDICE GENERAL

Contenido	pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1. Importancia del cultivo del frijol en América Latina y el Caribe	4
3.2. Características botánicas.....	5
3.3. Morfología y taxonomía del cultivo del frijol común.....	5
3.4. Factores que limitan la producción.	6
VI. HIPÓTESIS	13
IV. MATERIALES Y METODOS.....	14
4.1. Ubicación geográfica	14
4.2. Población y muestra	14
4.4. Definición de variable con su operacionalización	15
4.9. Análisis de resultados	18
V. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	19
5.1. Altura de la planta.....	19
5.2. Longitud del tallo.....	19
5.3. Longitud de las hojas	20
5.4. Anchura de la hoja	21
5.5. Área foliar	21
5.6. Longitud de la raíz	22
5.7. Días a emergencia	22
5.8. Días a madurez fisiológica.....	23
5.9. Rendimiento (ton/ha)	24
5.10. Número de vainas por plantas	25
5.11. Número de granos por vainas.....	25
5.12. Número de plantas cosechadas.....	26
5.13. Peso de 100 semillas	26
5.14. Variables económicas.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	31
IX. ANEXOS	35

ÍNDICE DE FIGURA

Contenido	pág.
Figura 1. Altura de la planta	19
Figura 2. Longitud de las hojas	20
Figura 3. Área foliar	21
Figura 4. Longitud de la raíz	22
Figura 5. Rendimiento (ton/ ha)	24
Figura 6. Peso de 100 semillas	27

INDICE DE TABLA

Contenido	pág.
Tabla 1. Composición química del BAYFLAN FORTE	8
Tabla 2. Materiales para la elaboración.....	10
Tabla 3. Materiales para la elaboración del biofertilizante tradicional	12
Tabla 4. Descripción de los tratamientos.....	14
Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis para Anchura de la hoja	21
Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis para días a emergencia.....	23
Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis para Vainas por planta	25
Tabla 8. Prueba de Kruskal Wallis para Número de granos por vainas	25
Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis para número de plantas cosechadas	26
Tabla 10. Rendimiento en Kg/hectárea	28
Tabla 11. Costo por tratamiento	28
Tabla 12. Relación Beneficio Costo	28

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Humberto Horacio Castillo y Paula Dominga Urbina, por ser los que me guiaron y me dieron todo su apoyo en todo momento.

A mis hermanos, Humberto, Jairo por apoyarme en cada momento de mis estudios

A mi esposa Martha Sandigo por ser mi inspiración y su apoyo incondicional durante este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Católica del Trópico Seco, por darme la oportunidad de formarme en esta casa de estudio tan preciosa.

A mi tutor Jimmy Antonio Meza por el apoyo de tutoría que me brindo en el transcurso de la tesis.

A los docentes de la Universidad por ser parte de mi formación tanto intelectual como moral y espiritual

RESUMEN

El ensayo se estableció en la finca San Miguel está ubicada en la comarca Ranchería, municipio de Muy Muy, departamento de Matagalpa. El objetivo de la investigación es evaluación de biofertilizantes foliares tradicionales y químicos en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L, en el desarrollo y productividad del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en el periodo 2017. Los tratamientos fueron Biofertilizante tradicional, Biofertilizante enriquecido con micro minerales (Zn, Boro, Mg), NR-FRIJOL y Bayfolán F. El diseño experimental usado fue Bloque Completo al Azar, formado aleatoriamente, por cuatro bloques y cuatro repeticiones. Los datos obtenidos en campo se introdujeron en el programa Excel, luego se analizaron en el programa Infostat, se realizaron las pruebas de normalidad (Shapiro wilks). Para la variable altura de la planta los tratamientos presentan dos categorías estadísticas donde los que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL y el Biofertilizante enriquecido con minerales con 69 y 68.5 centímetros respectivamente. El área foliar los tratamiento que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL y el Biofertilizante enriquecido con minerales con una área foliar de 73.07 y 72.73 cm², para la variable días a madurez, todos los tratamientos se comportaron de manera similar presentando una categoría estadística, donde todos maduraron a los 68.93 días, para la variable rendimiento los tratamiento presentan dos categorías estadístico donde los que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL y el Biofertilizante enriquecido con minerales con un rendimiento de 1.61 toneladas por hectárea ambos, el tratamiento que presento la mayor relación beneficio costo es el NR-FRIJOL, con 1.75, esto significa que de cada córdobas que invertimos en la producción de frijol se obtiene una ganancia de 75 centavos. En un segundo lugar está el biofertilizante enriquecido con micro elementos con 1.70.

Palabras claves: Biofertilizante enriquecido, Micro elementos, *Phaseolus vulgaris*.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), de origen americano, económicamente es el cultivo más importante en el mundo y ocupa más del 80% de la superficie sembrada con este género (Paredes *et. al.*, 2006). Su mayor área de producción se concentra en América Latina, donde se localiza cerca del 45% de la producción mundial y representa, además, la región de mayor consumo del grano (Morales, 2000). Esta leguminosa es muy rica en proteínas, fibras naturales y otros elementos, y es un buen complemento de los cereales y otras fuentes principales de carbohidratos (León *et. al.*, 2008).

A nivel mundial se siembran 25 millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 0,7 toneladas por hectárea y los principales países productores son India, Brasil, China, Estados Unidos y México, quienes contribuyen con 57, 8% de la producción mundial (Cabral, 2006). En América Latina y el Caribe la producción en el año 2008 fue de 5,5 millones de toneladas, seguida de África oriental y meridional con 2,5 millones de toneladas (FAO, 2008).

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) dentro del contexto nacional es de gran importancia en la dieta diaria del guatemalteco, ya que según Beebe *et al.* (2007), proporciona el 33% de la proteína diaria consumida y se le considera como una fuente no solo esencial sino complementaria de proteínas y calorías.

Uno de los desafíos que enfrentan los agricultores y las agencias de alimentación a nivel mundial, es la necesidad urgente de garantizar la seguridad alimentaria (Cabral, 2006). En Nicaragua, la dieta alimenticia está basada en tres granos básicos: frijoles, arroz y maíz (FAO, 2008); sin embargo, la producción de estos granos ha tendido a disminuir en los últimos años (León *et. al.*, 2008).

Urge entonces aumentar los rendimientos del cultivo, que según Chailloux *et. al.* (1996) en América Latina se obtiene solo un 20 % de su rendimiento potencial. En nuestro país, el rendimiento oscila entre 0.63 y 0.7 t/ha, motivada esta diferencia por las deficiencias nutricionales, conjuntamente con el ataque de plagas y enfermedades.

En los últimos años, ha cobrado mucha importancia la búsqueda de nuevas alternativas que permitan a los agricultores obtener mejores rendimientos en sus cultivos sin incrementar

considerablemente los costos de producción. Dentro de las opciones que se han generado, destaca uso de compuestos de origen vegetal como abonos foliares, por lo que en la presente investigación se evaluara productos orgánicos con propiedades fertilizantes, de bajo costo y de fácil manejo y adquisición.

La presente investigación servirá de referente para reorientar las técnicas de manejo y producción que los extensionistas, tanto de ONG's, universidades y proyectos que trabajan en la región y que están sugiriendo a los productores, sobre las dosis y momentos más apropiados para aplicar los fertilizantes foliares.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la eficiencia de tres tipos de biofertilizantes foliares y del enriquecido con microelementos para el desarrollo y productividad del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la finca San Miguel, municipio de Muy Muy, departamento de Matagalpa, en el periodo 2017.

2.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto del biofertilizante tradicional y del enriquecido con microelementos (Bo, Zn, Mg) en el desarrollo vegetativo y productividad en el cultivo de frijol.

Demostrar el efecto del biofertilizante con microminerales en el desarrollo y productividad del cultivo de frijol.

Comparar la relación beneficio - costo de los biofertilizantes foliares en comparación con los insumos convencionales más utilizado en el rubro de frijol.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Importancia del cultivo del frijol en América Latina y el Caribe

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes en el mundo, precedida por la soya (*Glycine max* L.) y el maní (*Arachis hypogea* L.). Su importancia radica en que es una fuente de calorías, proteínas, fibras dietéticas, minerales y vitaminas, tanto en países desarrollados como en subdesarrollados. El frijol complementa, con su alto contenido proteico, a los cereales y a otros alimentos ricos en carbohidratos, pero pobres en proteínas, proporcionando así una nutrición adecuada (Cabral, 2006).

Según García (2008) constituye la principal fuente de proteínas para 5,3 millones de personas en Latinoamérica, el Caribe, Asia y África; algo similar lo apuntado por Chaupe y Rojas (2008) quienes consideran al frijol como una fuente de alimentación proteica de gran importancia para la población de bajos recursos económicos. Para Beebe *et al.*, (2007) el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. es uno de los granos más importantes en el mundo para el consumo directo por los humanos y que su producción mundial excede los 12 millones de toneladas métricas.

Según estudios realizados por Singh (1999) esta especie es cultivada principalmente por sus legumbres verdes, granos tiernos y granos secos, aunque en algunos países de Latinoamérica y África se consumen las hojas, flores jóvenes y tiernas como vegetales frescos. Además, las hojas, tallos y las legumbres verdes constituyen un buen alimento para el ganado, al igual que los restrojos de las plantas secas. Estas plantas son usadas también como abono verde para aumentar la materia orgánica del suelo y fijación de nitrógeno atmosférico por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* que forma nódulos en sus raíces.

Perfetti *et al.* (2000) indica que el frijol común participa en el 57% de la oferta mundial de leguminosas. Acosta y Pérez (2008) refieren que en el pasado el incremento de la producción se debió, en parte, a la expansión de la superficie sembrada y que en el futuro los incrementos en la producción tendrán que derivarse de un mayor rendimiento por unidad de área. Por otra parte, los granos presentan alto contenido de proteínas del tipo Tiamina y Riboflavina y un adecuado contenido de vitaminas.

El contenido proteico de las semillas, así como el de aminoácidos esenciales es de gran interés; en el *Phaseolus vulgaris* L. podemos encontrar isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, triptófano, etc. y además el valor energético de dichas semillas es elevado. En los países desarrollados se consumen principalmente el frijol verde, como hortaliza, que presenta un elevado contenido en vitaminas, minerales y fibras y menor contenido calórico, y por el contrario, en países en vías de desarrollo se consume de forma mayoritaria el grano seco, que es la base diaria del aporte proteico de la dieta de la población (Rodiño, 2000).

3.2. Características botánicas

El frijol es una planta dicotiledónea de consistencia herbácea, el ciclo biológico es relativamente corto de carácter anual, de tamaño y hábito variables, ya que hay variedades de crecimiento determinado como indeterminado (arbusto pequeño y trepadoras) (Socorro *et al.*, 1989).

3.3. Morfología y taxonomía del cultivo del frijol común

El frijol común pertenece al género *Phaseolus* y recibe el nombre científico de *Phaseolus vulgaris* L. Según Franco *et. al.*; (2004), su ubicación taxonómica es:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Rosidae
- Orden: Fabales
- Familia: Fabaceae
- Género: *Phaseolus*
- Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

Según Quintero (2002), el sistema radical está compuesto por una raíz principal, así como por un gran número de raíces secundarias y raicillas. Al germinar, es de crecimiento rápido, su capa activa se enmarca entre los 0.20 – 0.40 m. de profundidad y de 0.15 – 0.30 m. radio. Con numerosas ramificaciones laterales. Este sistema se mantiene durante toda la vida de la planta. Este cultivo posee la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* a partir de la formación de nódulos en sus raíces. Esto permite que estas especies

concentren en sus tejidos cantidades altas de nitrógeno, principalmente en forma de proteínas y de aminoácidos libres.

El tallo está formado por nudos y entrenudos que tienen un tamaño variable, y de cada nudo emerge una hoja, su altura depende del hábito de crecimiento (determinado o indeterminado). Se les llama determinado cuando alcanzan poca altura (0.20 – 0.60 m.) y presentan en su extremo una inflorescencia mientras que los indeterminados pueden llegar a medir de dos a diez metros de longitud y no presentan inflorescencia en su yema terminal. Las hojas, a su vez son alternas, compuestas por tres folíolos (dos laterales y uno terminal o central). Los folíolos son grandes, ovalados y con extremos acuminado o en forma de punta. Posee un nervio central y un sistema de nervaduras ramificadas en toda el área del limbo foliar.

3.4. Factores que limitan la producción.

La producción de frijol es afectada por muchos factores agronómicos como son la fertilidad del suelo, suelos con inadecuadas condiciones físicas, la presencia de plagas y enfermedades, deficiente calidad de la semilla y su conservación, condiciones climáticas adversas. En Cuba el descenso de los rendimientos de este grano se origina fundamentalmente por el déficit nutricional, así como por la incidencia de plagas y enfermedades (Quintero, 2002).

Varios investigadores se han dado a la tarea de estudiar las causas de los bajos rendimientos en el frijol en muchos lugares. Singh (1999) determino como causa principal de los bajos rendimientos en el frijol a:

- La susceptibilidad a numerosas plagas y enfermedades.
- Su alta sensibilidad a factores climáticos y edáficos.
- Un aprovechamiento inadecuado de la variabilidad genética disponible en la especie.

3.4.1. Labores culturales

Para su normal desarrollo el frijol necesita que su ciclo vital transcurra en un período con temperaturas cálidas moderadas, suficientes pero no excesivas lluvias durante la fase vegetativa y parte de la reproductiva, un período seco durante la fase de maduración y cosecha del grano, y que la humedad del aire no permanezca con valores superiores a 80-85 % durante varios días en su período vegetativo, ya que se pueden presentar enfermedades fungosas o bacterianas capaces de

destruir la cosecha, o al menos, disminuir los rendimientos, estableciendo el período de siembra entre la primera quincena de septiembre y de enero donde se cuente con regadío.

No obstante, está demostrado que puede sembrarse hasta febrero, pero en este caso aumenta el riesgo de pérdidas en cosecha por la aparición de las lluvias en el mes de mayo (Quintero, 2002). En este caso no deben hacerse siembras de grandes extensiones.

En Cuba se utiliza fundamentalmente el sistema de monocultivo para este cultivo, no obstante, algunos productores, generalmente privados, suelen establecer asociaciones en las siembras de frío de caña de azúcar, así como en plantaciones en fomento de plátanos y frutales, utilizando el frijol como cultivo secundario. También cuando el frijol constituye el cultivo principal algunos productores acostumbran el intercalamiento con maíz a densidades bajas. Hay además algunas experiencias con Girasol y con Sorgo. Como cultivo de rotación el frijol es muy adecuado para alternar con cultivos de poaceas. En Cuba es clásica la alternancia frijol - maíz, sembrando la leguminosa en el período otoño - invierno y el de maíz en el de primavera - verano. De esta forma el maíz, que es exigente en nitrógeno, aprovecha el aporte del frijol como planta fijadora de este elemento. (Chailloux *et al.*, 1996)

El cultivo se debe mantener libre de maleza durante los primeros 40 días, que es cuando más compiten con el frijol. Las etapas más importantes en las que se debe controlar la maleza son: antes de la siembra para evitar que se arraiguen, después de la siembra y entre los 30 y 40 días después de la siembra. La eliminación de las malezas puede hacerse con dos escardas. La primera se realiza de 20 a 25 días después de la siembra y la segunda de 20 a 25 días después de la primera. La maleza que aparezca después de las escardas se debe eliminar para que no interfiera con las labores de cosecha (Chailloux *et al.*, 1996).

3.4.2. Fertilizantes foliares orgánicos

Según Estrada (1993) los fertilizantes orgánicos son productos elaborados a base de materiales naturales (orgánicos), los cuales para su uso se diluyen en agua y se aplican en dosis según el material que se utilice como materia prima. Además, indica que previo a su aplicación, los fertilizantes foliares orgánicos deben someterse a un proceso de cocción o de fermentación, siendo la fermentación el proceso más adecuado de elaboración. Socorro y Martín en 1989, menciona que las especies vegetales que se están utilizando como base o materia prima para la elaboración de abonos orgánicos son: roble (*Quercu ssp.*), hierba mora (*Solanum nigrurn*), alfalfa

(*Medicago sativa*) y apazote (*Chenopodium ambrosioides*). Menciona además que dentro de los materiales de origen animal utilizados están, el estiércol de bovinos y aves.

3.4.3. Época de aplicación de los foliares.

Las plantas de cosecha en general tienen un periodo típico de requerimiento de nutrientes que es cuando están en un rápido y vigoroso crecimiento. Debido a lo anterior la época de aplicación así como el método de aplicación y el uso de fertilizantes de lenta liberación son importantes para asegurar el aprovechamiento máximo en el período de mayor demanda de nutrientes por plantas.

En el caso del nitrógeno usualmente hay menos necesidades a medida que la planta madura, que en sus primeras etapas de crecimiento vigoroso; para el caso de Nitrógeno más del 50% de la absorción ocurre en el primer cuarto del periodo de crecimiento y cuando el crecimiento vegetativo de la planta llega a su punto medio, la absorción puede corresponder al 80% de sus necesidades. (Quintero, 2002).

3.4.4. Métodos de aplicación de los fertilizantes foliares.

En las plantas terrestres las estomas son los sitios de intercambio de gases con la atmósfera, los minerales nutrientes en forma de gases, de dióxido de azufre también entran en las hojas mayormente por las estomas, ya que hay una relación directa entre el número o distribución de estomas en las hojas y la intensidad de absorción de nutrientes minerales en las aplicaciones foliares. Lo anterior nos muestra que la forma de aplicación de los fertilizantes foliares es sobre la planta en forma de aspersión foliar o por la fatigación en sistemas de riego por aspersión (Quintero, 2002).

Tabla 1. Composición química del BAYFLAN FORTE®

Elemento	Composición química
Nitrógeno	(N) 1 10 gr/l
Fósforo	(P ₂ O ₅) 80 gr/l
Potasio	(K ₂ O) 60 gr/l
Azufre	(S) 1500 gr/l
Boro	(B) 400 gr/l
Calcio	(Ca) 250 gr/l
Cobalto	(Co) 20 gr/l
Cobre	(Cu) 400 gr/l
Hierro	(Fe) 500 gr/l

Elemento	Composición química
Magnesio	(Mg) 250 gr/l
Manganeso	(Mn) 400 gr/l
Molibdeno	(Mo) 50 gr/l
Zinc	(Zn) 800 gr/lClorhidrato de tiamina
Ácido indolacético	30 gr/l

(Quintero, 2002)

3.4.5. Composición química del NR-FRIJOL

Es un fertilizante especializado para obtener grandes cosechas en el cultivo de frijol. Su fórmula balanceada en micro-nutrientes la hace eficaz para producir plantas vigorosas, abundante floración, vainas completamente llenas y desde luego una gran cosecha. Su aplicación es foliar y se puede hacer en intervalos de 15 días.

Composición Química NR-FRIJOL®

Nitrógeno (N)	2.63 %	Fósforo (P)	1.06 %
Magnesio (Mg)	0.66 %	Azufre (S)	3.62 %
Zinc (Zn)	4.25 %	Cobre (Cu)	1.75 %
Boro (B)	0.50 %		

NR- Frijol se comercializa en presentaciones al detalle de 1/2 lt, 1 lt.

3.4.6. El biofertilizante foliar enriquecido con minerales

Es un abono líquido obtenido a través de la fermentación de diferentes materiales, mediante un proceso anaerobio y mejora la disponibilidad de nutrientes. Permite una producción a bajo costo y protege el medio ambiente. Es de fácil elaboración, los materiales son accesibles y pueden reemplazarse por materiales locales.

Tabla 2. Materiales para la elaboración

Biofertilizante	Materiales	Cantidad de materiales /100 litros de agua
Biofertilizante enriquecido con minerales	Cal dolomítica	100 gramos
	Sulfato de boro	200 gramos
	Sulfato de zinc	200 gramos
	Sulfato de magnesio	200 gramos
	Estiércol vacuno	30 libras
	Melaza	3 litros
	Leche	3 litros

(Quintero, 2002)

Preparación

- En un recipiente plástico, agregar 16 litros de agua limpia, 1 litro de leche y 1 litro de melaza.
- Perforar la tapa del bidón con el mismo grosor de la manguera.
- Introducir la manguera asegurándose de no tocar la mezcla.
- Tapar y sellar alrededor de la perforación.
- Introducir el otro extremo de la manguera en una botella con agua para permitir la salida de gases pero que no entre aire.
- Finalmente sellar la tapa del bidón con hule y guardar en un lugar bajo sombra.
- Verificar el estado de la fermentación abriendo el bidón a los 6 días. Si el olor es a podrido significa que no hay un buen proceso y necesita aplicar un poco más de melaza. Si el olor es a chicha de maíz, indica un buen estado de fermentación.
- A los 21 días destapar, revisar y utilizar dependiendo del estado.

Aplicación

El producto se aplica vía foliar con una dosis de $\frac{1}{2}$ a 1 litro por bomba de 20 litros (Acosta y Pérez, 2008).

3.4.7. Ventajas de los biofertilizantes

- a) No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitándose cualquier inicio de putrefacción.
- b) Se facilita el manejo del volumen de abono, su almacenamiento, su transporte y la disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y con las necesidades de cada productor).
- c) Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- d) Se autorregulan “agentes patogénicos” en la tierra, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.
- e) Se da la posibilidad de utilizar el producto final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.
- f) Por medio de la inoculación y reproducción de microorganismos nativos presentes en los suelos locales y levaduras, los materiales se transforman gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponibles para la tierra, las plantas y la propia retroalimentación de la actividad biológica.
- g) El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fito hormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- h) Los abonos orgánicos activan una serie de rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas y de bio-protección.
- i) No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.
- j) Los materiales con los que se elaboran son muy conocidos por los productores y fáciles de conseguir localmente.
- k) Los diferentes materiales que se encuentran disponibles en las diversas zonas de trabajo, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas, haciéndolas más apropiadas a cada actividad agropecuaria o condición rural.
- l) Finalmente, los agricultores podrán experimentar un proceso de conversión de una agricultura envenenada hacia una agricultura orgánica, en un tiempo que puede oscilar entre uno y tres años de trabajo permanente (Vivanco, 2009).

3.4.8. Biofertilizante tradicional

Es un abono liquido obtenido a través de la fermentación de diferentes materiales, mediante un proceso anaerobio y mejora la disponibilidad de nutrientes. Permite una producción a bajo costo y

protege el medio ambiente. Es de fácil elaboración, los materiales son accesibles y pueden reemplazarse por materiales locales.

Tabla 3. Materiales para la elaboración del biofertilizante tradicional

Biofertilizante	Materiales	Cantidad de materiales /100 litros de agua
Biofertilizante tradicional	Estiércol vacuno	30 libras
	Melaza	3 litros
	Leche	3 litros

3.4.9. Composición del biofertilizante

La idea de enriquecer el biofertilizante es, en otras palabras, precisamente para acabar con las carencias. En este caso, además de agua y materia orgánica, debemos colocar hierro y dejar que el producto sea fermentado por los microorganismos. Así, al final de este proceso, tendremos un biofertilizante capaz de matar el hambre de la planta. Hambre, o carencia, que a veces no es percibido a simple vista por el productor, pero se manifiesta a través de sensibilidad a ataques de insectos y enfermedades. El porqué de esto está explicado en la cartilla de Trofobiosis (Vivanco, 2009).

El biofertilizante enriquecido con minerales tiene en su composición:

- minerales (como, por ejemplo, boro, magnesio, zinc, manganeso, azufre, nitrógeno, cobre, etc.)
- aminoácidos
- vitaminas
- hormonas

Todos estos componentes son indispensables para el crecimiento equilibrado de las plantas. La mayoría de los agrotóxicos tienen acción apenas tóxica, muchas veces alterando el funcionamiento del metabolismo de la planta, dejándola desequilibrada (Vivanco, 2009).

VI. HIPÓTESIS

El biofertilizante con adición de microelementos como Bo, Zn y Mg, tienen un efecto sinérgico en el desarrollo vegetativo y productividad del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), incurriendo en menor costo de producción, comparado al biofertilizante sin adición.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación geográfica

La Finca San Miguel está ubicada en la comarca Ranchería, municipio de Muy Muy, departamento de Matagalpa, en las coordenadas geográficas horizontales (X) 661968 y verticales (Y) 1411167, con una altitud de 272 msnm (IPSA, 2017).

4.2. Población y muestra

El total de la parcela correspondió a un total de 200 m² con el establecimiento de 16 bloques con cuatro tratamientos, de cinco surcos de tres metros de longitud, espaciados a 0.50 metros entre calle. La parcela útil o de interés está formada por los dos surcos centrales, al momento de la cosecha se dejaron las plantas que están a la orilla del surco para evitar efectos de borde y se muestrearon 10 plantas del centro, para un total de 160 plantas muestreadas.

4.3. Tratamientos

Tabla 4. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Dosis
T1. Biofertilizante tradicional	Este bajo condiciones anaeróbicas durante 22 días se aplicó en dosis de un litro del producto por 17 litros de agua, la aplicación se realizó en intervalos de cada quince días
T2. Biofertilizante más minerales (Zn, Boro, Mg)	Este bajo condiciones anaeróbicas durante 22 días se aplicó en dosis de un litro del producto por 17 litros de agua la aplicación se realizó en intervalos de cada quince días
T3: NR-FRIJOL®	Este producto químico aplicado es un fertilizante foliar completo en forma líquida se aplicó en intervalos de cada quince días
T4: Bayfolán Forte®	Este producto químico aplicado es un fertilizante foliar completo en forma líquida se aplicó en intervalos de cada quince días

4.4. Definición de variable con su operacionalización

4.5.1. Variables agronómicas

Altura de la planta

Es la medida expresada en centímetros con una regla graduada, desde el cuello de la raíz hasta la máxima altura del follaje.

Longitud del tallo

Se midió en centímetros con una regla graduada desde el punto de inserción de las raíces hasta la parte apical del tallo.

Longitud de las hojas

Se midió en centímetros con una regla graduada, desde el punto de inserción de la lámina foliar en el pecíolo, hasta el ápice del folíolo.

Anchura de la hoja

Se midió en centímetros la distancia que va de borde a borde en el punto donde el folíolo central es más amplio, en el mismo folíolo utilizado anteriormente. Se utilizará una regla graduada

Área foliar

Es el resultado, expresado en centímetros cuadrados, al multiplicar la longitud por la anchura, por el factor de corrección estimado en 0.75.

4.5.2. Variables de rendimiento y calidad de cosecha

Rendimiento (kg ha)

El rendimiento obtenido de la parcela útil se ajustó al 14% de humedad de la semilla mediante la siguiente formula:

Formula de ajuste del rendimiento al 14 %de humedad:

$$R= P[(100-H \%)/86],$$

Donde:

R: rendimiento ajustado

P: peso de la muestra

H %: humedad de la semilla en porcentaje

86: Constante obtenida de 100-14 % de humedad.

Número de vainas por plantas

Se determinó contando las vainas que tenían por lo menos una semilla viable en plantas muestreadas en la parcela útil.

Número de granos por vainas

Se determinó utilizando las mismas vainas y se contabilizó el número de semillas viables que contenían.

Número de plantas cosechadas

Se realizó el conteo de la cantidad de plantas encontradas con más de una vaina al momento de la cosecha en la parcela útil.

Peso de 100 semillas

Se tomaron cuatro muestras de 100 semillas, luego se pesaron y se obtuvo el promedio de estos pesos ajustados al 14 % de humedad.

7.5.3 Variables económicas

Relación Beneficio- Costo

Costo por cada kilogramo de frijol producido, se llevó registros de producción desde la siembra hasta la cosecha de cada una de las parcelas experimentales

Beneficio

Los datos de rendimiento fueron sometidos a un análisis económico, aplicando el método de presupuesto parcial planteado por simmit (1988):

- Se determinó el Beneficio Bruto (BB)
- Se determinó el Beneficio Neto (BN)

4.6 Manejo del ensayo

La fertilización foliar se realizó al follaje, se aplicaron únicamente los productos bajo estudio, es decir los 2 productos orgánicos y los químicos. Las aspersiones se iniciaron 10 días después de la emergencia con una frecuencia de 15 días, para tener un total de 4 aplicaciones. Se llevó un estricto control de plagas y enfermedades, para controlar la tortuguilla, así como una aplicación de caracolcida para el control de la babosa.

A todo el experimento se le realizó fertilización completa (12-30-10) al momento de la siembra. Se utilizó la misma distancia de siembra de 13 semillas por metro lineal y 70 centímetros entre surcos, se realizó control de maleza de manera manual a los 35 días después de la siembra, aplicaciones de insecticidas para diabrotica y picudo a los 40 y 50 días después de la siembra. Se realizaron aplicaciones preventivas de carbendazin a los 20 y 45 días después de la germinación.

La cosecha se hizo cuando el 50 % de las vainas estaban maduras, realizándose el arranque, pre secado y aporreo de cada una de las parcelas.

La adición de los micronutrientes se realizó al primer día de la elaboración del biofertilizantes.

4.7 Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de datos

Los datos se recolectaron en una hoja de campo para el muestreo para cada una de las variables (Anexo 1).

4.8 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue un Bloque Completamente al Azar (BCA), formado aleatoriamente, por cuatro bloques y cuatro tratamientos para un total de 16 unidades experimentales. Unidad experimental= N° de tratamientos x por el número de repeticiones (4x4=16).

Modelo matemático

El modelo matemático es:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} : Valor del carácter estudiado

μ : Media General

G_i : Efecto del genotipo

B_j : Efecto del Bloques dentro de repetición

4.9. Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos en MS Excel y su correspondiente análisis con el paquete estadístico Infostat V10 (versión libre). Previo al análisis estadístico se realizaron prueba de normalidad (ShapiroWilks), y homocedasticidad de la varianza para las variables numéricas, procediendo con el análisis de la varianza (ANOVA) al 95% de confianza y su correspondiente prueba de separación de medias con DUNCAN con un valor alfa $p < 0.05$.

V. RESULTADO Y DISCUSIÓN

5.1. Altura de la planta

Para la variable altura de la planta los tratamientos presentan dos grupos estadístico diferentes, donde los que presentaron mayores resultados fueron el NR-FRIJOL® y el Biofertilizante enriquecido con minerales con 69 y 68.5 centímetros respectivamente, seguido de los tratamientos Bayfolán Forte® y Biofertilizante tradicional con altura de planta de 56.5 y 55.5 centímetros respectivamente como se muestra en la figura 1.

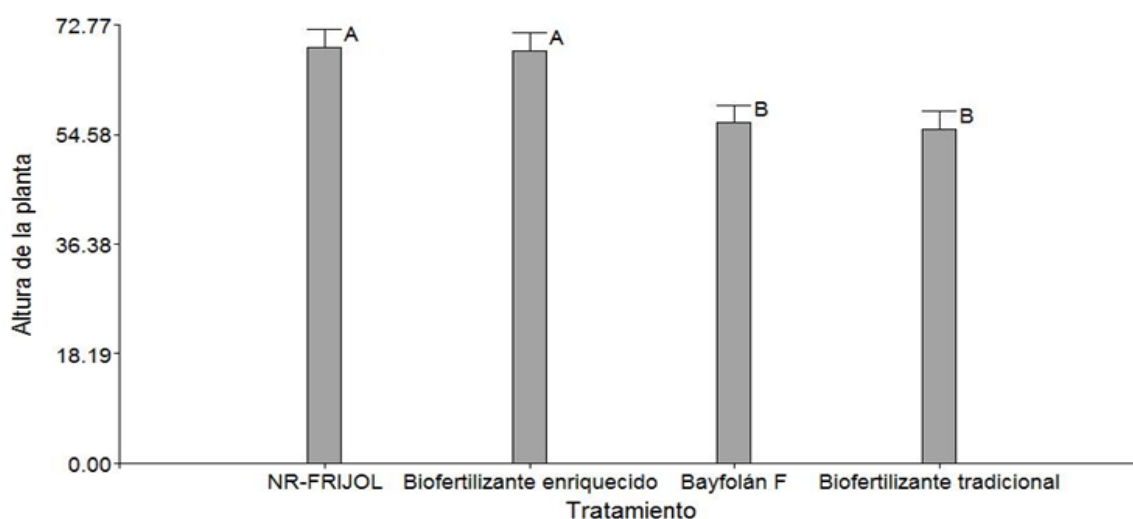


Figura 1. Altura de la planta

La diferencia de altura de la planta en cada uno de los tratamientos es debido posiblemente a que la longitud de un entrenudo a otro varía debido a las acciones génicas y ambientales que determinan el carácter (Davis, 1985).

Los caracteres cualitativos son más confiables que los cuantitativos para describir variedades de frijol, estos usualmente tienen una distribución discreta, generalmente están determinados por pocos genes y las modificaciones que experimentan por el medio ambiente son pocas (CIAT, 1983).

5.2. Longitud del tallo

Para la variable longitud del tallo los tratamientos presentan un solo grupo estadístico donde todos los tratamientos se comportaron de manera similar, donde el NR-FRIJOL®, Biofertilizante

tradicional, Biofertilizante enriquecido y Bayfolán Forte®, presentaron una longitud del tallo de 71.75, 71.25, 71.00 y 71.00 respectivamente.

La medición de las características fisiológicas es puntual, pues se refiere al estado de la planta en el momento de realizar la medición, cambian rápidamente y su validez no se extiende más de cuatro semanas; no obstante, permiten establecer diferencias en cuanto al estado de las plantas (Dickson *et al.*, 1960).

5.3. Longitud de las hojas

Para la variable longitud de las hojas los tratamientos presentan dos grupos estadísticos donde los que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL® y el Biofertilizante enriquecido con minerales con 10.83 y 10.78 cm de longitud de las hojas respectivamente. El grupo que presento los menores resultados fueron los tratamientos Bayfolán Forte® y Biofertilizante tradicional con longitud de las hojas de 9.75 y 9.50 cm respectivamente (figura 2)

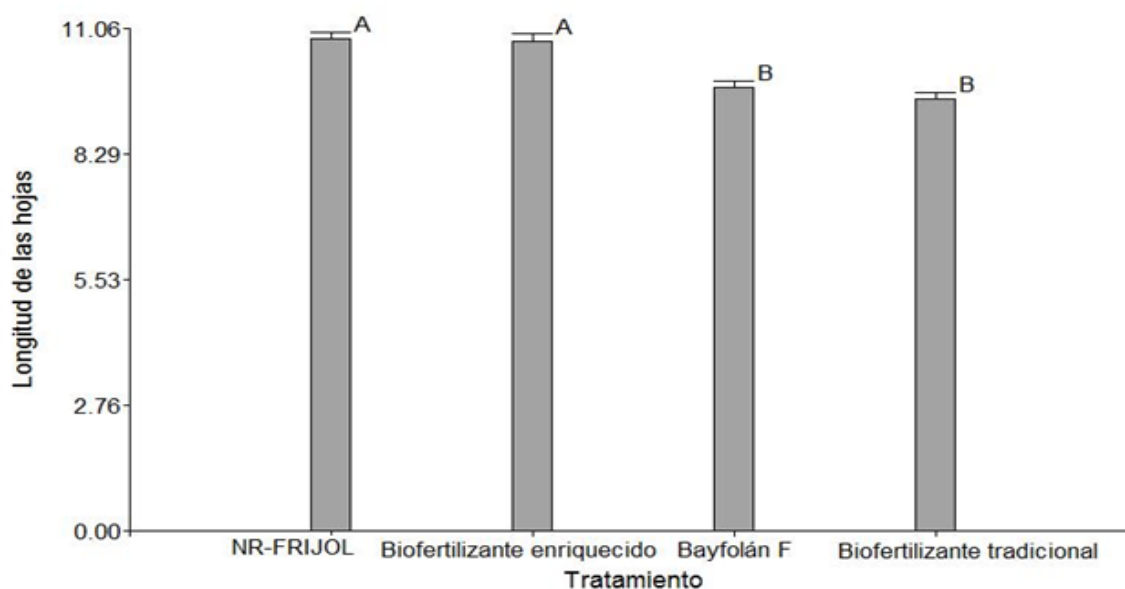


Figura 2. Longitud de las hojas

La mayoría de estos caracteres se deben a la herencia poligénica por lo tanto tienen influencia del genotipo, el medio ambiente y su interacción, por esta razón la expresión de estos caracteres puede variar de acuerdo a las variaciones del medio ambiente (Davis, 1985).

5.4. Anchura de la hoja

Para la variable anchura de la hoja los datos se presentaron como datos no normales, por lo que se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, donde el Bayfolán Forte® presento una anchura de hoja de 7.50 centímetros, biofertilizante enriquecido con minerales 9, biofertilizante tradicional 8.25 y NR-FRIJOL®, 9 centímetros como lo muestra la tabla 5.

Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis para Anchura de la hoja

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Anchura de la hoja	Bayfolán F	4	7.50	1.00	8.00	9.31	0.007
	Biofertilizante enriquecido.	4	9.00	0.00	9.00		
	Biofertilizante tradicional	4	8.25	0.50	8.00		
	NR-FRIJOL	4	9.00	0.00	9.00		

5.5. Área foliar

Para la variable Área foliar los tratamientos presentan dos grupos estadísticos donde los que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL® y el Biofertilizante enriquecido con minerales con un área foliar de 73.07 y 72.73 cm² respectivamente. El grupo que presento los menores resultados fueron los tratamientos Bayfolán Forte® y Biofertilizante tradicional con un área foliar de 58.78 y 54.90 cm² respectivamente como se muestra en la figura 3.

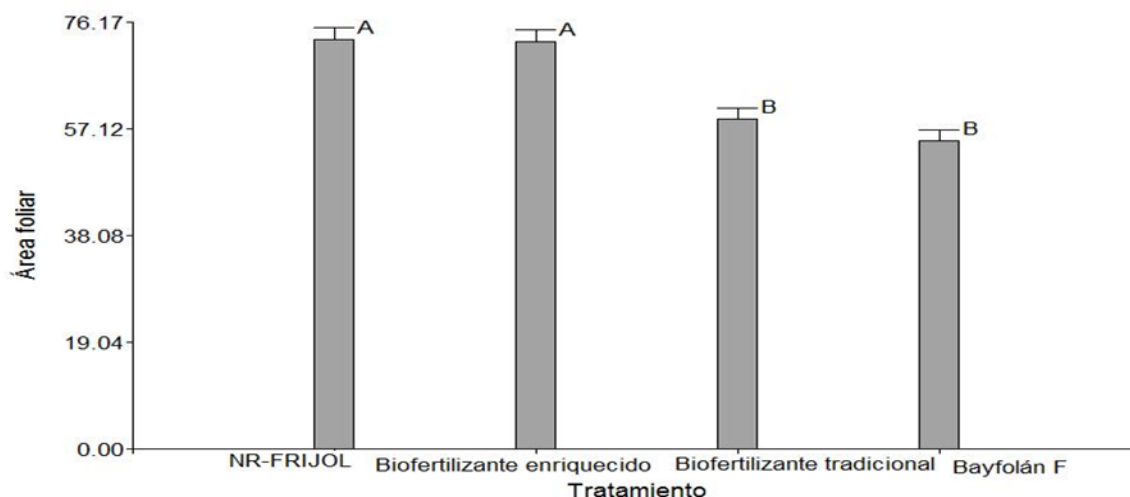


Figura 3. Área foliar

White (1985) menciona que la tasa máxima de fotosíntesis en frijol es de 2g de CO₂ fijado, por hora, por m² de hoja.

Según Enríquez (1977) el comportamiento de la producción de semillas por vaina está ligado a condiciones de alta intensidad de radiación solar debido al incremento del área foliar, aumentando la capacidad fotosintética de la planta, formando de esta manera nutrientes que estimulan la formación de la semilla.

5.6. Longitud de la raíz

Para la variable longitud de la raíz los tratamientos presentan dos grupos estadísticos donde los mejores tratamientos y de manera similar son NR-FRIJOL® y Biofertilizante enriquecido con longitud de la raíz de 40.50 y 40 centímetros respectivamente. El grupo que presento los menores resultados es el, Biofertilizante tradicional y Bayfolán Forte® con longitud de la raíz de 36.75 y 37.25 centímetros respectivamente como se muestra en la figura 4.

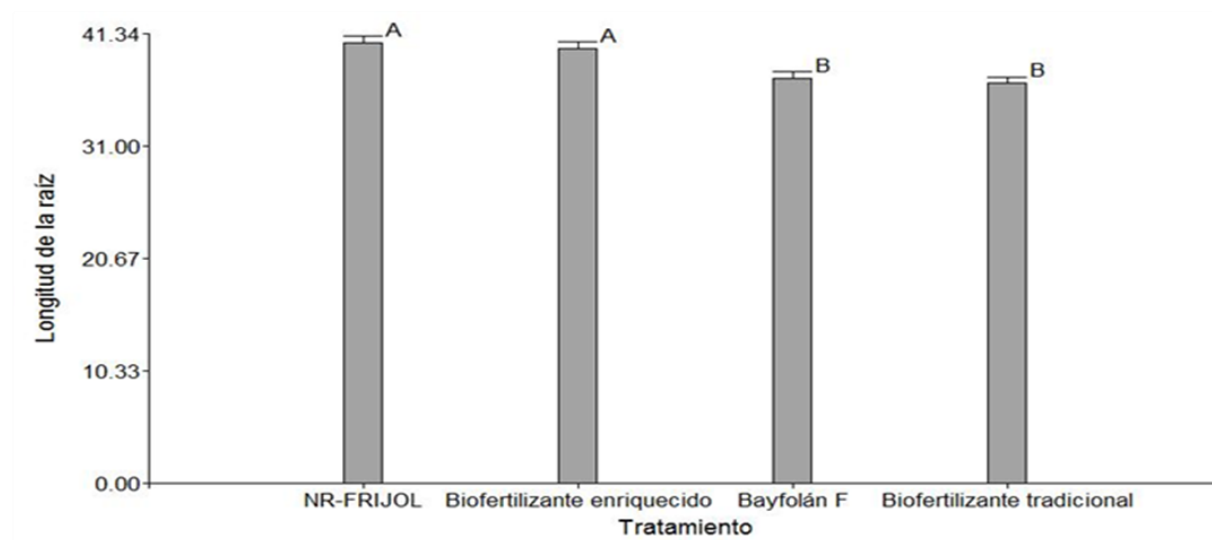


Figura 4. Longitud de la raíz

White, (1985) menciona que a mayor longitud de la raíz hay mayor absorción de nutrientes y por ende hay mayor rendimiento en la planta de frijol, y coincide con nuestro estudio.

5.7. Días a emergencia

La emergencia corresponde a la etapa V1 y se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen a nivel del suelo; se considera que un cultivo de frijol inicia la etapa V1 cuando el 50% de la población

tiene los cotiledones a nivel del suelo (Rosas, 1998).

Para la variable días a emergencia los datos se presentaron como datos no normales, por lo que se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, donde el Bayfolán Forte® presento 4.75 días, biofertilizante enriquecido con minerales 4.75, biofertilizante tradicional 4.25 y NR-FRIJOL®, 4.50 días como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Prueba de Kruskal Wallis para días a emergencia

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Días a emergencia	Bayfolán FORTE®	4	4.75	0.50	5.00	1.94	0.4542
	Biofertilizante enriquecido	4	4.75	0.50	5.00		
	Biofertilizante tradicional	4	4.25	0.50	4.00		
	NR-FRIJOL ®	4	4.50	0.58	4.50		

Los resultados obtenidos en el ensayo pueden estar influenciados por las condiciones de suelo el cual contenía suficiente humedad para que la germinación se diera en un período de tiempo bastante corto, además la semilla utilizada tenía pocos días de haber sido cosechada; al respecto, Voisest y Desset (1991), plantean que la emergencia está ligada al vigor de la semilla y a las propiedades del suelo como la humedad y la fertilidad del mismo.

5.8. Días a madurez fisiológica

Para la variable días a madurez fisiológica, todos los tratamientos se comportaron de manera similar presentando una sola categoría estadística, donde todos maduraron a los 68.93 días.

Según el INTA (2001), las variedades precoces van de los 55 a los 70 días. Respecto a este criterio, los siete genotipos evaluados se pueden considerar como precoces que es un aspecto de mucha demanda por los productores de Nicaragua. La precocidad del cultivo permite un mejor aprovechamiento de las precipitaciones durante su ciclo vegetativo, especialmente cuando se logra completar la etapa de llenado de vaina y entrar al período de canícula para realizarlas labores de cosecha y las practicas del siguiente ciclo (Leiva y López, 1999).

5.9. Rendimiento (ton/ha)

Para la variable rendimiento los tratamientos presentan dos categorías estadísticas donde los que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL® y el Biofertilizante enriquecido con minerales con un rendimiento de 1.61 toneladas por hectárea ambos. El grupo que presento los menores resultados fueron los tratamientos Bayfolán Forte® y Biofertilizante tradicional con un rendimiento de 1.46 y 1.42 toneladas por hectárea respectivamente (figura 5).

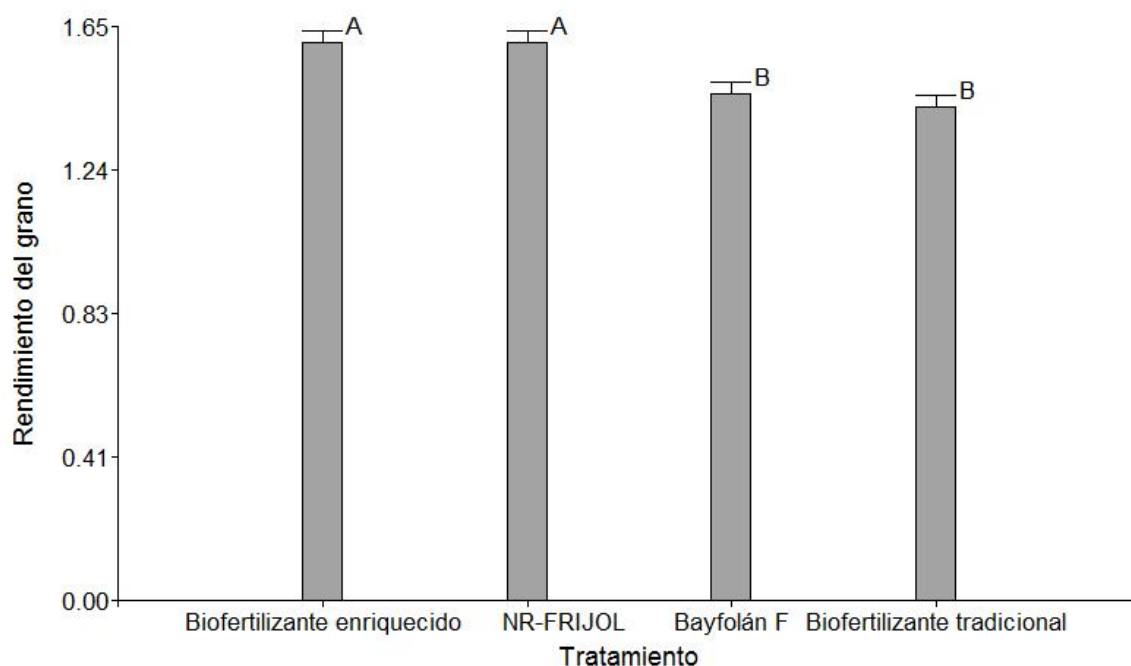


Figura 5. Rendimiento (ton/ ha)

Morales, en el 2000, al evaluar fertilización foliar con biofertilizante tradicional encontró un aumento del rendimiento del 20 %, el trabajo fue realizado en Masatepe por estudiantes de la Universidad Agraria.

En investigación realizada por Estrada (1993) en la Aldea Macanché, Flores, Petén, Guatemala por Universidad de San Carlos de Guatemala, evaluó productos orgánicos a base de higuierilla, palo de pito y estiércol de caballo, sin embargo, no encontró diferencia en el rendimiento ni en la precocidad del cultivo.

5.10. Número de vainas por plantas

Para la variable número de vainas por plantas los datos se presentaron como datos no normales, por lo que se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, donde el Bayfolán Forte® presento 26 vainas por plantas, biofertilizante enriquecido con minerales 26, biofertilizante tradicional 25.75 y NR-FRIJOL® CON 26.25 vainas por plantas.

Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis para Vainas por planta

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Vainas por planta	Bayfolán F	4	26.00	0.82	26.00	0.67	0.8614
	Biofertilizante enriquecido	4	26.00	0.82	26.00		
	Biofertilizante tradicional	4	25.75	0.96	25.50		
	NR-FRIJOL	4	26.25	0.96	26.50		

5.11. Número de granos por vainas

Para la variable número de granos por vainas los datos se presentaron como datos no normales, por lo que se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, donde el Bayfolán Forte® presento 5 granos vaina, biofertilizante enriquecido con minerales 6, biofertilizante tradicional 5 y NR-FRIJOL®, 6 granos por vainas como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Prueba de Kruskal Wallis para Número de granos por vainas

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Granos por vaina	Bayfolán FORTE®	4	5.00	0.00	5.00	8.74	0.0101
	Biofertilizante enriquecido.	4	6.00	0.00	6.00		
	Biofertilizante tradicional.	4	5.00	0.82	5.00		
	NR-FRIJOL®	4	6.00	0.00	6.00		

5.12. Número de plantas cosechadas

Para la variable número de plantas cosechadas los datos se presentaron como datos no normales, por lo que se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, donde el Bayfolán Forte® presento 22 plantas cosechadas, biofertilizante enriquecido con minerales 28, biofertilizante tradicional 23y NR-FRIJOL®, 27 plantas cosechadas como se muestra en tabla 9.

Tabla 9. Prueba de Kruskal Wallis para número de plantas cosechadas

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Número de plantas cosechada	Bayfolán Forte®	4	22.00	0.00	22.00	14.12	0.0018
	Biofertilizante enriquecido	4	28.00	0.00	28.00		
	Biofertilizante tradicional	4	23.00	0.00	23.00		
	NR-FRIJOL®	4	27.00	0.00	27.00		

Bravo (1968), citado por Enríquez (1977), expresa que existe tendencia a reducir el número de vainas por planta y granos por vaina cuando aumenta la población de plantas por área, provocando un incremento en el peso de 100 semilla.

5.13. Peso de 100 semillas

El peso de las semillas está condicionado por el traslado de los nutrientes de la planta a la semilla durante la fase vegetativa de la planta (Bidwell, 1979). Además de ser un carácter cuantitativo influenciado por el medio ambiente, es también un carácter influenciado por factores hereditarios (Marini *et al.*, 1993).

Para la variable Peso de 100 semillas los tratamientos presentan dos categorías estadísticas donde los que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL®, Biofertilizante enriquecido con minerales y biofertilizantes tradicional, se presentan de manera similar con peso de 100 granos de 26.25, 26.26, 24 .75 gramos respectivamente. El que presento el menor resultados fue el tratamiento con Bayfolán Forte® 22.25 gramos como peso de 100 grano como se muestra en la figura 6.

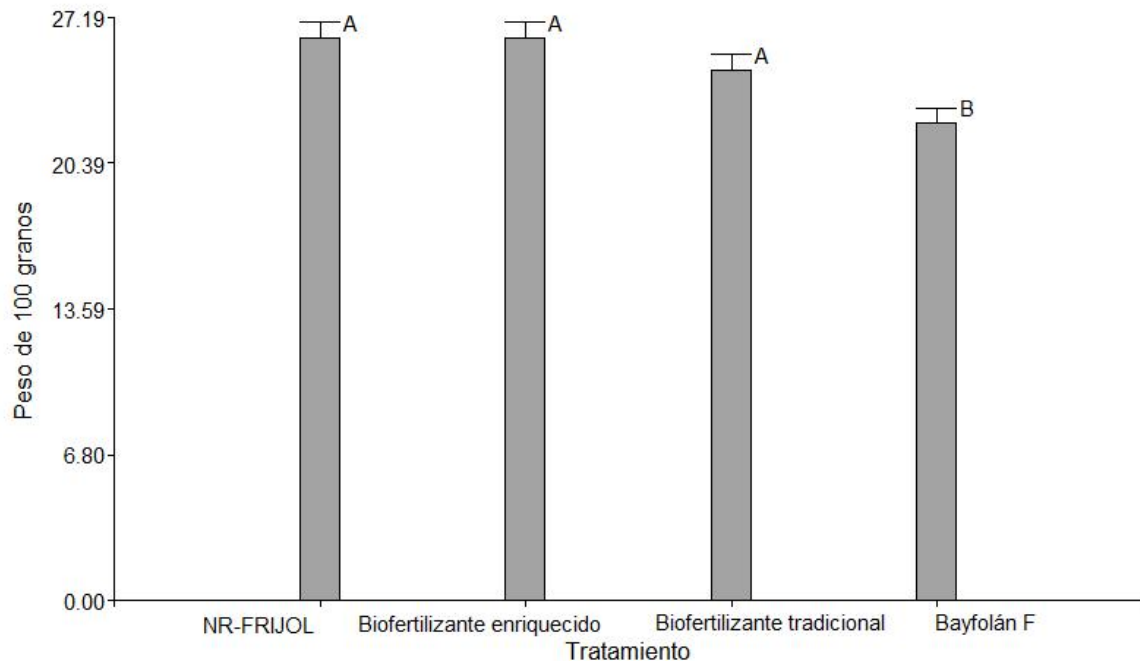


Figura 6. Peso de 100 semillas

Según Singh (1992), el peso de la semilla varía entre 15-60 g por cada 100 semillas pesadas. El CIAT (1987) clasifica al frijol por su peso en tres categorías: Semilla pequeña con un peso de 25 g o inferior, semilla mediana con un peso de 25-40 g y semilla grande con un peso mayor de 40 g. Sobre la base de esto y según los resultados obtenidos, los genotipos estudiados se ubican en la clasificación de semilla pequeña.

5.14. Variables económicas

Análisis económico de los tratamientos

Se evaluó el costo económico de los tratamientos a partir de los resultados de los experimentos se procedió a generar el costo variable a una cantidad por tratamiento.

Tabla 10. Rendimiento en Kg/hectárea

Tratamiento	Rendimiento en Kg/hectárea
T3: NR-FRIJOL®	1600
T2 Biofertilizante enriquecido con micro minerales (Zn, Boro, Mg)	1600
T4: Bayfolán FORTE®	1325
T1 Biofertilizante tradicional	1,290

Tabla 11. Costo por tratamiento

Tratamiento	Costos C\$
T3: NR-FRIJOL®	20,000
T2 Biofertilizante enriquecido con micro minerales (Zn, Boro, Mg)	20,500
T4: Bayfolán Forte®	19,700
T1 Biofertilizante tradicional	19,000

Como se observa en la tabla 12 el tratamiento que presento la mayor relación beneficio costo es el NR-FRIJOL, con 1.75, esto significa que de cada córdoba que invertimos en la producción de frijol hay una ganancia de 75 centavos. En un segundo lugar está el biofertilizante enriquecido con micro minerales (Zn, Boro, Mg) con 1.70.

Tabla 12. Relación Beneficio Costo

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Precio de venta KgC\$	Ingreso total C\$	Costo C\$	Beneficio C\$	Relación beneficio costo
T3: NR-FRIJOL®	1600	22	35,200	20,000	15,200	1.75
T2 Biofertilizante enriquecido con micro minerales (Zn, Boro, Mg)	1600	22	35,200	20,500	14,500	1.70
T4: Bayfolán Forte®	1325	22	29,150	19,700	10,000	1.47
T1 Biofertilizante tradicional	1,290	22	28,380	19,000	9,380	1.49

VI. CONCLUSIONES

El biofertilizante enriquecido con microelementos (Bo, Zn, Mg) y el NR-FRIJOL® presentaron los mayores valores las variables del desarrollo vegetativo

El biofertilizante con microminerales y el NR-Frijol® tienen el mayor efecto en la productividad del cultivo de frijol.

El tratamiento que presento mayor índice de relación beneficio costo es el NR-FRIJOL®, con 1.75, esto significa que de cada córdoba que se invirtió en la producción de frijol, resulta en 75 centavos de utilidad.

Según los datos obtenidos en los resultados de la investigación se refleja en la variable altura de la planta que los tratamientos presentan dos grupos estadísticos, donde los que se comportaron mejor fue el NR-FRIJOL® y el Biofertilizante enriquecido con minerales con 69 y 68.5 centímetros respectivamente. De igual manera para la variable área foliar los tratamientos que mejor se comportaron fue el NR-FRIJOL® y el Biofertilizante enriquecido con minerales con un área foliar de 73.07 y 72.73 cm² respectivamente.

En la variable días a madurez, los tratamientos evaluados no presentan diferencias estadísticas comportándose de manera similar en su maduración a los 69 días aproximadamente.

VII. RECOMENDACIONES

Establecer ensayos en otras localidades de la región para comparar el comportamiento de NR-FRIJOL® y Biofertilizante enriquecido, utilizando diferentes dosis de fertilización.

Implementar el NR-Frijol® por la eficiencia comprobada en el desarrollo de las plantas y su respectivo rendimiento.

Comparar el NR-Frijol® con otros tratamientos para evaluar la relación beneficio costo y presentarle otra alternativa al productor.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Acosta, J. y Pérez, Patricia. (2008). Situación del cultivo del frijol común en México. Producción e Investigación. 9 p.
- ARAYA SÁNCHEZ, J.F. 1986. Efecto del madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud), como un abono verde en un sistema de maíz (*mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relevo en Acosta Puriscal, San José, Costa Rica. Tesis Mag. Se. México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 6 - 12.
- Beebe, S; Blair, M; Mahuku, G; Morales, F y Roa, I. (2007). Executive Summary Annual Report 2007. Improved Beans for the developing world. . Consultado en el sitio web: http://www.google.com.executive_summary07.pdf
- Cabral A.M. (2006): La mejora del frijol en México. Normatividad Agropecuaria. Academia Mexicana de Ciencias.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1983. Metodología para obtener semilla de calidad. Arroz, Frijol, Maíz, Sorgo. 1ra. Edición, Cali, Colombia. 119 Pág.
- Chailloux, Marisa; Hernández, G., Faure, B. y Caballero, R. 1996. Producción de frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana* 7(2): 98-107. Costa Rica.
- Chaupe, J y Rojas, E. (2008). El frijol es una leguminosa cuyo grano es una fuente de alimentación proteica de gran importancia en la dieta alimenticia. . Soporte digital.
- Davis, J. 1985. Conceptos básicos de genética de frijol. En: Frijol: Investigación y Producción. 1ra. Edición. Editado por, Fernández, F. y Van Schoonhoven, A. CIAT. Cali, Colombia. 86 Pág.
- Enríquez, A. G. 1977. Mejoramiento genético sobre otros factores limitantes de la producción de frijol, diferente de enfermedades e insectos, Turrialba Costa Rica, CATIE. 15-27 Pág.

- ESTRADA RODRÍGUEZ, B.A. 1993. Evaluación del efecto de tres fertilizantes foliares orgánicos en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la aldea Macanché, Flores, Petén. Investigación EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
- FAO (2008). Base de datos estadísticos. Disponible en: <http://www.fao.org>. Consultado 4/05/2009.
- Franco, F., Pedroso, R., Noa, A., Castañeda, I., Rios, C., Aredondo, I., Chacón, A. (2004) Lista oficial de plantas. Material complementario para la Botánica.
- García, M. (2008). Uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelos arenosos. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos55/biofertilizante-frijol-suelo-arenoso/biofertilizante-frijol-suelo-arenoso.shtml>. (1 de junio del 2010).
- Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). (2017). Ficha técnica de trazabilidad bovina. (14 de enero de 2017).
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2001. Cultivo del frijol, guía tecnológica, Numero 3. Managua, Nicaragua. 15 Pág.
- Leiva, O. F., y López, R., J. 1999. Caracterización y evaluación de 19 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones naturales. La Compañía, Carazo. Trabajo de Diploma (UNA). Ingeniería Agronómica. Managua, Nicaragua. 32 Pág.
- León, Ileana; Faure, B; Rodríguez, O; Benitez, R; Suárez, Yipsy y Rodríguez, R. (2008). Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba. FITOSANIDAD (1). 27-31 p.
- MARTÍNEZ TORRES, A.I. 1993. Evaluación del efecto de fertilizantes orgánicos foliares palo pito (*Erythrina berteroana*), liguerillo (*Ricinus communis*) y estiércol de caballo, en el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la aldea Las Viñas, Flores, Petén. Investigación EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.

- Morales, F. J. (2000): El mosaico dorado y otras enfermedades del frijol común causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca en América Latina. Centro Internacional de la Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Colombia.
- Paredes, L.O.; Guevara, F.L.; Bello, L.A. (2006). Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.
- Perfetti, J. J; Herrera, Adriana; Luz, A. Fonseca; Salamanca, J Contreras, Gloria; Cuellar, Sandra; Rodríguez, Maritza; Ruiz, Maria del Pilar; Urregos, Liliana y Villareal, A. (2000). Inteligencia de Mercados, Perfil de producto. Corporación Colombiana Internacional. 12 p.
- Quintero F., E.: (1996) Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común en condiciones de una agricultura sostenible. Tesis Master Science. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Cuba, 52- 77p.
- Rodiño, A.; Santalla, M.; Montero, P. y Casquero, A(2000)...: Diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm from Portugal. Genetic Resources and Crop Evaluation.
- Rosas, J. C. 1998. El cultivo de frijol común en América tropical. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 9-52 Pág.
- Singh, S. P. 1992. Common bean improvement in the tropics. Volumen 10. CIAT. Cali, Colombia. 200- 212 Pág.
- Singh, S.P. (1999). Production and Utilization. En: Singh, S. P. (eds).Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers.24 p.
- Socorro Q., M. y Martín F., D. 1989. Granos. Pueblo y Educación, La Habana, 318p.
- Vivanco Vinuesa, J.C. 2009. Evaluación de la eficiencia de bioplus, hormonagro y enraizador universal, en la propagación asexual de *Hypericum* ssp. Tesis Ing. Agr. Escuela Politécnica Superior Chimborazo, Facultad Ciencias Agropecuarias. 78 p.

- Voysest, O. y Desset, M. 1991. Bean cultivar: classes and commercial seed Types. In. Common Beans. Research for crop improvement. Edited by Aart Van Schoonhoven y Voysest. O CIAT, Cali, Colombia. 130-140 Pág.
- White, J. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. En: Frijol investigación y producción. Editado por, Fernández, F.; Schoonhoven, A. y López, M. CIAT Cali, Colombia. 43-60 Pág.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL TRÓPICO SECO

Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda

Fecha:

Tratamiento	Altura de la planta	Longitud del tallo	Longitud de la hojas	Ancho de la hoja	Área foliar	Rendimiento	Granos por vaina	Vainas por planta	Peso de 100 granos	Número de plantas cosechadas	Relación beneficio costo
T1											
T2											
T3											
T4											

Anexo 2. Distribución de los tratamientos en campo

	T1Biofertilizante tradicional		T2 Biofertilizante enriquecido con minerales		T3.Bayfolán Forte		T4NR-FRIJOL
	T4NR-FRIJOL		T3 Bayfolán Forte		T1 Biofertilizante tradicional		T2 Biofertilizante enriquecido con minerales
	T3 Bayfolán Forte		T4NR-FRIJOL		T2 Biofertilizante enriquecido con minerales		T1Biofertilizante tradicional
	T2 Biofertilizante enriquecido con minerales		T1Biofertilizante tradicional		T4NRFRIJOL		T3 Bayfolan Forte

Anexo 3. Análisis estadísticos

Nueva tabla : 10-ago-17 - 2:00:27 PM - [Versión : 23-feb-16]

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Días a emergencia	16	4.56	0.51	0.60	<0.0001
Altura de la planta	16	62.38	8.60	0.93	0.4172
Longitud de la raíz	16	38.63	2.28	0.95	0.6450
Longitud del tallo	16	71.25	2.18	0.92	0.3346
Longitud de las hojas	16	10.21	0.72	0.88	0.0878
Anchura de la hoja	16	8.44	0.81	0.69	<0.0001
Área foliar	16	64.87	9.55	0.89	0.1159
Número de plantas cosechad..	16	25.00	2.63	0.73	<0.0001
Granos por vaina	16	5.50	0.63	0.72	<0.0001
Vainas por planta	16	26.00	0.82	0.77	0.0003
Rendimiento del grano	16	1.52	0.11	0.92	0.3470
Peso de 100 granos	16	24.88	2.33	0.80	0.0023
Días a floración	16	35.00	0.00	sd>0.9999	
Días a madurez fisiologica..	16	67.00	0.00	sd>0.9999	

Nueva tabla : 10-ago-17 - 2:02:11 PM - [Versión : 23-feb-16]

Análisis de la varianza

Altura de la planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta	16	0.72	0.53	9.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	797.00	6	132.83	3.82	0.0355
Bloque	144.25	3	48.08	1.38	0.3094
Tratamiento	652.75	3	217.58	6.26	0.0139
Error	312.75	9	34.75		
Total	1109.75	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 34.7500 gl: 9

Bloque Medias n E.E.

3.00	65.50	4	2.95	A
2.00	64.50	4	2.95	A
1.00	61.75	4	2.95	A
4.00	57.75	4	2.95	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 34.7500 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
NR-FRIJOL	69.00	4	2.95	A
Biofertilizanteenriquecid..	68.50	4	2.95	A
Bayfolán F	56.50	4	2.95	B
Biofertilizantetradiciona..	55.50	4	2.95	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Longitud de la raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de la raíz	16	0.82	0.71	3.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64.00	6	10.67	6.98	0.0054
Bloque	20.75	3	6.92	4.53	0.0338
Tratamiento	43.25	3	14.42	9.44	0.0039
Error	13.75	9	1.53		
Total	77.75	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.5278 gl: 9

Bloque Medias n E.E.

4.00	40.50	4	0.62	A
2.00	38.50	4	0.62	B
1.00	38.00	4	0.62	B
3.00	37.50	4	0.62	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.5278 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
NR-FRIJOL	40.50	4	0.62 A
Biofertilizanteenriquecid..	40.00	4	0.62 A
Bayfolán F	37.25	4	0.62 B
Biofertilizantetradiciona..	36.75	4	0.62 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Longitud del tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud del tallo	16	0.45	0.08	2.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32.00	6	5.33	1.23	0.3739
Bloque	30.50	3	10.17	2.35	0.1409
Tratamiento	1.50	3	0.50	0.12	0.9488
Error	39.00	9	4.33		
Total	71.00	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4.3333 gl: 9

Bloque Medias n E.E.

3.00	73.50	4	1.04	A
4.00	71.00	4	1.04	A B
2.00	70.75	4	1.04	A B
1.00	69.75	4	1.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4.3333 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
NR-FRIJOL	71.75	4	1.04 A
Biofertilizantetradiciona..	71.25	4	1.04 A
Biofertilizanteenriquecid..	71.00	4	1.04 A
Bayfolán F	71.00	4	1.04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Longitud de las hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de las hojas	16	0.88	0.80	3.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.78	6	1.13	11.08	0.0010
Bloque	1.13	3	0.38	3.69	0.0558
Tratamiento	5.65	3	1.88	18.48	0.0003
Error	0.92	9	0.10		
Total	7.70	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1019 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	10.60	4	0.16 A
1.00	10.30	4	0.16 A B
3.00	10.05	4	0.16 B
4.00	9.90	4	0.16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1019 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
NR-FRIJOL	10.83	4	0.16 A
Biofertilizanteenriquecid..	10.78	4	0.16 A
Bayfolán F	9.75	4	0.16 B
Biofertilizantetradiciona..	9.50	4	0.16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Área foliar

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Área foliar	16	0.89	0.81	6.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1210.99	6	201.83	11.63	0.0008
Bloque	148.92	3	49.64	2.86	0.0967
Tratamiento	1062.07	3	354.02	20.40	0.0002
Error	156.22	9	17.36		
Total	1367.22	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 17.3583 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	67.76	4	2.08 A
3.00	66.02	4	2.08 A B

1.00	65.96	4	2.08	A	B
4.00	59.74	4	2.08		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 17.3583 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
NR-FRIJOL	73.07	4	2.08	A
Biofertilizanteenriquecid..	72.73	4	2.08	A
Biofertilizantetradiciona..	58.78	4	2.08	B
Bayfolán F	54.90	4	2.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Rendimiento del grano

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento del grano	16	0.77	0.61	4.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.14	6	0.02	4.93	0.0167
Bloque	0.02	3	0.01	1.42	0.3005
Tratamiento	0.12	3	0.04	8.45	0.0055
Error	0.04	9	4.6E-03		
Total	0.18	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0046 gl: 9

Bloque	Medias	n	E.E.	
1.00	1.58	4	0.03	A
2.00	1.52	4	0.03	A
3.00	1.51	4	0.03	A
4.00	1.49	4	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0046 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Biofertilizanteenriquecid..	1.61	4	0.03	A
NR-FRIJOL	1.61	4	0.03	A
Bayfolán F	1.46	4	0.03	B
Biofertilizantetradiciona..	1.42	4	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso de 100 granos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos	16	0.78	0.64	5.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64.00	6	10.67	5.41	0.0125
Bloque	21.25	3	7.08	3.59	0.0592
Tratamiento	42.75	3	14.25	7.23	0.0090
Error	17.75	9	1.97		
Total	81.75	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.9722 gl: 9

Bloque Medias n E.E.

1.00	26.50	4	0.70	A
3.00	25.00	4	0.70	A B
2.00	24.75	4	0.70	A B
4.00	23.25	4	0.70	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Duncan Alfa=0.05**

Error: 1.9722 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
NR-FRIJOL	26.25	4	0.70	A
Biofertilizanteenriquecid..	26.25	4	0.70	A
Biofertilizantetradiciona..	24.75	4	0.70	A
Bayfolán F	22.25	4	0.70	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Días a floración**

Variable	N	R ² R ²	Aj	CV
Días a floración	16	sdsd	0.00	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	6	0.00	sdsd	
Bloque	0.00	3	0.00	sdsd	
Tratamiento	0.00	3	0.00	sdsd	
Error	0.00	9	0.00		
Total	0.00	15			

Días a madurez fisiologica

Variable	N	R ² R ²	Aj	CV
Días a madurez fisiologica..	16	sdsd	0.00	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.00	6	0.00	sdsd	
Bloque	0.00	3	0.00	sdsd	
Tratamiento	0.00	3	0.00	sdsd	
Error	0.00	9	0.00		
Total	0.00	15			

Anexo 4. Fotografías del proceso de investigación

Cultivo tratado con NR-Frijol



Distribución de los tratamientos en campo



Contando el número de vainas por plantas



Contando el número de vainas por planta



Anexo 5. Fichas de costo para el NR-FRIJOL®

N°	Actividades	Numero de Jornaleros	Días de trabajo	Precio por día C\$	Total C\$
1	Preparación del terreno				0
1.1	Limpieza	10	10	150.00	1500.00
1.2	Aplicación de herbicida	5	5	150	750
1.3	Desinfección del suelo	2	2	150.00	300.00
1.4	Arado y Siembra	2	4	150.00	600.00
2	Fertilización				0
2.1	Fertilización edáfica	2	1/2	50.00	100.00
2.2	Fertilización Foliar	2	1/2	50.00	100.00
3	Aporque y deshierbe	5	2	150.00	1500.00
4	Aplicación de otros insumos				0
4.1	Aplicación de insecticidas	1	1	100.00	100.00
4.2	Control de malezas	5	2	100.00	1000.00
5	Cosecha				0
5.1	Arranque y secado	7	3	100.00	2100.00
5.2	Aporreo	7	1	100.00	700.00
5.4	Limpieza del grano.	2	1	100.00	200.00
6	Pos cosecha				0
6.1	Almacenado y curado.	2	1	100.00	200.00
	Insumos				8,000
	Imprevisto				2,850
Costo total					20,000