



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFEECTO DE CUATRO BIOFERTILIZANTES (EM-BOKASHI) SOBRE EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL FRIJOL COMUN
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

AUTORES:

Br. JOSE MANUEL RIVERA GUILLEN
Br. RAUL TORRES VALDIVIA

ASESORES:

ING. AGR. MSc. JOSE DOLORES CISNE CONTRERAS
ING. AGR. REYNALDO LAGUNA MIRANDA

CO-ASESOR:

ING. AGR. MSc. VIDAL MARIN FERNANDEZ

MANAGUA NICARAGUA - 1998

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DE CUATRO BIOFERTILIZANTES (EM-BOKASHI) SOBRE EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL FRIJOL COMUN
(*Phaseolus vulgaris* L.)**

AUTORES:

Br. JOSE MANUEL RIVERA GUILLEN
Br. RAUL TORRES VALDIVIA

ASESORES:

ING. AGR. MSc. JOSE DOLORES CISNE CONTRERAS
ING. AGR. REYNALDO LAGUNA MIRANDA

CO-ASESOR:

ING. AGR. MSc. VIDAL MARIN FERNANDEZ

**PRESENTADO A LA CONSIDERACION DEL HONORABLE TRIBUNAL
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.**

“Dejenme volver a la agricultura natural por la que abogo. En la agricultura convencional, podemos tener buenas cosechas por el momento si aplicamos fertilizantes químicos o abonos. Como sea, estos fertilizantes matan gradualmente la productividad natural del suelo y eventualmente se vuelve estéril, fuera de darse cuenta de estos hechos, los agricultores estan cegados por los efectos temporales de los fertilizantes y el ser humano, asi como el suelo sufre por el envenamiento de estos.”

Mokichi Okada



AGRADECIMIENTO

Gracias señor, por habernos iluminado, por habernos guiado por el camino recorrido por habernos dado la fuerza suficiente para poder seguir adelante y hoy a partir esta alegría contigo.

Muchos fueron los tropiezos, durante este camino, pero siempre existieron personas que nos brindaron su mano para poder levantarnos y concluir con éxito el presente trabajo, por lo que hoy deseamos exteriorizar nuestro más sincero y profundo agradecimiento a:

Al Dr. Teuro Higa, Dr. Gleen Kosawa, Srita Mónica Durand y a todos los miembros de la EM-Technologies por el apoyo brindado.

Al Ing. Agr. MSc. José Dolores Cisne C. por su valiosa asesoría, orientación y ayuda incondicional durante la realización del presente trabajo.

Al Ing. Agr. Reynaldo Laguna M. por su asesoría, confianza y disposición de ayudarnos siempre que fue necesario.

Al Ing. Agr. MSc. Vidal Marín F. por su disposición, voluntad y valiosos aportes al revisar el contenido del escrito, lo que contribuyó al enriquecimiento del trabajo.

Al Ing. Agr. Alvaro Benavidez, por su voluntad y sugerencias brindadas.

A la Ing. Gladys Quezada M., por su voluntad, disposición, paciencia e interés en la elaboración del documento.

A la Ing. Industrial Ana Josefa Rayo por su apoyo al inicio del presente trabajo.

A la Srita Carolina Padilla y al personal del CENIDA, por su ayuda en la recopilación y obtención de información.

Al programa de servicios estudiantiles, especialmente a la Lic. Idalia Casco y Lic. Marina Solorzano, por su apoyo incondicional.

A los profesores de la UNA, por su abnegación en su labor docente, quienes durante años forjaron en nosotros valores éticos y morales.

A nuestro amigos y compañeros que de alguna u otra forma nos brindaron ayuda en la realización de este trabajo.

**JOSE MANUEL RIVERA GUILLEN
RAUL TORREZ VALDIVIA**

DEDICATORIA

Al concluir el presente trabajo, quiero dedicarlo muy especialmente:

A Dios por haberme dado el don de la vida, salud, deseos de superación sabiduría y perseverancia permitiendome llegar al fin de esta meta.

A mi abuelita Jerónima Rivera (q.e.p.d.); a mi tía Silvina Rivera y a mi tío Inosencio Zeledón, por haberme inculcado el respeto a las personas, la responsabilidad del cumplimiento a los compromisos, el amor hacia las cosas, a las persona y al trabajo; el afán de superarme, el carácter para resolver los problemas e imponer la disciplina y la dignidad que debemos tener todos los hombres . . .

A mis hermanos Marbelly, Elena, Marlene, Denis, Danilo, Ramona y Rosario; como muestra de mi eterno agradecimiento por su apoyo incondicional durante mis estudios.

A mi primo Delio Rodríguez por su voluntad, confianza, amistad y apoyo brindado durante todo momento de mi carrera profesional.

A mis sobrinos y sobrinas, especialmente a Julissa, Karla, Carlos y Cristian.

A mi mejor amiga Gladys María Quezada M.

A Norma Galo por ser una persona especial en mi vida en los últimos años de mis estudios profesional.

A mis amigas (os), Karla, Nancy, Carmen, Jessica y Aquileo.

A todas aquellas personas que siempre creyeron confiaron y me apoyaron para salir adelante durante mi carrera.

JOSE MANUEL RIVERA GUILLEN

DEDICATORIA

Al concluir el presente trabajo de diploma, quiero dedicarlo muy especialmente:

En primer lugar a Dios por haberme dado vida y sabiduría para terminar mis estudios de profesionalización.

A mi madre Tomasa Valdivia por haberme apoyado durante todos estos años, en los momentos más difíciles de mi carrera y por haberme guiado siempre por el camino correcto de la vida.

A mi esposa Ana Josefa por su amor y apoyo.

A mis hermanos Orlando, Domingo, Horacio, Mixi, Miriám y Paulino (q.e.p.d.); por su apoyo incondicional que me brindaron durante todos estos años.

A todos los que de alguna manera me apoyaron para que lograra culminar con éxito mis estudios.

RAUL TORREZ VALDIVIA

INDICE DE CONTENIDO

SECCION:

INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RASUMEN	iii
I INTRODUCCION	1
II MATERIALES Y METODOS	6
2.1 Localización del ensayo	6
2.2 Zonificación ecológica	6
2.3 Tipo de suelo	8
2.4 Descripción del diseño experimental	8
2.5 Variables evaluadas	9
2.6 Análisis Estadístico	12
2.7 Preparación del EM-Bokashi, EM-5 y EM-Base	12
2.8 Manejo agronómico	14
2.9 Análisis económico	15
III. RESULTADO Y DISCUSION	18
3.1 Influencia de los biofertilizantes (EM-Bokashi) sobre las variables de crecimiento.	18
3.1.1 Porcentaje de emergencia	18
3.1.2 Plantas cosechadas por parcela útil	19
3.1.3 Diámetro de cobertura	21
3.1.4 Número de nódulos activos	23
3.2 Influencia de los biofertilizantes (EM-Bokashi) sobre los componentes del rendimiento.	27
3.2.1 Número de vainas por planta	28
3.2.2 Número de semillas por vaina	29
3.2.3 Peso de mil semillas	30
3.2.4 Rendimiento.	31
3.3 Influencia de los biofertilizantes (EM-Bokashi) y el EM sobre las enfermedades y plagas	34
3.3.1 Incidencia y severidad de enfermedades	34
3.3.2 Incidencia de plagas	41
3.4 Análisis económico	42
3.4.1 Análisis de presupuesto parcial	43
3.4.2 Análisis de dominancia	43
3.4.3 Análisis marginal	44
IV. CONCLUSIONES	48
V. RECOMENDACIONES	49
VI. BIBLIOGRAFIA	50
VII. ANEXOS	55

INDICE DE TABLAS

TABLA

1.	Datos climáticos de la zona de Las Escaleras, durante el ciclo del cultivo.	7
2.	Resultados del análisis químico y físico de suelo del área donde se estableció el experimento. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de apante, 1996.	8
3.	Proporciones de los materiales orgánicos utilizados en la preparación de los diferentes biofertilizantes (EM - BOKASHI) evaluados.	13
4.	Proporciones de EM, melaza y agua usadas en la preparación de la solución del EM - Base.	13
5.	Efecto de cuatro biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el porcentaje de emergencia y plantas cosechadas por parcela útil en el cultivo de Frijol común. Las Escaleras Matagalpa. Epoca de Apante. 1996.	20
6.	Efecto de cuatro biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el diámetro de cobertura en el cultivo del Frijol común. Las Escaleras, Matagalpa. Epoca de Apante. 1996.	22
7.	Efecto de cuatro biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el número de nódulos activos, en el cultivo del frijol común. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de Apante. 1996.	26
8.	Efecto de cuatro biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el número de vainas por plantas, semillas por vaina, peso de mil semillas y el rendimiento en el cultivo de frijol común. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de Apante. 1996.	33
9.	Efecto de la aplicación de bioinsecticida EM- 5 y EM-Base sobre las principales plagas en el cultivo del frijol común. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de apante. 1996.	42
10.	Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados.	45
11.	Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados.	46
12.	Análisis marginal para los tratamientos evaluados.	46

INDICE DE FIGURAS

FIGURA

1. Climadiagrama de la zona de Las Escaleras,
Matagalpa 1992-1996. (según Walter y Lieth, 1956).7
2. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI),
sobre el diámetro de cobertura a los 20, 28, 36 y 44 dds.
Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de Apante. 1996.23
3. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI),
sobre el número de nódulos activos por planta
a los 20, 28, 36, 44 y 60 dds. Las Escaleras. Matagalpa
Epoca de Apante. 1996.27
4. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI),
EM-5 y EM-Base sobre la incidencia y la severidad de
la Roya en el cultivo del frijol común.38
5. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI),
EM-5 y EM-Base sobre la incidencia y severidad
de la Antracnosis en el cultivo de frijol común.39
- 6.- Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI),
EM-5 y EM-Base sobre la incidencia y severidad
de la Mancha Angular en el cultivo del frijol común.40
6. Curva de beneficio neto para los diferentes
tratamientos evaluados.47

RESUMEN

Durante la época de apante de 1996, en la Cooperativa Carlos Fonseca, comarca Las Escaleras Municipio de San Ramón, Dpto. de Matagalpa, se llevó a cabo la siguiente investigación con el propósito de evaluar el efecto de cuatro biofertilizantes (EM-Bokashi), sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Honduras-46. El diseño utilizado fue un B.C.A. (Bloque Completo al Azar), con cuatro repeticiones y seis tratamientos. Los biofertilizantes (EM-Bokashi) fueron preparados mezclando diferentes residuos orgánicos tanto de origen animal como vegetal, inoculados con microorganismos efectivos (EM); utilizando una dosis de 200 g/m² equivalente a 2000 kg/ha; mientras que en la fertilización inorgánica se utiliza NPK (12-30-10) con dosis de 5.5 g/m lineal equivalente a 136.4 kg/ha. Los resultados demuestran que los biofertilizantes 4 y 2 presentaron los valores promedios más altos en la mayoría de las variables evaluadas como diámetro de cobertura, porcentaje de emergencia, número de nódulos activos por planta, plantas cosechadas y los componentes del rendimiento.

El biofertilizante 4, presentó el rendimiento más alto con 1369.1 kg/ha seguido del biofertilizante 2 con 1220 kg/ha. Así mismo al realizar el análisis económico se demostró que económicamente el biofertilizante 4 fue el mejor, presentando una tasa de retorno marginal de 2574%, superior a la tasa de retorno mínima de comparación, la cual es de 130%. Demostrando de ésta manera que sí se puede producir reduciendo el uso de agroquímicos y obtener buenos rendimientos, producto de mayor calidad, sin poner en riesgo la salud humana y contaminar el medio ambiente. Además con el uso de biofertilizantes no se pretende sustituir prácticas de la agricultura sostenible, sino complementarlas con otras prácticas como: Rotación de cultivos, manejo integrado de plagas, obras de conservación de suelos y diversificación de cultivos entre otras; con el objetivo de optimizar el uso del suelo, estabilizar las áreas de producción, incrementar los rendimientos por unidad de área, reducir los costos y obtener mayores beneficios.

I INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es la leguminosa comestible más importante en Centro América, México y el Caribe, pues forma parte de la dieta alimenticia de la población urbana y rural de esta región. Es una de las fuentes de proteínas más baratas (contiene más del 22%) y el promedio de consumo percapita anual en esta área es de 12 kg; observándose que esta cantidad esta por debajo de los requerimientos mínimos recomendados por el Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá (INCAP); que es de 18.7 kg. Lo anterior evidencia la necesidad que existe de incrementar la disponibilidad del frijol para suplir los requerimientos protéicos de la población (Pro-frijol, 1995).

En Nicaragua el cultivo del frijol es una actividad generalizada de pequeños y medianos productores, en manos de los cuales se encuentra aproximadamente el 95% de la tierra; dicho cultivo se establece sobre todo en áreas marginales donde aún se emplean métodos tradicionales de producción como: uso de variedades tradicionales, siembra al espeque, bajas densidades de siembra, inapropiado manejo de malezas, plagas, enfermedades y una deficiente fertilización (Alemán y Tercero, 1991).

La deficiente fertilización y los altos costos de los fertilizantes forma parte de los problemas más sentidos por los productores nicaragüenses. Esto hace cada día más común la necesidad de estudiar más a fondo los abonos orgánicos como una práctica para proteger la capa fértil del suelo, para recuperar suelos degradados y brindar mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La materia orgánica del suelo y el uso de abonos orgánicos se han asociado tradicionalmente con la fertilidad, esto ha sido posible por que un suelo rico en materia orgánica es frecuentemente productivo ; además por haber sido los abonos orgánicos durante largo tiempo la única forma de aumentar la fertilidad del suelo hasta que los abonos químicos comenzaron a ser usados en los años 50 del presente siglo (Arzola, 1986).

Los abonos orgánicos son más eficientes que los fertilizantes químicos porque aportan una mayor diversidad de elementos periódicamente a las plantas, proporcionan humus, lo cual mejora la estructura del suelo creando condiciones favorables a la microflora benéfica, las aplicaciones de estos cada año disminuye; en caso contrario los fertilizantes químicos cada vez se aplican en mayor cantidad.

Es evidente que nada consigue sustituir el efecto de los abonos orgánicos; la fertilización por más completa que sea no consigue mantener la productividad del suelo, ya sea en climas templados o tropical sin que exista un retorno sistemático y dirigido de la materia orgánica (Primavesí, 1982).

Muchos microbiólogos creen que los microorganismos del suelo pueden ser incrementados mediante el uso de enmiendas orgánicas complejas de carbono y nitrógeno para su metabolismo, si al suelo se le aplica regularmente desperdicios orgánicos el número de microorganismos benéficos se incrementaría en un corto período. La aplicación de Materia Orgánica no solo ayuda al balance de micronutrientes del suelo, sino que incrementa las poblaciones de microorganismos productores de antibióticos con lo cual se suprimen ciertos patógenos que viven en el suelo que causan enfermedades a las plantas en un corto período (Higa, 1994).

El efecto benéfico de los microorganismos depende del ecosistema y las condiciones ambientales (Higa, 1995).

El uso de diferentes tipos de residuos orgánicos, ya sean de origen animal o vegetal como: residuos de cosecha, estiércol de vaca, gallinaza, pulpa de café, entre otros, mezclados e inoculados con microorganismos efectivos es una nueva alternativa de fertilización orgánicos(biofertilizantes) el EM está constituido por microorganismos benéficos seleccionados y aislados que crecen y coexisten en el mismo medio. Los biofertilizantes al ser aplicados e incorporados al suelo actúan como abono mejorando la calidad del suelo, controlador biológico, contrarestando el efecto de microorganismos fitopatógenos y facilitando la degradación de sustancias tóxicas que se encuentran en el suelo.

La experiencia ha demostrado que la transición de la agricultura convencional a la agricultura orgánica y sostenible conlleva ciertos riesgos como rendimientos bajos, incremento del ataque de plagas y enfermedades, pero una vez superado el período de transición (puede ser de varios años) los productores encontrarán que su sistema de producción será más estable más productivo, libre de pesticidas y otras sustancias nocivas (Higa y Parrs, 1991).

Los microorganismos son utilizados en la agricultura por ser componentes importantes de las enmiendas orgánicas y compost, como inoculantes en el cultivo de leguminosas todas estas aplicaciones están interrelacionadas por lo que una consideración importante es la mejora del suelo producto de los efectos energéticos, esto es difícil de cumplir si los microorganismos son aplicados como una terapia sintomática como es el caso de los fertilizantes químicos y pesticidas (Higa, 1994).

El EM está constituido por especies de microorganismos seleccionados en condiciones naturales, tales como bacterias acidolácticas, levaduras, bacterias fotosintéticas, actinomicetes y hongos fermentativos, todos compatibles capaces de coexistir en el medio de cultivo. Los cuales pueden ser utilizados para incrementar la diversidad biológica del suelo, agua y planta, descontaminar el suelo, estimular el crecimiento sano, vigoroso y mejorar los rendimientos (Higa, 1994).

Hasta la presente información que existe sobre fertilización en frijol es escasa y no concluyente debido a la falta de investigaciones que demuestren los criterios que deben considerarse para realizar una correcta fertilización en este cultivo ; las recomendaciones de fertilización en este cultivo generalmente se hacen basándose en experiencias particulares del técnico y/o basándose en los requerimientos de nutrientes del cultivo; sin tomar en cuenta el contenido, la disponibilidad de los nutrientes en el suelo y la respuesta de la variedad.

A pesar de la gran importancia que representa el cultivo del frijol para la población nicaragüense como principal fuente de proteína no han habido alternativas para incrementar los rendimientos y dar estabilidad a las áreas de producción.

Por lo tanto, esta es una nueva alternativa de fertilización órgano biológica, la cual se prepara mezclando diferentes tipos de residuos orgánicos inoculados con microorganismos efectivos (EM) y el uso de los bio-insecticidas preparados a partir del EM.

Esta alternativa busca reducir el uso de fertilizante químicos y pesticidas y otro tipo de productos químicos para optimizar el uso de los recursos de la finca, producir alimento libre de residuos tóxicos y procurar rebitalizar la agricultura en las áreas rurales donde se ha degradado el suelo producto de labores inadecuadas y el empleo desmedido de agroquímicos y otras prácticas. Esta nueva alternativa tecnológica, para que tenga los efectos positivos e incrementar su eficiencia, debe complementarse con otras prácticas como obras de conservación de suelos, diversificación de cultivos entre otras . Es decir, enmarcarnos en una agricultura económica, social y ecológicamente sostenible, donde se maximise el uso de los recursos de la finca, se establezcan las áreas de producción, incrementar la producción y elevar la rentabilidad y productividad de la finca.

En el presente trabajo se presentan los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- **Determinar los efectos benéficos de cuatro biofertilizantes (EM Bokashi) en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).**

Objetivos Específicos:

- **Evaluar el efecto de cuatro biofertilizantes (EM - Bokashi) sobre el crecimiento, y rendimiento del cultivo del frijol.**
- **Determinar cual de los cuatro biofertilizantes (EM - Bokashi) evaluados fue más efectivo.**
- **Evaluar el efecto de cuatro biofertilizantes (EM - Bokashi) y el EM sobre las enfermedades y plagas.**
- **Valorar y analizar económicamente la rentabilidad de las alternativas evaluadas en el presente estudio y cuál es el más viable .**

II MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización del ensayo

El experimento fue realizado en época de apante, Diciembre de 1996 - Marzo de 1997, en la cooperativa Carlos Fonseca ubicada 18 Km al Noreste de Matagalpa, comarca la Escalera, municipio de San Ramón departamento de Matagalpa; situada en las coordenadas 12° 99' 77" Latitud Norte y 85° 86' 34" Longitud Oeste, a una altitud de 730 msnm.

2.2 Zonificación Ecológica

De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1982), la zona de vida es sub tropical húmedo pre montano con precipitaciones promedio de 1600 a 2000 mm anuales, temperatura que oscila entre 18° y 24°C, humedad relativa entre 70 - 87%, con velocidad del viento entre 0.8 - 2.5 m/s y la altura sobre el nivel del mar varía de 600 - 1200 msnm. El tipo de vegetación presente es bosques de mediano a alto, perennifolio, de zonas muy frescas y húmedas.

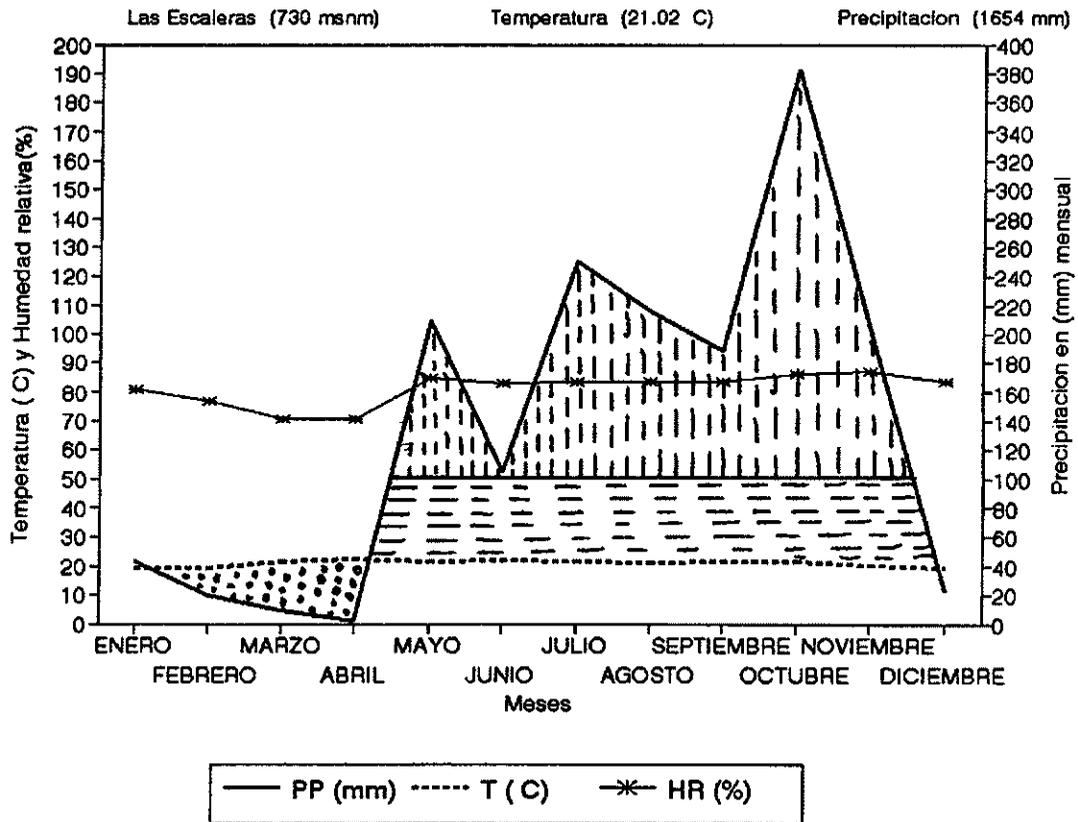


Figura #1. Climadiagrama de la zona de Las Escaleras, Matagalpa 1992 - 1996.
(Según Walter y Lieth, 1956)

Tabla # 1. Datos climáticos de la zona de Las Escaleras durante el ciclo del cultivo.

MESES	Pp (mm)	T(° C)	H.R.(%)	V. VIENTO (m/s)
DICIEMBRE	39.5	19.4	84	1.0
ENERO	34.0	20.5	77	2.1
FEBRERO	33.0	19.5	80	2.4
MARZO	31.0	21.0	75.	1.8

Fuente : Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) 1997 Estación Meteorológica de Jinotega.

2.3 Tipo de suelo

El suelo presenta una textura franco arcilloso; pendiente del 8% - 40% perteneciente al orden mollisol, subgrupo typic Argiudoll, desarrollados a partir de rocas básicas (Basaltos y Andesitas), rocas ácidas (Ignibritas) y aluviales.

Este tipo de suelo es de color pardo oscuro bien drenado moderadamente profundos con relieve de plano a escarpado, de fertilidad baja a media, la materia orgánica oscila entre 2-13%, con pH de 4.6-7.2 y los cultivos preponderantes en la zona son: maíz, frijol, café, frutales, bosques latifoliados y pastos (CRIES, 1972).

Tabla # 2. Resultados del análisis químico y físico de suelo del área donde se estableció el experimento. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de apante, 1996.

ANALISIS QUIMICO	VALOR	CLASIFICACION
pH	6.0	Ligeramente ácido
M.O. (%)	6.36	Alto
N (%)	0.818	Bajo
P (ppm)	2.0	Deficiente
Kmeq / 100 g suelo	0.38	Alto
ANALISIS FISICO		
Arcilla %	37.5	---
Limo %	27.5	---
Arena %	25.0	---
Clase Textural		Franco Arcillosa

Fuente: Laboratorio de suelo Universidad Nacional Agraria (UNA)

2.4 Descripción del diseño experimental

Se utilizó un arreglo unifactorial en diseños de bloques completos al azar (B.C.A); con seis tratamientos y 4 repeticiones.

Los tratamientos se describen a continuación

- T1 Granza de arroz + Estiércol de vaca + Aserrín + EM (EM- Bokashi)
- T2 Granza de arroz + Gallinaza + Aserrín + EM (EM- Bokashi)
- T3 Granza de arroz + Pulpa de Café + Aserrín + EM (EM- Bokashi)
- T4 Granza de arroz + Estiércol de vaca + Gallinaza + EM (EM- Bokashi)
- T5 Fertilizante inorgánico o (NPK) 12-30-10 Testigo relativo
- T6 Testigo Absoluto sin aplicación.

Proporciones usadas

Materiales Orgánicos	2:1:1
EM	1:1:50

Dosis de fertilización

EM Bokashi	:	200g/m ²
N.P.K. (12-30-10)	:	5.5 g/m lineal

Dimensiones del experimento

Area de la parcela experimental; 5m de largo x 4m de ancho = 20m²

Area de la parcela útil; 4m de largo x 2m de ancho = 8m²

Area total del experimento; 754m². Se dejó un metro de distancia entre parcela y 2 entre bloque.

2.5 Variables evaluadas

Porcentaje de emergencia

Se midió en 10m lineales de la parcela útil, a los 8 dds cuando las plántulas habían aparecido sobre el nivel del suelo.

Plantas Cosechadas por parcela útil

Se realizó el conteo de las plantas cosechadas en el área de la parcela útil.

Diamétero de Cobertura (cm)

Fue medida en la parcela útil, tomando 10 plantas al azar, se realizaron 4 tomas, a partir de los 20 dds hasta los 44 dds.

Número de Nódulos activos

Esta variable fue medida en cinco ocasiones diferentes, a partir de los 20 dds, cada 8 días se muestrearon 4 plantas de los bordes de la parcela útil, posteriormente se realizó el conteo del número de nódulos activos.

Plagas y enfermedades**Plagas**

Se realizaron dos recuentos de algunas especies presentes como: *Diabrotica* sp, *Ceratomyza* sp, *Benicia* sp y *Lyriomisa* sp; se tomaron 10 plantas al azar de la parcela útil y de cada planta un trifolio observándose y anotándose la especie presente.

Enfermedades

Durante el experimento se presentaron las siguientes enfermedades : Roya (*Uromyces phaseoli*), Antracnosis (*Colletotrichum lindethianun*), Mancha Angular (*Isariopsis griseola*). Para el muestreo se utilizó el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de frijol del CIAT; donde la escala es de 1, 3, 5, 7 y 9 para medir la incidencia y severidad (anexo #13). Los muestreos se realizaron a partir de la R5, se tomaron 10 plantas al azar de la parcela útil y de cada planta un trifolio se observó, y anotó el daño.

Para el Cálculo de la Severidad se utilizó la siguiente Fórmula:

$$SV = \frac{\sum VA * 100}{N^{\circ} \text{ de Obs. } * VME}$$

Donde:

SV:	Severidad.
ΣVA:	Sumatoria de Valores Agregados.
Nº de Obs.:	Número de Observaciones
VME:	Valor Máximo de la Escala

A la cosecha:

Número de vainas por planta

Fue realizado en 10 plantas al azar dentro de la parcela útil.

Número de semillas por vaina

Se extrajeron 20 vainas al azar de las plantas de la parcela útil a las cuales se realizó el conteo de números de semillas por vaina.

Peso de mil semillas

De la producción de semillas obtenidas en cada parcela útil se contaron mil semillas, se pesaron y dicho peso se ajusto al 12 % de humedad.

Rendimiento en kg/ha

Una vez que se determinó el rendimiento de la parcela útil en kg y transformada a kg/ha, se ajustó el rendimiento al 12% de humedad mediante la formula indicada por White (1985).

$$PF = \frac{PI * (100 - 18 \% HI)}{100 - 12\% HF}$$

Donde:

PF : Peso Final en kg/ha

PI : Peso inicial de Cosecha en kg/ha.

HI : Humedad inicial del grano al momento de la cosecha en %.

HF : Humedad final del grano al momento de la cosecha en %.

2.6 Análisis Estadístico

Para el análisis de variables como nodulación se utilizó el método de regresión cuadrática; para diámetro de cobertura, la regresión lineal transformada a logaritmo natural; las plagas y enfermedades se presentaron de forma descriptiva a través de figuras utilizando para ello los promedios. A las variables de porcentaje de emergencia, y componentes del rendimiento se les realizó análisis de varianza y prueba de separación de Media Tukey al 95% de confianza.

El programa estadístico utilizado para el procesamiento de datos de campo fue el sistema de análisis estadístico (S.A.S). Al mismo tiempo a la variable antes descrita se le practicó un análisis de correlación de Pearsón que significa la relación o grado de asociación que existe entre dos variables.

2.7 Preparación del EM-BOKASHI; EM-5 y EM Base

La preparación de las diferentes mezclas de biofertilizantes (EM-Bokashi) se llevó a cabo el 8 de Octubre de 1996. Se utilizaron 5 tipos de materiales. Para la preparación de los biofertilizantes EM-BOKASHI se utilizó gallinaza, estiércol de vaca, granza de arroz, aserrín y pulpa de café; los cuales una vez recolectados y secados se mezclaron en diferentes proporciones (tabla #3); posteriormente se procedió a preparar la disolución del EM-Base usando EM, melaza y agua, en las proporciones de la tabla #4.

Luego se procedió a inocular las diferentes mezclas llevándolas hasta un 30% de humedad aproximadamente, posterior a la inoculación se procedió al empacado en bolsas de polietileno de 45kg; las cuales se sellaron herméticamente y se almacenaron en un lugar de baja intensidad lumínica, por un período de 15 días, procurando un margen de tiempo para que se de la fermentación anaeróbica; luego fueron secadas bajo sombra por un período de 5 días las que fueron empacadas quedando listas para ser incorporadas y aplicadas al suelo.

El EM-5 es un bioinsecticida que contiene una mezcla de alcohol, vinagre, jugo de naranja, melaza, agua y EM; el que se somete a un proceso de fermentación de 15 días. Para preparar 1 ℓ de EM-5 se utiliza 67 cc de c/u de los componentes exepituando el agua donde se utilizan 665 cc. Para ser aplicado el EM-5 debe tener un pH promedio de 3.5.

En la preparación del EM-Base se usa melaza, EM y agua en las proporciones reflejadas en la tabla #4.

Tabla # 3. Proporciones de los materiales orgánicos utilizados en la preparación de los diferentes biofertilizantes (EM-BOKASHI) evaluados.

TIPO EM BOKASHI	CASCARILLA DE ARROZ	GALLINAZA	ESTIERCOL	ASERRIN	PULPA DE CAFE
Nº 1	2	---	1	1	---
Nº 2	2	1	---	1	---
Nº 3	2	---	---	1	1
Nº 4	2	1	1	---	---

Tabla # 4. Proporciones de EM, melaza y agua usadas en la preparación de la solución de EM-Base.

MATERIALES UTILIZADOS	PROPORCION
MELAZA	1 ℓ
EM	1 ℓ
AGUA	50 ℓ

2.8 Manejo agronómico

Limpia

Se realizó de forma manual (machete), en la segunda semana del mes de Diciembre.

Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó de forma tradicional con tracción animal, efectuándose solamente el surcado (labranza mínima), la cual se llevó a cabo en la segunda semana de Diciembre.

Siembra

La variedad utilizada fue "Honduras-46" ya que es la que tradicionalmente usan los productores en época de apante; la cantidad de semilla usada fue de 59 kg/ha; la siembra se efectuó en la tercera semana de Diciembre; la profundidad de siembra aproximada fue de 4cm, la distancia entre plantas de 10 cm y entre surcos de 40 cm para una densidad de 250.000 ptas/ha. La semilla utilizada presentó un 95% de germinación en la prueba realizada en Laboratorio.

Fertilización

Los biofertilizantes orgánicos (EM-Bokashi), fueron incorporados al voleo, con dosis de 200 g/m² equivalente a 2000 kg/ha; la fertilización inorgánica se realizó al momento de la siembra con la fórmula N-P-K (12-30-10), en dosis de 5.5 g/m lineal equivalente a 136.4 kg/ha; es lo que normalmente usan los productores en la zona el que se aplico fondo del surco. Los biofertilizantes EM-Bokashi se incorporaron 7 días antes de la siembra para evitar algún efecto negativo sobre la germinación y emergencia producto de la liberación de gases tóxicos.

Manejo de malezas

Se realizaron 2 prácticas de control de forma manual usando machete entre surcos y manual en los surcos, la primera práctica se realizó a los 25 dds y la segunda a los 40 dds.

Manejo de plagas y enfermedades

En el manejo de plagas en los tratamientos fertilizados con EM-Bokashi se hicieron aplicaciones periódicas de EM-5 a partir de los 20 días después de la siembra con un total de 4 aspersiones, las que se efectuaron cada 8 días, la dosis usada fue de 80cc/20 l de agua; equivalentes a 2.5 l de EM-5/ha. En cambio, en el tratamiento de N-P-K se aplicó Malatión a razón de 50cc/20 l de agua; equivalente a 2 l / ha, realizándose una aplicación a los 35 dds, mientras que en el testigo absoluto no se hizo ninguna aplicación.

Para el manejo de enfermedades en los tratamientos fertilizados de EM-Bokashi se utilizó EM Base a razón de 80 cc/20 l de agua, equivalente a 2.5 l / ha, se llevaron a cabo 2 aplicaciones; una a los 44 días y otra a los 52 días; en cambio en el tratamiento químico se usó Dithane M - 45 (Mancozeb) a una dosis de 2 onzas en 20 l de agua, equivalente a 2 kg/ha. Se realizó una sola aplicación a los 44 dds.

Fertilización foliar

Esta se llevó a cabo solo en el tratamiento químico, usando Bayfolan a razón de 2 onz/20 l de agua, equivalente a 2 l /ha, haciendo una sola aplicación a los 35 dds. Cabe señalar que tanto para el manejo de plagas y enfermedades y la fertilización foliar se utilizaron los productos y dosis que usan los productores en la zona.

Cosecha

Se realizó de forma manual 80 dds, posteriormente se seco la planta por 3 días y se aporreó y desgranó de forma tradicional.

2.9 Análisis económico

Habiendo obtenido los resultados agronómicos se realizó un análisis económico para evaluar la efectividad de los tratamientos en estudio con el propósito de hacer recomendaciones dirigidas a beneficiar a los productores y validar la nueva alternativa en comparación con la tradicional y sin aplicación.

Para ello se utilizó el análisis de presupuesto parcial el cual está basado en calcular los costos que varían en cada tratamiento tomando en cuenta que los agricultores generalmente se interesan por los ingresos y costos que tendrán al cambiar sus prácticas tradicionales por una nueva alternativa tecnológica y actualmente se debe tomar en cuenta también los beneficios ecológicos y sociales.

Además, se realizó un análisis de dominancia, para determinar económicamente la factibilidad de la nueva alternativa de fertilización orgánica para poder justificar su utilización, el análisis de dominancia se efectúa primero ordenando los tratamientos de menores a mayores según los costos totales, se dice entonces, que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

También se realizó un análisis marginal, calculando el costo marginal, beneficio neto marginal y la tasa de retorno marginal para cada incremento de gasto, para ello se utilizó la tabla de análisis de dominancia donde se ordenaron los tratamientos de mayor a menor beneficio, luego se eliminó de arriba hacia abajo las alternativas dominadas, puede ser partiendo de la curva de beneficios netos o eliminando de arriba hacia abajo todo tratamiento que tenga un costo variable igual o mayor al tratamiento inmediato superior (CIMMYT, 1988).

Para lo cual se utilizó:

$$BB = RP \times PP$$

$$BN = BB - CT$$

$$R = \frac{BN}{CT} \times 100$$

$$TRM = \frac{IMBN}{IMCV} \times 100$$

$$CT = CF + CV$$

Donde:

BB	=	Beneficio Bruto
BN	=	Beneficio Neto
RP	=	Rendimiento del Producto
PP	=	Precio del Producto
CV	=	Costo Variable
TMR	=	Tasa de Retorno Marginal
CT	=	Costo Total
IMBN	=	Incremento Marginal de Beneficio Neto
IMCV	=	Incremento Marginal de Costo Variable
CF	=	Costo Fijo

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Influencia de los biofertilizantes EM-BOKASHI sobre las variables de crecimiento

Generalmente se entiende por crecimiento al cambio en volumen o en peso; este fenómeno cuantitativo puede medirse basándose en algunos parámetros como ancho, longitud, materia seca, entre otros (Fernández et al., 1985).

3.1.1 Porcentaje de emergencia

El frijol común al momento de la emergencia presenta los cotiledones por encima de la superficie del suelo lo cual la caracteriza como una planta epígea (Minelli y Gómez 1990). Siendo así que la etapa de emergencia se considera cuando el 50% de la población esperada presenta los cotiledones a nivel de la superficie del suelo (Fernández et al , 1985).

El análisis de varianza del porcentaje de emergencia para los datos obtenidos en la evaluación, muestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos ni entre bloques. En cambio al realizar la separación de Medias por Tukey al 95% de confianza agrupa los tratamientos en una sola categoría estadística, el rango que oscila el porcentaje de emergencia fue de 84-94% aunque no hubieron diferencias significativas se puede observar que el mayor porcentaje de emergencia lo presentó el biofertilizante 4 y el menor el testigo absoluto (Tabla #5).

Como se puede apreciar, aunque no hubieron diferencias estadísticas, los 4 biofertilizantes (EM-Bokashi) muestran una tendencia favorable, presentando valores mayores con respecto al testigo relativo y al testigo absoluto en esta variable. Este comportamiento se debe posiblemente a los efectos positivos de los biofertilizantes sobre las propiedades del suelo creando mejores condiciones para que se de el proceso de germinación y emergencia, lo cual redujo los daños sobre la semilla tanto de factores bióticos como abióticos.

En cambio, los fertilizantes inorgánicos y algunos productos químicos muchas veces pueden tener un efecto negativo sobre la germinación y emergencia; debido que al entrar en contacto los fertilizantes y estos productos le ocasionan daño a la semilla por deshidratación lo que provoca una reducción sobre el número de plantas emergidas y generalmente el ataque de plagas y enfermedades es mayor.

El proceso de germinación y emergencia no es afectado solamente por condiciones desfavorables en el campo, sino que depende y es influenciado por factores internos de la semilla como pureza, vigor y viabilidad; por tanto la germinación siempre es mayor que la emergencia debido a que los factores antes mencionados afectan más el proceso de emergencia (González, 1995).

Aguilera (1987) señala que los abonos orgánicos producen un incremento de la temperatura del suelo al ser aplicados, lo que influye positivamente y acelera el proceso de germinación.

3.1.2 Plantas cosechadas por parcela útil

La variable plantas cosechadas está directamente relacionado con la emergencia, el manejo agronómico, las condiciones ambientales existentes y la competencia entre individuos, todos estos factores en conjunto hacen que el número de plantas cosechadas varíen en relación a la cantidad de semillas que se sembró (CIAT, 1988, Citado por Rodríguez y Urbina, 1997).

El análisis de varianza realizado sobre esta variable muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ni entre bloques. Al realizar la separación de Medias por Tukey al 95% de confianza, agrupó los tratamientos evaluados en dos categorías estadísticamente diferentes entre sí; el rango que osciló el número de plantas cosechadas fue de 180 a 191 plantas por parcela útil, donde el valor mínimo le corresponde al testigo absoluto y el valor máximo al biofertilizante cuatro, (Tabla #5).

Se observó que los cuatro tipos de biofertilizantes evaluados presentaron mayor número de plantas cosechadas por parcela útil, con respecto a la fertilización inorgánica y el testigo absoluto, este comportamiento probablemente sea producto del efecto de los biofertilizantes orgánicos los cuales redujeron el ataque de plagas y enfermedades y por consiguiente redujo las pérdidas de plantas. Aguilera, (1987), afirma que la fertilización orgánica influye positivamente sobre el número de plantas cosechadas en comparación con la fertilización inorgánica.

Al correlacionar el número de plantas cosechadas con el resto de variables, solo con el rendimiento resultaron positivas y significativas (Anexo #6). White (1985), asocia la cantidad de plantas cosechadas con el rendimiento, pero no puede esperarse que a mayor cantidad de plantas cosechadas en un cultivo le corresponda un mayor rendimiento, sino que existen muchos elementos determinantes.

Tabla# 5. Efecto de cuatro biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el porcentaje de emergencia y plantas cosechadas por parcela útil en el cultivo de frijol común. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de Apante, 1996.

NUMERO	TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	PLANTAS COSECHADAS
1	EM-BOKASHI 1	88 a	183 a b
2	EM-BOKASHI 2	89 a	185 a b
3	EM-BOKASHI 3	86 a	182 a b
4	EM-BOKASHI 4	94 a	191 a
5	NPK (12-30-10)	85 a	181 a b
6	TESTIGO ABSOLUTO	84 a	180 a b
ANDEVA	---	N S	N S
C.V. %		6.98	3.53

Separación de media por Tukey al 55% de confianza, letras iguales no difieren estadísticamente entre sí. C.V.% (Coeficiente de variación), N.S (no significativo)

3.1.3 Diámetro de cobertura

La cobertura es una variable que se relaciona directamente con la fertilidad del suelo, generalmente las plantas que reciben una nutrición balanceada son más vigorosas, acumulan mayor biomasa, por tanto es de esperarse un mayor rendimiento (Fernández *et al.*, 1985).

En las diferentes evaluaciones realizadas a los 20, 28, 36 y 44 dds, el diámetro de cobertura muestra un comportamiento lineal ascendente. Donde a los 20 dds el mayor diámetro lo presentó la fertilización inorgánica 22.5 cm, seguido del tratamiento 4 y el menor biofertilizante 1 con 8cm (Tabla #6, Figura #2).

Los resultados a los 28, 36 y 44 días, después de siembra demuestra que el mayor diámetro de cobertura lo registró el biofertilizante 4 con 29.3, 39.6 y 53.6 cm, seguido del biofertilizante 2 con 29, 39,2 y 53 cm; mientras que el menor lo presentó el biofertilizante 1 con 24.5, 34 y 47 cm (Tabla #6, Figura #2)

Tal y como se observa en la tabla #6 los biofertilizantes 4, 2 y la fertilización inorgánica presentaron resultados similares, no así el biofertilizante 1 y el testigo relativo los cuales presentaron los valores mínimos; este comportamiento se debe a que los biofertilizantes 4 y 2 llevan en su mezcla gallinaza y estiércol de vaca los que aportan mayor cantidad de Nitrógeno que el resto de material, sabiendo que el nitrógeno es un elemento importante para que las plantas tengan un crecimiento vigoroso, de igual forma en la fertilización inorgánica.

González (1994), afirma que al incorporar materiales orgánicos, cuya relación C/N es alta se produce el fenómeno de inmovilización del Nitrógeno por parte de los microorganismos del suelo.

Higa (1995), señala que los microorganismos efectivos aumenta su crecimiento y eficiencia cuando son inoculados en mezclas de material orgánico con una relación C/N baja a media.

La variable diámetro de cobertura se correlaciona positiva y altamente significativa con al número de nódulos activos, vainas por planta, semillas por vaina y el rendimiento (Anexo #6).

Esta relación demuestra que al incrementarse el número de nódulos activos se incrementa la fijación de nitrógeno, por ende las plantas tienden a ser más vigorosas lo que favorece algunos componentes del rendimiento. White (1985), señala que la cobertura esta estrechamente relacionada con los componentes del rendimiento.

Tabla # 6. Efecto de cuatro biofertilizantes (EM- BOKASHI) sobre el diámetro de cobertura en el cultivo del frijol común. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de apante, 1996.

NUMERO	TRATAMIENTO	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA			
		20	28	36	44
1	EM-BOKASHI 1	18	24.5	34	47
2	EM-BOKASHI 2	21.5	29	39.2	53
3	EM-BOKASHI 3	18.2	25.5	35.6	50
4	EM-BOKASHI 4	22	29.3	39.6	53.6
5	NPK (12-30-10)	22.5	26.6	39.3	52
6	TESTIGO ABSOLUTO	18.4	25.5	35.4	49

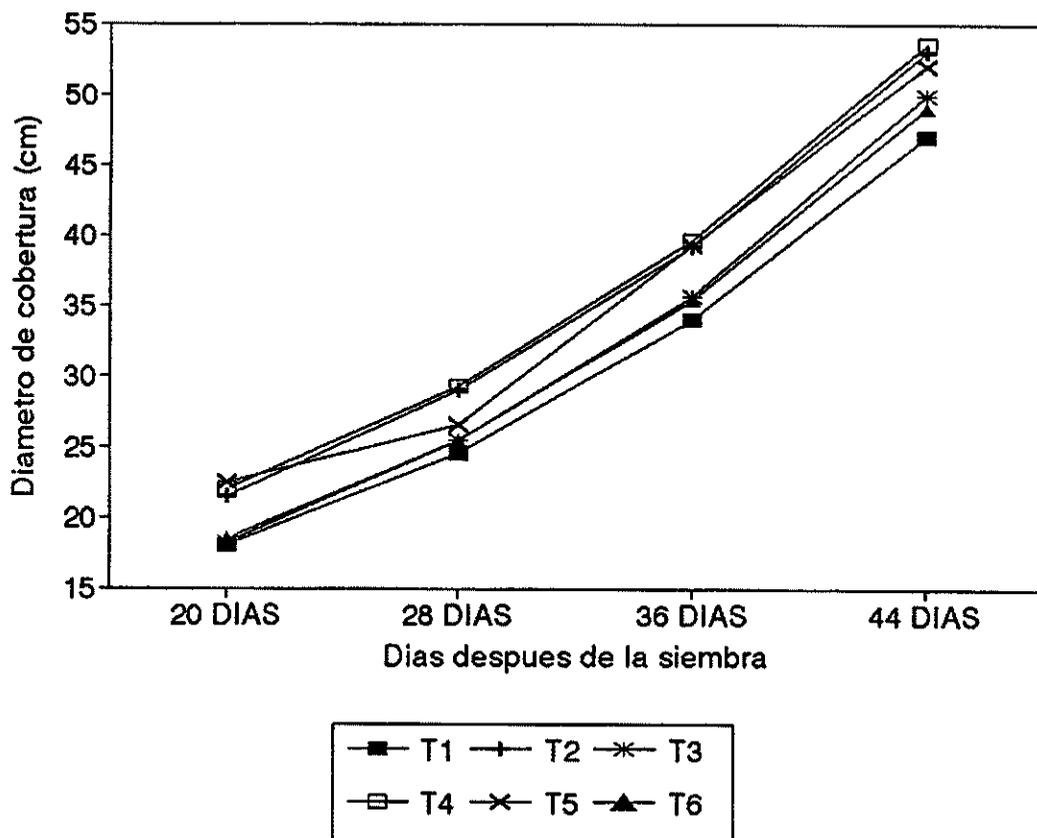


Figura #2. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el diámetro de cobertura a los 20, 28, 36 y 44 dds. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de Apante 1996.

3.1.4 Número de nódulos activos

La nutrición mineral tiene un importante efecto en la cantidad de nitrógeno fijado por las leguminosas, debido a la dependencia del proceso de fijación de los procesos de producción, energía, transporte de electrones y sustrato de la planta hospedera (Bengorsen 1980, citado por Portillo, 1995).

Dentro de los elementos nutritivos el Ca, Mg, P, Mo, B, Fe y otros micronutrientes son limitantes de la fijación en muchos suelos del área tropical (Fassbender 1973, citado por Portillo, 1995).

Los resultados de cinco evaluaciones realizadas demuestran que el número de nódulos activos por planta presentó un comportamiento cuadrático, a partir de los 20 dds; el valor máximo se observó a los 44 dds, etapa de floración, posteriormente se redujo a los 60 dds.

A los 20 dds los biofertilizantes 3 y 4 registraron el mayor número de nódulos activos por planta con 29.42 y 28.84 respectivamente y el menor valor la fertilización inorgánica con 15.4, mientras que a los 28 dds nuevamente los biofertilizantes 4 y 3 presentaron valores superiores con 67.97 y 63.72 y el menor valor el biofertilizante 1 con 56 nódulos activos por planta (Tabla #7, figura #3).

En las evaluaciones realizadas a los 36 dds, 44 dds y 60 dds el biofertilizante 4 registró el mayor número de nódulos activos con 92.6, 99.16 y 66.62 y el valor mínimo el biofertilizante 1 con 74.27, 82.6 y 61.3, en cambio la fertilización inorgánica presentó resultados intermedios (Tabla #7, Figura #3).

Como se puede observar en la figura #3, los biofertilizantes 4 y 2 presentaron el mayor número de nódulos activos en las diferentes evaluaciones, seguido de la fertilización inorgánica con respecto al testigo absoluto.

Este comportamiento se debe probablemente a que los biofertilizantes llevan en sus mezclas gallinazas y estiércol de vaca los cuales al descomponerse rápidamente por efecto de la inoculación de microorganismos efectivos; aporta una diversidad de elementos que son esenciales para la formación de los nódulos y fijación del nitrógeno, combinado con el efecto que tiene sobre las propiedades del suelo y los microorganismos benéficos nativos.

Chowdhury (1989), encontró que los biofertilizantes incrementan considerablemente el número de nódulos activos en el cultivo del Frijol en comparación con la aplicación solamente de compost, residuos orgánicos, fertilizantes inorgánicos y de microorganismos efectivos.

Además de que estos favorecen las poblaciones de *Rhizobium* y otros microorganismos benéficos del suelo y que los fertilizantes orgánicos tienen un efecto negativo sobre las poblaciones de éstos. La FAO (1985), señala que al aplicar residuos orgánicos cuya relación C/N es alta se reducen considerablemente la población de microorganismos benéficos; además se crea una competencia con el nitrógeno de la solución del suelo con el cultivo, dándose el proceso de inmovilización del nitrógeno.

La fertilización inorgánica al inicio presentó una nodulación baja debido al efecto que tiene el Nitrógeno que lleva la fórmula 12-30-10 la que provocó un retardo de la nodulación, permitiendo que los nódulos permanecieran inactivos. Posteriormente se dió un incremento, esto produce la reducción de la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, lo cual influyó a que se activaran los nódulos y que se aumentara la fijación de nitrógeno. Los fertilizantes inorgánicos que llevan cierta cantidad de nitrógeno en su fórmula reducen la nodulación en las leguminosas (FAO, 1985).

Los biofertilizantes son mucho más eficientes, producto de que al inocular microorganismos y mezcla de materiales orgánicos provoca una descomposición más rápida aportando una diversidad de elementos que son importantes en el proceso de fijación simbiótica del nitrógeno, además reduce la fijación del fósforo sobre todo en suelos ácidos y básicos por la capacidad de amortiguación que tienen sobre el suelo, incrementando su disponibilidad de este elemento en suelo donde éstos son deficientes o menos disponibles (Higa y Windiana, 1991).

Higa y Windiana (1991), señalan que los biofertilizantes orgánicos reducen las presiones del suelo como: salinidad, toxicidad de metales pesados como: Fe, Al, susceptibilidad a enfermedades, altera la estructura del suelo incrementando la estabilidad y reduciendo el estrés por sequía en el suelo; creando condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

El análisis de correlaciones de Pearson demuestra que la variable número de nódulos activos por planta se correlaciona positivo y altamente significativa con el diámetro de cobertura, vainas por planta, semillas por vaina y el rendimiento (Anexo #6).

La evaluación de la nodulación resulta ser limitada principalmente cuando influyen algunos factores en la medida de este parámetro, es decir no es una variable de mucha confiabilidad, un factor que influye es la compactación, textura y humedad deficiente al momento de hacer la extracción.

La compactación es una restricción severa en la formación de nódulos debido a la aereación pobre en la zona radicular la cual limita la fijación del nitrógeno (Galono 1978, citado por Portillo, 1995).

Según la FAO (1985), los nódulos activos se ubican frecuentemente en la base de raíz y raíces más gruesas, los cuales presentan una coloración rosada, nódulos, pequeños, transparente o de color verde son inactivos FAO (1991), señala que la nodulación es influenciada por las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Tabla # 7. Efecto de cuatro biofertilizantes (EM - BOKASHI) sobre el número de nódulos activos en el cultivo del frijol común. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de apante, 1996.

NUMERO	TRATAMIENTO	Días Después de la Siembra				
		20	28	36	44	60
1	EM-Bokashi 1	27.3	56.0	74.27	82.06	61.30
2	EM-Bokashi 2	22.8	63.52	88.97	99.16	66.26
3	EM-Bokashi 3	29.42	63.72	84.93	93.03	63.37
4	EM-Bokashi 4	30.0	67.97	92.60	102.73	72.49
5	NPK (12-30-10)	15.40	57.70	85.03	97.39	70.49
6	Testigo Abz.	26.52	56.52	75.56	84.40	66.02

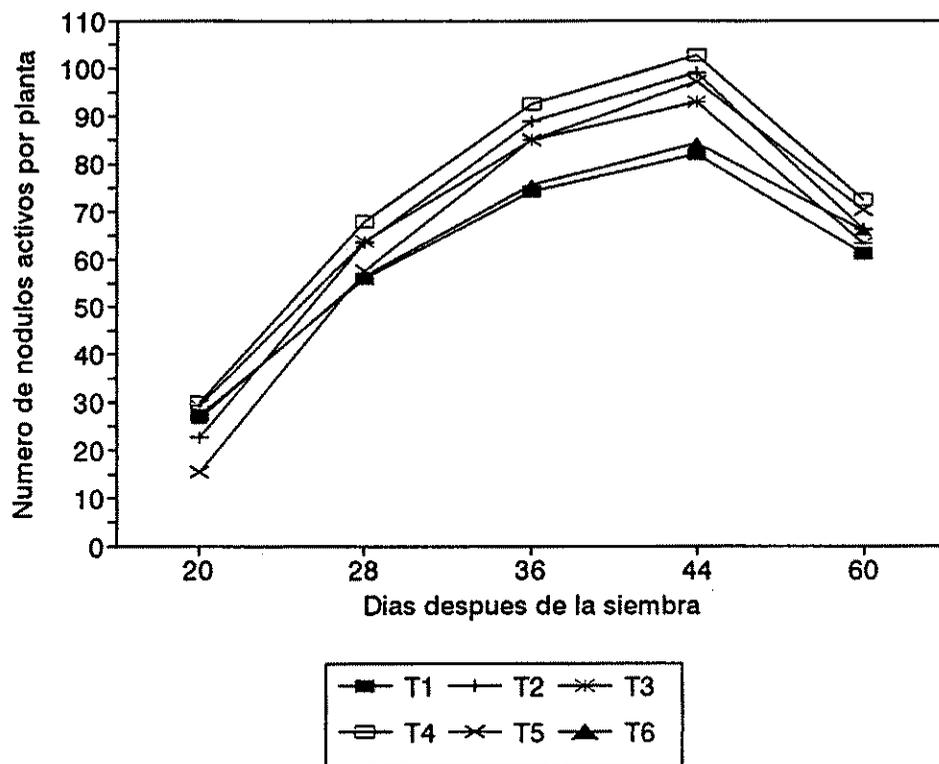


Figura #3. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI) sobre el número de nódulos activos por planta a los 20, 28, 36, 44 y 60 dds. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de apante 1996.

3.2- Influencia de los biofertilizantes (EM-Bokashi) sobre los componentes del rendimiento

Las plantas de frijol son muy sensibles a las condiciones del suelo que están relacionadas con la fertilidad y disponibilidad de nutrientes (Rava, 1991), Aunque el frijol es una leguminosa y por tanto capaz de fijar simbióticamente nitrógeno, las dificultades edáficas varietales y de inoculación pueden limitar la fijación y, por tanto obligar a la planta a depender del Nitrógeno del suelo o de los fertilizantes (FAO, 1985).

La fertilización fosfórica, es una práctica obligatoria para obtener buena producción de frijol en suelos infértiles y con variedades eficientes con respecto a este elemento, sin embargo se dan casos de variedades cuyo comportamiento hace que no exista respuesta a las aplicaciones (Tapia, 1987, Citado por Guerra y Guerrero, 1995).

Son muchos los factores que condicionan el rendimiento, por esta razón la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realizó el experimento de tal manera que los valores altos y bajos reflejan las posibilidades reales al genotipo, según las condiciones presentes (Voysesst, 1985).

3.2.1 Número de vainas por planta

El número de vainas por planta es uno de los caracteres que más relación tiene con el rendimiento y está en dependencia del número de flores que tenga la planta (Tapia, 1987). También está determinado por factores ambientales, en la época de floración (Temperatura, viento y agua) y por el estado nutricional de la planta en la fase de formación de vainas y semillas, (Moraga y López, 1993). Un mayor número de vainas por planta puede provocar una reducción en el número de semillas por vaina, peso de mil semillas y por tanto bajar el rendimiento (White, 1985).

Los resultados del análisis de varianza del número de vainas por planta, para los datos obtenidos en la evaluación demuestran que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y bloques. Al realizar la separación de Medias por Tukey al 95% de confianza, los tratamientos fueron agrupados en tres categorías estadísticamente diferentes entre sí.

El rango que osciló el número de vainas por planta fue de 10.95 a 15.475, donde el biofertilizante cuatro presentó el valor máximo y el testigo absoluto el valor mínimo (Tabla #8).

Tal y como se puede apreciar entre los biofertilizantes 4, 2 y la fertilización inorgánica no existen diferencia entre sí pero con respecto al testigo absoluto si existen (Tabla #8). Numéricamente el biofertilizante 4 presentó una tendencia mayor al resto. El número de vainas por planta es uno de los caracteres del rendimiento más influenciado por la fertilización (Moraga y López, 1993).

Aguilera (1987), manifiesta que los abonos orgánicos producen aumentos significativos sobre este carácter; de igual forma Méndez (1981), señala que un aumento en la fertilización inorgánica en el cultivo provoca un aumento de este carácter.

El número de vainas por planta se correlaciona positiva y altamente significativa con el número de nódulos activos, diámetro de cobertura y el rendimiento (Anexo #6).

3.2.2 Número de semillas por vaina

El número de semillas por vaina siempre se asocia con el rendimiento (Mezquita, 1973); además esta variable, es una característica propia de cada variedad, la que varía poco con las condiciones ambientales (Bonilla, 1990).

El análisis de varianza para esta variable demuestra que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y bloques. La separación de Medias por Tukey al 95% de confianza agrupa los tratamientos evaluados en cinco categorías estadísticamente distinta entre sí. El rango en que oscila el Número de Semillas por Vaina fue de 5.436 a 5.963, donde el biofertilizante cuatro presentó el valor más alto y el Testigo Absoluto el valor más bajo (Tabla # 8).

Como puede observarse en la tabla #8, aunque no existen diferencias estadísticas entre los biofertilizantes 4 y 2 el primero presenta el valor más alto, sin embargo al compararlo con la fertilización inorgánica y el testigo absoluto si existen diferencias estadísticas bien marcadas. De forma general se puede afirmar que los biofertilizantes 4 y 2 influyeron positivamente sobre este carácter.

El número de semillas por vaina es un carácter que al igual que el número de vainas por planta no solo es afectado por una deficiente fertilización y condiciones ambientales desfavorables; sino que las plagas y enfermedades es otro factor que afecta principalmente en la etapa de llenado de vaina (Corrales , 1985).

Haad (1976), señala que una correcta fertilización influye positivamente sobre este carácter y que la absorción máxima de fósforo culmina en la fase de formación y llenado de vaina y mantiene este nivel hasta la madurez fisiológica; mientras que de la etapa de germinación hasta la prefloración la absorción es muy baja.

El número de semillas por vaina se correlaciona positiva y significativamente con el número de nódulos activos, diámetro de cobertura, plantas cosechadas y con el rendimiento (Anexo #6).

3.2.3 Peso de mil semillas

Esta variable expresa la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su crecimiento vegetativo a la semilla en la etapa reproductiva (Zapata y Orozco, 1991). Además es una característica controlada por un gran número de factores genéticos y puede ser influenciado por factores ambientales y edáficos (Vernetti, 1983, citado por Amaya y Cruz, 1993).

El análisis de varianza realizado para esta variable revela que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos y significativas entre bloques. Al realizar la separación de medias por Tukey 95% de confianza los tratamientos se agruparon en cuatro categorías estadísticamente diferentes entre sí.

El rango que osciló el peso de mil semillas fue de 155.05 a 183.34 g; donde el biofertilizante 3 presentó el valor máximo y la fertilización inorgánica el valor mínimo (Tabla #8).

Como puede observarse en la tabla #8 los biofertilizantes 3 y 4 no difieren entre sí y registraron los valores más altos en este carácter; en cambio al compararlo con la fertilización inorgánica y el testigo absoluto sí existen diferencias estadísticas bien marcadas; lo cual demuestra que estos biofertilizantes influyeron positivamente sobre este carácter.

Tapia (1987), reporta que la variedad Honduras - 46 presenta una respuesta muy baja a la fertilización fosforada por tanto se fertilice o no las variaciones en el peso de la semilla son mínimas.

Los biofertilizantes reducen la fijación del fósforo por metales pesados como el hierro y Aluminio en suelos ácidos, ligeramente ácido producto de la reacción de moléculas orgánicas con estos elementos; de esta forma aumentando la disponibilidad de fósforo en la solución del suelo. Además estimula a los microorganismos benéficos nativos como los hongos micorrizóticos y Rhizobium que establezcan simbiosis con las raíces lo que favorecen la nutrición fosforada y otros elementos (Higa y Windiana, 1991). Sabiendo que el fósforo es un elemento fuertemente ligado al peso de la semilla y un déficit puede provocar una reducción en este carácter.

3.2.4 Rendimiento

El rendimiento es un carácter cuantitativo, por tanto es afectado por factores edáficos y del ambiente, estos afectan más a los caracteres cuantitativos que a los cualitativos (Davis, 1985). Blandón y Arvizu (1991), señalan que el rendimiento es un carácter determinado por el genotipo, la ecología y el manejo agronómico de la plantación. Tapia (1987), afirma que este carácter varía según el ciclo, número de vainas por planta, semillas por vaina y peso de mil semillas.

El análisis de varianza realizado sobre el rendimiento en kg/ha, demuestra que existen diferencias altamente significativos entre tratamientos y entre bloques.

Al realizar la separación de medias por Tukey al 95% de confianza, agrupó los tratamientos en tres categorías estadísticamente diferentes entre sí; donde el rendimiento oscila en un rango de 1000 kg/ha a 1369.1 kg/ha, presentando el biofertilizante 4 el valor más alto y el biofertilizante 1 el valor más bajo (Tabla #8).

Al igual que en el resto de caracteres como vainas por planta, semillas por vaina, peso de mil semillas; el mejor resultado lo obtuvo el biofertilizante 4 el que presenta diferencias mínimas con el resto de tratamientos tal y como se observa en la tabla #8; los biofertilizantes 4, 2 y 3 fueron los mejores, esto se debe a que obtuvieron el mejor resultado en las mayorías de las variables evaluadas.

La variable rendimiento se correlaciona positiva y significativamente con el número de nódulos activos, diámetro de coberturas y plantas cosechadas (Anexos #6).

El rendimiento está relacionado directamente con la fertilidad del suelo y la deficiencia en el uso de los fertilizantes por el cultivo, una deficiente fertilización provoca un efecto negativo sobre los componentes del rendimiento contribuyendo a obtener resultados bajos, todas las variedades de frijol responden a la fertilización nitrogenada y la mayoría a la potásica, pero no todos responden a la fertilización fosfórica (MAG, 1992).

La variedad Honduras 46 se puede sembrar con o sin el uso de fertilizantes, en el segundo caso los niveles de productividad que se obtienen son aceptables, pero fertilizando el cultivo resultan un poco mayores debido a que esta variedad tiene una respuesta baja a la fertilización (MAG,1992).

Chowdhury (1989), señala que los biofertilizantes son altamente eficientes por los múltiples efectos positivos sobre las propiedades del suelo, por lo tanto se presentan mayores rendimientos en los cultivos que cuando se aplican solamente abonos orgánicos, inorgánicos y los microorganismos benéficos.

Para que los abonos orgánicos produzcan rendimientos mayores a la fertilización inorgánica es necesario adicionar altas cantidades que van de 15-30 ton/ha, en cambio con los biofertilizantes las cantidades son menores y van de 2 a 8 ton/ha la cantidad depende del cultivo y cantidad de materia orgánica presente en el suelo.

Tabla # 8. Efecto de cuatro biofertilizantes (EM-Bokashi) sobre el número de vainas por plantas, semillas por vaina, peso de mil semillas y el rendimiento, en el cultivo del frijol común. Las Escaleras. Matagalpa. Epoca de apante, (1996)

Nº	TRATAMIENTO	N.V.P.	N.S.V.	P.M.S.	Rdto (kg/ha)
1	EM-Bokashi 1	12.575 a b	5.525 b c	177.28 a b	1000 b
2	EM-Bokashi 2	14.500 a	5.952 a	177.01 a b	1220.5 a b
3	EM-Bokashi 3	13.850 a b	5.887 a b	183.34 a	1187.0 a b
4	EM-Bokashi 4	15.475 a	5.963 a	180.30 a	1369.1 a
5	NPK (12-30-10)	14.635 a	5.675 a b c	155.05 c	1140.0 a b
6	Testigo Absoluto	10.950 b	5.463 c	163.28 b c	1110.5 a b
ANDEVA		**	**	**	**
C.V. %		35	14.44	4.95	13

Separación de medias por Tukey al 95% de confianza, letras iguales no difieren estadísticamente entre sí. Nota: NVP (Número de vainas por plantas), NSV (Número de semillas por vainas), PNS (Peso de mil semillas) y Rdto. (Rendimiento).

De manera general los biofertilizantes 4, 2 y 3 presentaron el mejor resultado en la mayoría de las variables evaluadas aunque muchas veces no mostraron diferencias significativas con respecto a la fertilización inorgánica pero sí con el testigo absoluto, lo anterior demuestra que los microorganismos efectivos incrementan la eficiencia al inocularse en mezclas de residuos orgánicos.

Este efecto se debe posiblemente a que los abonos orgánicos son mas eficientes la cual se incrementa al inocularlos con microorganismos efectivos, los que aceleran la descomposición y liberación de una diversidad de elementos mejorando el balance de nutrientes en la solución del suelo favoreciendo el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Higa (1995), afirma que los biofertilizantes mejoran considerablemente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; además los microorganismos efectivos al descomponer los residuos orgánicos producen sustancias antimicrobiales que reducen las poblaciones de microorganismos patogénicos y los daños al cultivo.

También producen una gran cantidad de sustancias biológicamente activas como vitaminas, enzimas, aminoácidos y algunas hormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo del cultivo.

La fertilización inorgánica y el uso de otros productos químicos aunque sean bien manejados siempre producen efectos negativos sobre las propiedades del suelo y los microorganismos nativos.

Los fertilizantes inorgánicos cuando se usan indiscriminadamente crean desequilibrio entre los elementos en la solución del suelo por que generalmente aportan grandes concentraciones de unos pocos nutrientes y su eficiencia depende de las condiciones edáficas y del ambiente además; pueden causar daño sobre la semilla y muchas veces vuelven al cultivo más susceptible al ataque de plagas y enfermedades.

3.3- Influencia de los biofertilizantes (EM-Bokashi) y el EM sobre las enfermedades y plagas.

El cultivo de frijol, en cualquier región del mundo está expuesto a factores climáticos, biológicos y edáficos que afectan el rendimiento; dentro de estos factores las enfermedades y las plagas son una de las limitantes que más contribuyen a su bajo rendimiento.

3.3.1 Incidencia y severidad de enfermedades

Además en las regiones tropicales, el frijol es cultivado por pequeños y medianos productores y por ser un cultivo de riesgo, no se puede considerar para el manejo de enfermedades, estrategia que implican altos costos para el productor, sino que es necesario la búsqueda de otras alternativas (Corrales, 1985).

Las enfermedades son factores biológicos que interfieren en la translocación, y utilización de fotosintatos de nutrientes minerales y agua; por tanto reducen la productividad del frijol (Corrales, 1985).

Las enfermedades observadas y cuantificadas durante el ensayo fueron: Roya (*Uromyces phasedi typic Arth*), Antracnosis (*Colletotrichum lindermathianum sacc*), Mancha Angular (*Isariopsis griseola sacc*).

La roya es una de las enfermedades más importantes debido a las pérdidas económicas que ocasiona, las cuales dependen de la susceptibilidad de la variedad, incidencia, severidad, manejo y condiciones ambientales, la reducción del rendimiento es mayor cuando las plantas son atacadas durante los períodos de floración y prefloración (Corrales , 1985).

Las condiciones favorables óptimas para la infección y desarrollo de las enfermedades son humedad relativa de 80 a 90%, temperatura de 17- 27 °C y la alta intensidad lumínica (Campos, 1991).

Los resultados de la evaluación realizada a los 44 dds, 52 dds y 60 dds demuestran que la fertilización inorgánica presentó la mayor incidencia con (62.5%, 80%, 42.5% y 62.5%, 55%, 32.5) respectivamente; la menor incidencia se observó en el biofertilizante uno con 30% y 35% el cual fue superado a los 60 dds por el biofertilizante 4 con un 10%.

La severidad al igual que la incidencia mostró el mismo comportamiento donde la fertilización inorgánica y el testigo registraron los porcentajes más altos, con (32.2%, 38.8%, 23.3% y 28.8%, 27.2%, 18.8%), los porcentajes más bajos los presentó el biofertilizante uno con 20 y 21% siendo superado solamente por el biofertilizante cuatro a los 60 dds con 10% (figura # 4).

Las pérdidas ocasionadas por la antracnosis difieren según el grado de resistencia de la variedad, severidad y condiciones ambientales, los daños pueden ser del 100% cuando las condiciones son favorables para la infección y desarrollo de la enfermedad (Corrales, 1985).

Las condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad son humedad relativa 92%, temperatura de 16-24°C y pH 5.2-6.2, cuando los ataques son severos ocasionan pérdidas en el grano mayores del 50% (Campos, 1991).

Los resultados de las evaluaciones realizadas a los 44 dds y 60 dds muestran que la fertilización inorgánica y el testigo registraron la mayor incidencia con (40%, 32.5% y 35%, 25%), y la menor el biofertilizante 2 con 20% y 17.5%. Respecto a la severidad a los 44 dds el testigo presentó el mayor porcentaje con 27.2% y el menor el biofertilizante dos con 18.8%, mientras que 60 dds la fertilización inorgánica se observó la mayor severidad con 21.6% y el menor el biofertilizante dos con 15% (Figura #5).

Las pérdidas ocasionadas por la mancha angular dependen de la susceptibilidad de la variedad, condiciones ambientales, momento del ataque y virulencia de la raza, las pérdidas pueden variar de 40 a 90% (Corrales, 1985).

La mancha angular es una enfermedad que puede causar pérdidas de un 100% en campo, cuando el ataque es severo y las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad como temperaturas de 16-24°C y Humedad relativa de 80 a 90% (Campos, 1991).

Los resultados de las evaluaciones realizadas a los 52 dds revelan que la fertilización inorgánica presentó la mayor incidencia con 62.5% y la menor el biofertilizante 2 con 25%; respecto a la severidad la fertilización inorgánica registró el menor porcentaje 28.8% y el mínimo el biofertilizante-4 con 16.11 %. A los 60 dds la mayor incidencia se observó en la fertilización inorgánica y el testigo con 52.5% y el menor el biofertilizante 3 con 30%, mientras que la severidad presentó un comportamiento similar donde la fertilización inorgánica obtuvo el porcentaje máximo 26% y el biofertilizante-4 y 3, el mínimo es de 18.8% (figura #6).

Como se puede observar las tres enfermedades que se evaluaron de forma general los biofertilizantes, 1, 2, 3 y 4 presentaron valores menores de incidencia y severidad a los cuales se les realizó aplicaciones periódicas de EM-BASE y EM-5, comparado con la fertilización inorgánica a la cual se aplicó un fungicida (Dithane M-45) y el testigo sin ningún tipo de aplicación. Estos resultados se deben posiblemente en primer lugar a que los biofertilizantes tienen un efecto antagónico sobre los microorganismos patogénicos y un efecto sinérgico sobre los microorganismos benéficos (Higa, 1991).

Los microorganismos cuando se inoculan en materiales orgánicos, al descomponerlo producen sustancias que tienen un efecto bioestático lo que reducen las poblaciones de microorganismos patógenos del suelo. Como se sabe la mayoría de patógenos que son causantes de enfermedades viven en el suelo.

En segundo lugar el efecto del EM-5 y el EM-BASE los cuales reducen el ataque de plagas y enfermedades debido a la producción de sustancias antibióticas que tienen un efecto negativo sobre las enfermedades. Además el EM-5 y EM-BASE son absorbidos por la planta, lo cual incrementa el nivel de antioxidación que habilita a la planta para eliminar la infección y el desarrollo de enfermedades (Higa y Windiana, 1991).

Pérez (1973), señala que las plantas alimentadas con fertilizantes químicos; tienden a sufrir debilitamiento y decrecimiento de su resistencia a las enfermedades porque las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo tienden a ser desfavorables para su desarrollo, el uso de fertilizantes químicos reduce la disponibilidad de materia orgánica en el suelo lo que significa una menor disposición de alimento para los microorganismos. En cambio Higa (1994) afirma que los biofertilizantes orgánicos tienen un efecto positivo sobre las propiedades del suelo, lo que crea mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de las plantas, las cuales tienden a ser menos afectadas por plagas y enfermedades.

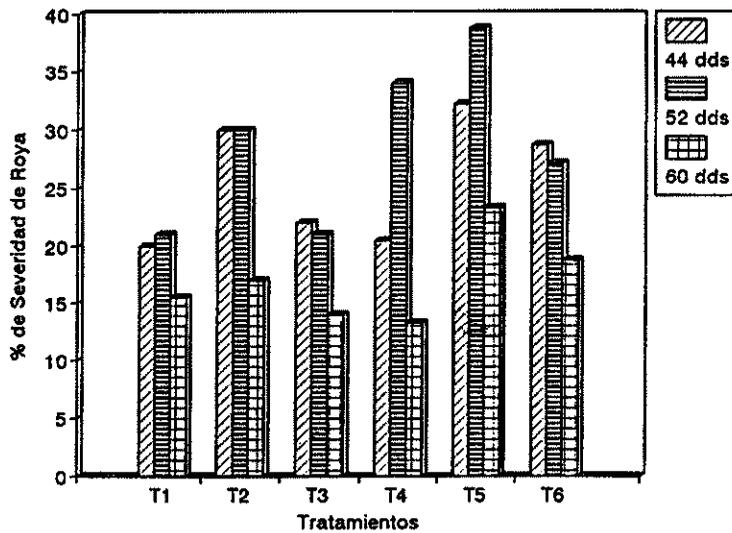
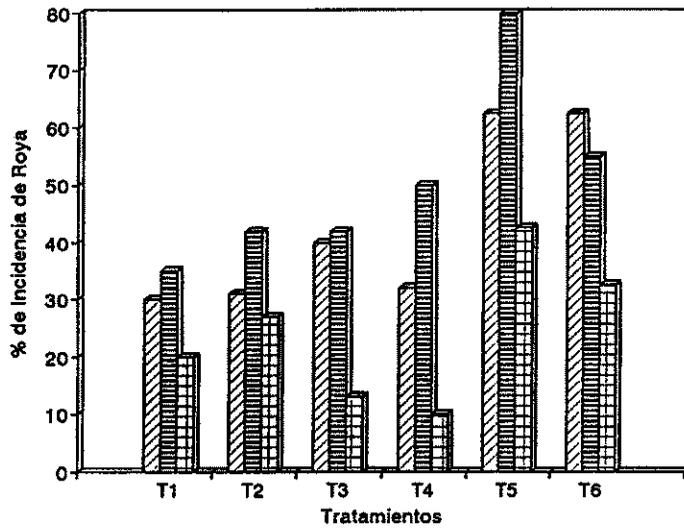


Figura #4. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI), EM-5 y EM-base sobre la incidencia y la severidad de la Roya en el cultivo del frijol común.

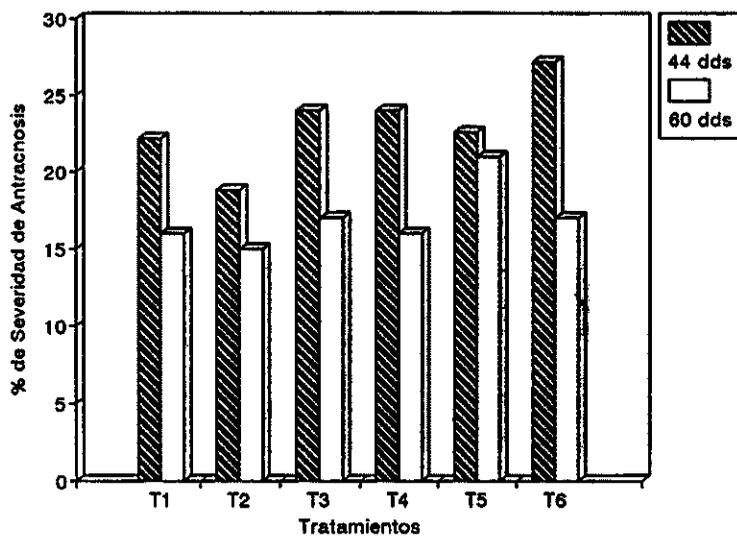
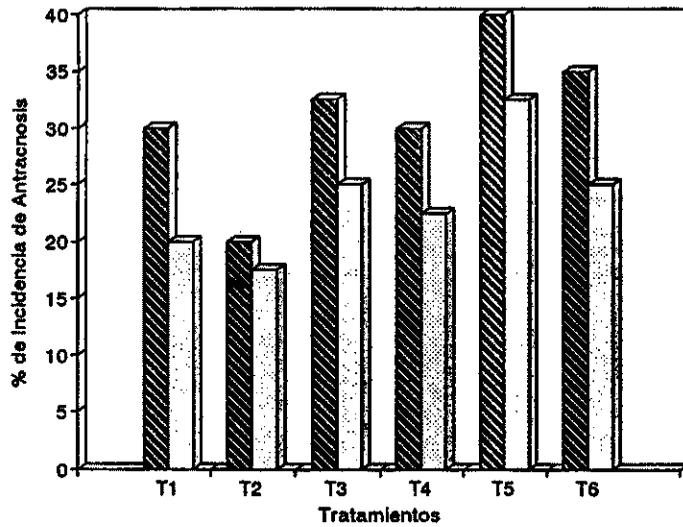


Figura #5. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI), EM-5 y EM-Base sobre la incidencia y la severidad de la Antracnosis en el cultivo de frijol común.

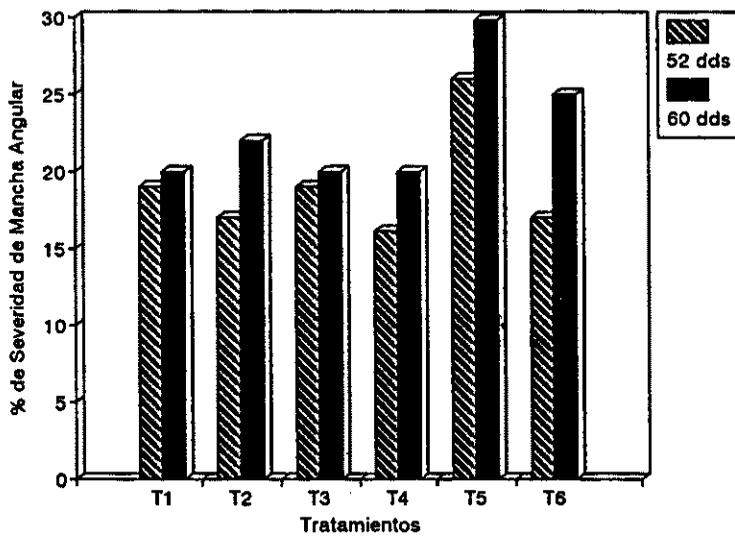
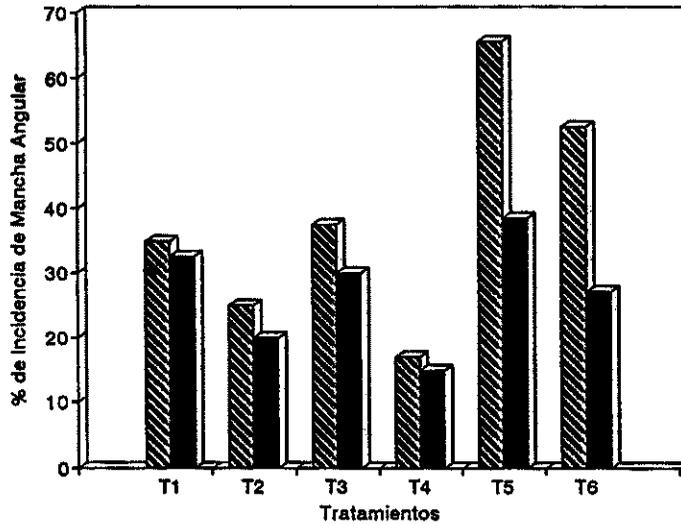


Figura #6. Efecto de 4 biofertilizantes (EM-BOKASHI), EM-5 y EM-Base sobre la incidencia y severidad de Mancha Angular en el cultivo del frijol común.

3.3.2- Incidencias de plagas

El frijol es una de las especies vegetales más afectadas durante todas sus etapas fenológicas por diferentes especies de plagas, se ha estimado que el 25% de la producción potencial del frijol en Centroamérica se pierde debido a los daños por plagas Pro-frijol (1995).

El manejo integrado de plagas se fundamenta en principios de tipo social, económico y ecológico que deben ser considerados desde la selección de tácticas en los procesos de investigación hasta la implementación, aunque el MIP se fundamenta en principios de protección ambiental, antes de desarrollar programas de este tipo, deben ser considerados las consecuencias socioeconómicas de su implementación (Pro-frijol, 1995). El MIP consiste en el control racional basado en la biología y la ecología trabajando junto con la naturaleza y no contra ella.

Los resultados de las evaluaciones realizadas a los 36 dds y 44 dds indica que las principales plagas que se registraron fueron mosca blanca (*Bemisia sp Genn*), tortuguilla (*Diabrotica sp y Cerotoma sp*), y minador (*Lyriomiza sp*) donde a los 36 dds el biofertilizante-4 registró menores promedios de estas plagas con 0.0, 0.005, y 0.25 y el mayor promedio lo presento el fertilizante químico y el testigo con 0.18, 0.25, 0.5 y 0.15, 0.2, 0.5 respectivamente a los 44 dds.

Después de la siembra siempre el biofertilizante-4 registró los menores promedios para las tres plagas y las mayores el fertilizante químico y el testigo.

El nivel de daño económico por mosca blanca no está determinado, para Crysomelidos es de 2 individuos por plántula y 4 en plantas adultas y para minador es 1 individuo por trifollio (Pro-frijol, 1995).

La baja incidencia de plagas en los cuatro biofertilizantes se debe al efecto de las aplicaciones periódicas de biosinsecticida EM-5 y EM-BASE combinadas con las condiciones desfavorables para estas plagas lo que provoca un ataque bajo en la fertilización inorgánica y el testigo, a pesar de que el cultivo del ensayo estaba rodeado del mismo cultivo el cual era 15 días mayor.

Tabla # 9. Efecto de la aplicación de bioinsecticida EM-5 y EM-BASE sobre las principales plagas en el cultivo del frijol común. Las Escaleras, Matagalpa. Epoca de Apante 1996.

Plagas	Tratamientos	DIAS DESP. DE LA EMERGENCIA	
		36 dds	44 dds
<i>Bemisia sp.</i>	EM-BOKASHI 1	0.05	0.08
	EM-BOKASHI 2	0.05	0.13
	EM-BOKASHI 3	0.5	0.1
	EM-BOKASHI 4	0	0
	N-P-K (12-30-10)	0.15	0.18
	TESTIGO ABSOLUTO	0.1	0.15
Crysomelidos	EM-BOKASHI 1	0.15	0.18
	EM-BOKASHI 2	0.15	0.15
	EM-BOKASHI 3	0.2	0.2
	EM-BOKASHI 4	0.05	0.1
	N-P-K (12-30-10)	0.2	0.25
	Testigo Absoluto	0.2	0.2
<i>Lycimysa sp</i>	EM-BOKASHI 1	0.25	0.35
	EM-BOKASHI 2	0.25	0.35
	EM-BOKASHI 3	0.3	0.28
	EM-BOKASHI 4	0.25	0.25
	N-P-K (12-30-10)	0.4	0.5
	Testigo Absoluto	0.5	0.55

3.4- Análisis Económico

Según CIMMYT (1988), el paso inicial para efectuar un análisis económico de los ensayos en fincas es calcular los costos que varían en cada tratamiento y se refiere a los costos relacionados con los insumos y mano de obra, que varían de un tratamiento a otro. A este análisis económico se denomina Análisis de Presupuesto Parcial.

3.4.1- Análisis de presupuesto parcial

El interés principal del productor son los beneficios netos y su protección contra el riesgo. El análisis de presupuesto parcial permite evaluar costo-beneficio de diferentes tecnologías alternativas, lo cual sirve para recomendarla o no al productor.

Los resultados del Análisis de Presupuesto Parcial demuestran que los mayores costos variables los presenta la fertilización orgánica C\$925.00 seguido del EM-Bokashi 4 C\$ 760.00 comparado con el testigo, pero los mayores beneficios netos los presentó el EM Bokashi 4 C\$ 10,083.4 y el EM-Bokashi 2 C\$ 8,950.8 y el menor el EM-Bokashi 1 C\$ 7,292.00. (Tabla # 10).

3.4.2- Análisis de dominancia

El análisis de dominancia consiste en determinar que tratamiento domina en cuanto a beneficio y costo variable, un análisis de dominancia se efectúa, primero ordenando los tratamientos de menores a mayores y costos totales variables.

Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos variables más bajos (CIMMYT, 1988). Además se realizó una curva de beneficio neto donde cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos, las alternativas no dominadas se unen con una raya (CIMMYT,1988).

El resultado del análisis de dominancia indica que el EM-Bokashi 4, 2 y el testigo resultaron ser no dominados, no así la fertilización inorgánica, el EM-Bokashi 3 y 1. (Tabla # 11). Mientras que la curva de beneficio neto se aprecia que los tratamientos no dominados están unidos por la curva y las opciones dominadas se observan por debajo de la curva (Figura # 6).

3.4.3- Análisis marginal

Para realizar el análisis marginal se considera el incremento de beneficio neto marginal, incremento de los costos variables marginales y la tasa de retorno marginal. La tasa de retorno marginal refleja el incremento en el beneficio neto que se obtiene de un incremento dado en la inversión, expresada en un porcentaje (CIMMYT 1988).

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica por otra. Sin embargo no se puede tomar una decisión respecto a un tratamiento y recomendarlo sin saber la tasa de retorno que sería aceptable para los agricultores. Según el CIMMYT (1988), señala que la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor es entre el 50% y el 100%.

Si la tecnología es nueva para el agricultor y además requiere que este adquiera nuevas habilidades, se utiliza una tasa mínima de retorno de 100; en cambio si la tecnología representa sencillamente un ajuste de la práctica actual se recomienda usar la tasa de retorno mínima de 50%. Para la presente investigación la tasa de retorno mínima utilizada fue de 130%.

Los resultados del análisis marginal demuestran que el EM-Bokashi 4 es el más rentable en producto que presenta una tasa de retorno marginal de 2574%, superior al EM-Bokashi 2 y testigo (tabla#12); por tanto es la opción más recomendable económicamente debido a que es mayor que la tasa de retorno mínima utilizada.

Con relación a ciertas ventajas y desventajas del uso de la fertilización inorgánica y otros productos químicos, con respecto al uso de los biofertilizantes y bioinsecticidas; se puede ver que la cantidad a usar es mayor, pero se ve compensado por los precios que tienen ambos.

Para preparar y aplicar se necesita mayor mano de obra en las alternativas orgánicas, pero la tendencia es que en los biofertilizantes las cantidades a aplicar disminuyen cada año y después de los tres años se aplica solamente materia orgánica sin inoculación con microorganismos efectivos.

Caso contrario ocurre con los fertilizantes inorgánicos y otros productos químicos cuyas cantidades aplicadas a los cultivos es mayor cada año.

A partir de los resultados obtenidos se puede afirmar que la nueva alternativa del uso de los microorganismos efectivos (EM), para preparar biofertilizantes y bioinsecticida; es viable económica, social y ecológica para la producción agrícola. Esta tecnología es una buena opción para los pequeños y medianos productores lo que permite reducir las importaciones de agroquímicos y la dependencia de estos insumos. Además contribuye a que el productor se de cuenta que utilizando los recursos de su finca y de la zona, él puede preparar un buen abono y bioinsecticida con la ayuda de los microorganismos efectivos y obtener mejores rendimientos en sus cultivos, costos más bajos y cosechas de mayor calidad tal y como se demuestra en el presente trabajo.

Tabla # 10. Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados

Conceptos	Tratamientos					
	EM-Bokashi1	EM-Bokashi2	EM-Bokashi3	EM-Bokashi4	NPK	TESTIGO
Rend. Medio Kg/ha	1000	1220.5	1187	1369.1	1140	1110.5
Rend. ajustado (10%) Kg/ha	900	1098.5	1068.3	1232.2	1026	999.5
Precios C\$/Kg	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
Beneficio Bruto C\$/ha	7920	9666.8	9401.0	10843.4	9028.8	8795.6
Costo variable C\$/ha	628	716	672	760	925	0
Beneficio neto C\$/ha	7292	8450.8	8729	10083.4	8103.8	8795.6

Precio del Dólar = C\$ 9.30/ \$ 1.00

Tabla # 11. Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados

Nº	Tratamientos	Beneficios netos C\$/ha	Costo variable C\$/ha
6	Testigo Absoluto	8795.6 ND	0
1	EM-Bokashi 1	7292 D	628
3	EM-Bokashi 3	8729 D	672
2	EM-Bokashi 2	8950.8 ND	716
4	EM-Bokashi 4	10083.4 ND	760
5	NPK (12-30-10)	8103.8 D	925

ND= No Dominado

D= Dominado

Precio del Dolar= C\$ 9.303 1.00

Tabla # 12. Analisis marginal para los tratamientos evaluados

Nº	Tratamiento	B.M. C\$/ha	CV C\$/ha	IMBN c\$/ha	IMCV C\$/ha	T.R.M. %
4	EM-Bokashi4	10083.4	760	1132.6	44	2574.1
2	EM-Bokashi2	8950.8	716	155.2	716	22
6	Testigo	8795.6	0	-	-	-

BN= Beneficio neto CV= Costo Variable IMBN= Incremento Marginal de Beneficio Neto IMCV= Incremento Neto de Costo Variables

TRM= Tasa de Retorno Marginal

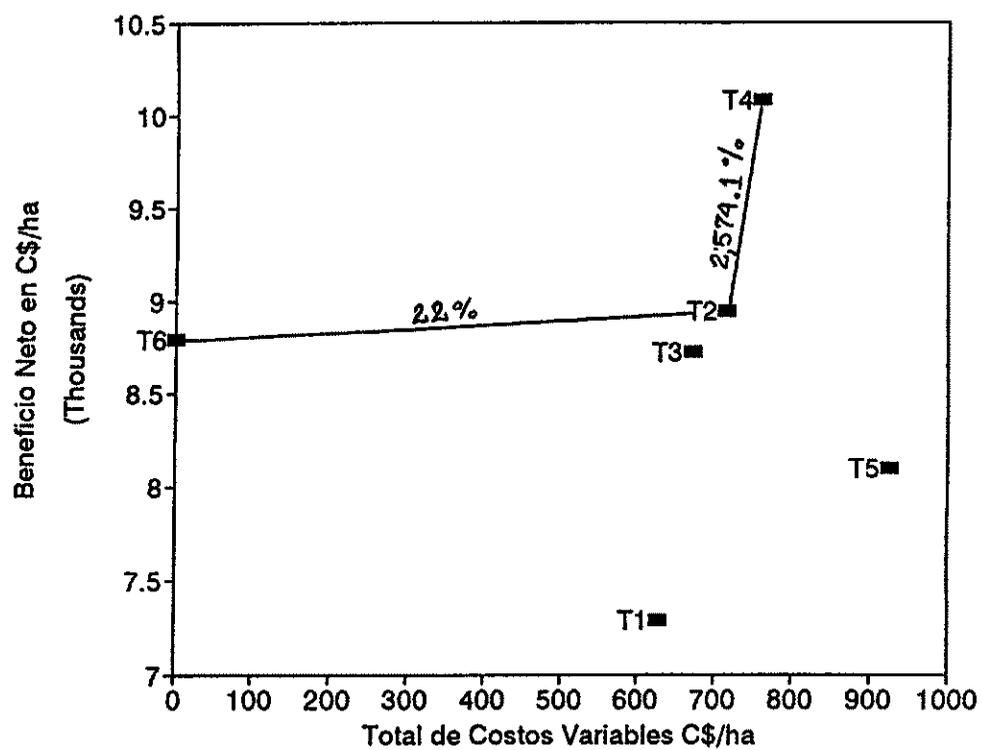


Figura #7. Curva de beneficio neto para los diferentes tratamientos evaluados.

IV. CONCLUSIONES

De los resultados anteriores se concluye:

Los biofertilizantes 4 y 2 (T_4 y T_2) presentaron los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas tales como porcentaje de emergencia, plantas cosechadas, diámetro de cobertura, número de nódulos activos; de igual forma se comportaron los caracteres del rendimiento como; vainas por planta, semillas por vaina, peso de mil semillas y el rendimiento.

El biofertilizante 4 (T_4) resultó ser el mejor el cual presentó el rendimiento más alto (1,369 kg/ha) superando al testigo relativo (T_3) y al testigo absoluto (T_6).

Los 4 biofertilizantes registraron menor incidencia y severidad en enfermedades que el testigo relativo y el testigo absoluto.

El biofertilizante 4 (T_4) fue económicamente el más rentable, producto que presentó una tasa de retorno marginal de 2574% superior a la tasa mínima de retorno marginal de comparación utilizada (130%).

La inoculación de Microorganismos Efectivos en mezclas de residuos orgánicos (EM-Bokashi) preparado a través de un proceso anaeróbico reduce el tiempo de duración del proceso de preparación a 20 días, comparado con el proceso tradicional de compostaje el cual dura 3 a 5 meses.

Por todo lo expuesto anteriormente se demostró tanto agronómica, económica y ecológicamente que los Microorganismos Efectivos constituyen una alternativa eficiente para la agricultura de hoy; obteniéndose productos de calidad y libres de residuos químicos y más saludables.

V. RECOMENDACIONES

1. Realizar evaluaciones en serie de los biofertilizantes 4 y 2 (T_4 y T_2), por un espacio no menor de 3 años, en diferentes localidades, variedades, época de siembra y otros cultivos más rentables como las hortalizas.
2. Realizar investigaciones donde se utilicen los biofertilizantes 4 y 2 (T_4 y T_2), considerando el contenido de M.O. del suelo; probando diferentes niveles de aplicación además; realizar análisis físico, químico y biológico riguroso del suelo que permitan revelar el verdadero efecto de los Microorganismos Efectivos; para luego realizar recomendaciones generalmente para pequeños y medianos productores, los cuales deben combinarlas con otras prácticas de la agricultura sostenible.
3. Investigar otras formas en que se puedan usar los Microorganismos Efectivos, que se adapten a las condiciones del trópico, del productor y de la zona tomando en cuenta los recursos in situ disponibles.
4. Utilizar los biofertilizantes 4 y 2 (T_4 y T_2) por los beneficios que brindan tanto económicos, social y ecológico en busca de estabilizar las áreas de producción y elevar los rendimientos por unidad de área.
5. Preparar los biofertilizantes de forma anaeróbica debido a que el proceso se acelera en comparación con el proceso de compostaje tradicional; así como preparar bioinsecticidas a partir de los microorganismos efectivos como el EM-5 y el EM-Base por su fácil preparación, bajo costo y además de garantizar una mejor calidad de la cosecha.
6. Realizar una evaluación donde se pruebe la efectividad de los biofertilizantes combinados con diferentes proporciones o cantidades de fertilizantes inorgánicos, para reducir las cantidades a aplicar; así como evaluar las mezclas utilizadas tanto inoculadas como sin inocular que permitan comparar y valorar el verdadero efecto de los microorganismos efectivos.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Arzola, P.N. 1986. Suelo planta y abonado. Primera reimpression, Editorial Pueblo y Educación. Habana Cuba. 460 pág.
- Aguilera, P. M. 1987. Efectos de fuentes y dosis de abonos orgánicos en el cultivo de habichuelas (*Phaseolus vulgaris* L.) y reacción del suelo; Tesis de Ing. Agr.ISCA, Managua, Nicaragua. 55 pág.
- Amaya, R. y Cruz, J. 1993. Evaluación de 7 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su respuesta dosis crecientes de fertilizantes (N-P). Tesis Ing. Agr. U.N.A. Managua, Nicaragua. 45 pág.
- Alemán, F. y Tercero, I. 1991. Inventario de información generada en Agronomía, relaciones Clima-Planta-Hombre en granos básicos. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica. U.N.A. Managua, Nicaragua. 72 pág.
- Bonilla, J, A. 1990. Efecto de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, y rendimiento del frijol común. (*Phaseolus Vulgaris* L.); Tesis de Ing. Agr. ISCA. Managua, Nicaragua. 42 pág.
- Blandón, R. L. y Arvizu, V.J. 1991. Efecto de sistemas de labranza método de control de malezas y rotación de cultivo sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.); Tesis de Ing. Agr. U.N.A. Managua, Nicaragua. 46 pág.
- Campos, J. A. 1991. Enfermedades del frijol. Primera reimpression. Editorial Trillas, D.F. México. 132 pág.
- Cepeda, J. M. 1991. Química de suelo, Segunda Edición, Editorial Trillas, D.F. México. 167 pág.
- CIAT, 1987. Sistema Standar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Shcoohoven y Marcial A. Pastor Corrales (Comps). Cali. Colombia. 56 pág.
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones, a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica. Edición complementaria revisada, México. D.F. México. 49 pág.

- CRIES. 1972. Levantamiento y clasificación de suelos de Nicaragua, hoja topográfica de Estelí y Matagalpa. Escala 1,2500 INETER. Managua, Nicaragua. 552 pág.**
- Corrales, M. P. 1985. Técnicas materiales y métodos utilizados en la evaluación de frijol por su reacción a las enfermedades. En frijol: Investigación y producción. CIAT. XYZ Cali, Colombia. Pág. 157-169.**
- Chowdhury, R. 1989. Effect of organic, amendments, and EM on Crop Production in Bangladesh. Kiyusei Nature farming. Second International Conference. Pág. 195.**
- Davis, C. H. 1985. Conceptos básicos de genética de Frijol. Pág. 81-87 En frijol Investigación y producción. CIAT. xyz Cali, Colombia.**
- FAO, 1985. Fijación Simbiótica del Nitrógeno en leguminosas por Rhizobium Roma. Italia. 300 pág.**
- FAO, 1991 Manejo de suelos: Producción y uso del composte en ambientes tropicales y sub-tropicales. Roma. Italia. 176 pág.**
- Fernández, L. 1997. Alternativa orgánicas para la nutrición fosfórica del frijol. Pág. 5-6. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Universidad Central de las Villas. Villa Clara, Cuba. 80 Pág.**
- Fernández, F; Gepts, P. y López, M. 1985. Etapas de desarrollo de la planta de frijol. En Frijol : Investigación y producción CIAT xyz. Cali, Colombia pág. 61-78**
- Guerra, D y Guerrero, C. 1995, Efecto de cuatro niveles de fertilización sobre el crecimiento y rendimiento de 5 variedades de frijol común. (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo el sistema de cero labranza. Tesis de Ing. Agr. U.N.A. Managua, Nicaragua. 45 pág.**
- Guerrero, J. 1993. Abonos orgánicos Tecnología para el manejo ecológico de suelo. Lima, Perú. 90 pág.**
- González, M. 1995. Evaluación sobre crecimiento, desarrollo y rendimiento de 14 accesiones criollas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), y el testigo comercial Rev. 84. Tesis de Ing. Agr. U.N.A. Managua, Nicaragua. 43 pág.**
- González, V. 1994. La fertilización orgánica. Los abonos orgánicos y los abonos verdes. ICOAMA-CIEETS. II Curso de agricultura ecológica, Managua, Nicaragua. 29 pág.**

- Haad, H.P. 1976. Absorcao do Nutrientes pela cultura do Felgociro. *Brangontia* Pág. 381-391.
- Holdridge, L. R. 1982 *Ecología basada en zonas de vida primer edición*. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Higa, T. 1994. *Effective microorganisms: A new dimension for nature farming*. Pág. 20-22. In J.F. Parr, S.B. Hornick and M.F. Simpson (ed). *Proceedings of the second international conference on Kyusei nature farming* U.S. Department of Agricultura. Washington D.C. U.S.A.
- Higa, T. 1991. *Effective microorganism. Their role in Kyusei nature farming and sustainable agriculture*. In J.F. parr, S.B. Hornick and M.E.S. Simpson (ed) *proceedings of the Third international conference on Kyusei; nature farming*. U.S. Department of Agricultura, Washington, D.C. U.S.A.
- Higa, T. and Parr, J. 1991. *Efective microorganism a biotechnology markind*, *proceeding of the firts International Conference Kyusei nature farming* U.S. Department of Agricultura, Washington D.C. U.S.A.
- Higa, T. and Windiana, G. 1991. *Changes in the soil, microflora induced by effective microorganism*. Pág. 153- 162. *Procceding of the first international conference on Kyusei nature furning* U.S. Department of Agricultura Washington U.C. U.S.A
- MAG. 1992. *El Frijol Común. Guía Técnica*. CNIAB, INTA Managua, Nicaragua. 59 pág.
- Méndez, A. 1981. *Respuesta del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) a la aplicación de elementos mayores en un endosol de nariño en marín campos*. Instituto Colombiano Agropecuario Nacional de Suelo. *Informe de Progreso* Bogotá, Colombia. Pág. 110-112.
- Mezquita, B. 1973. *Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento del firjol (Phaseolus vulgaris L.)*. Tesis Msc Chapingo, México Colegio de Post Graduados.
- Minelli y Gómez, 1990. *La producción de semilla Texto básico*. ISCA Managua, Nicaragua. 210 pág.

- Moraga, P. y López G. 1993. Efecto de labranza, métodos de control de malezas y rotación de cultivos sobre la dinámica de las malezas crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y Soya (*Glicine max* L Merrill), Tesis de Ing. Agr. U.N.A., Managua. 46 pág.
- Pérez, R. 1973. Abonos Orgánicos o Compostes. Santiago, Chile. 130 pág.
- Primavesi, A. 1982. Manejo Ecológico de Suelo. Quinta Edición Editorial Ateneo. Buenos Aires, Argentina.
- Portillo, Z.A. 1995. Incremento de la Producción de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) a nivel de finca, mediante la inoculación con *Rhizobium leguminosarum* bv *Phaseoli*. Tesis de Ing. Agr. UNA, Managua, Nicaragua.
- Pro-frijol. 1995. Manejo Agronómico del Cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) CIAT. Cali, Colombia. 74 pág.
- Pro-frijol. 1995. Manejo Integrado de Plagas del Frijol. (*Phaseolus vulgaris* L.) CIAT. Cali, Colombia. 114 pág.
- Rava, C.A. 1991. Producción Artesanal de Semilla Mejorada de Frijol Común. FAO. MAG. Managua, Nicaragua. 120 pág.
- Restrepo, J. 1996. Abonos Orgánicos Fermentados. Experiencias de Centro América Brasil. Primera Edición San José, Costa Rica. 52 pág.
- Rodríguez, D.R. y Urbina, S.A. 1997. Evaluación Preliminar de la Colección de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) del banco de germoplasma del REGEM. Tesis de Ing. Agr. U.N.A. Managua, Nicaragua.
- Tapia, H. 1987. Variedades Mejoradas de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.), con grano rojo para Nicaragua. Primera Edición ISCA dirección de investigación y Post Grado. Managua, Nicaragua. 26 pág.
- Vernetti, F. 1983. Genética y Mejoramiento Fundacao Corgill Brasil. Vol. 2. 230 pág.
- Voysest, O. 1985. Mejoramiento del Frijol por introducción y selección. pág. 89-107. En frijol: Investigación y Producción. Editorial xyz. CIAT, Cali, Colombia.

**White, J. 1985. Conceptos Básicos de fisiología del Frijol. En Frijol : Investigación
Producción Editorial xyz CIAT. Cali, Colombia.**

**Zapata, M y Orozco, H. 1991. Evaluación de diferentes métodos de Control de Malezas
y distancias de siembra sobre cenosis de malezas, crecimiento y rendimiento del
frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad revolución 81. Tesis de Ing. Agr. UNA.
Managua, Nicaragua.**

VII. ANEXOS

**ANEXO # 1, Tabla 13. Datos climáticos promedios de los últimos 5 años
(1992 - 1996)**

Meses	PP mm	T° C	HR%	VEL DEL VIENTO m/s
Enero	43.30	19.60	81	2.20
Febrero	19.90	19.50	77	2.40
Marzo	9.90	21.40	71	2.20
Abril	2.50	22.60	71	2.40
Mayo	209.10	21.60	83	1.70
Junio	105.70	21.80	83	1.20
Julio	250.20	21.50	84	1.30
Agosto	216.10	21.30	84	1.20
Septiembre	188.10	21.60	84	1.00
Octubre	382.60	21.60	86	0.80
Noviembre	203.80	20.30	87	1.50
Diciembre	22.70	19.40	84	1.00
Medis	137.82	21.02	81.42	1.58

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales(INETER) 1997
Estación Meteorológica de Jinotega.

Anexo #2, Tabla 14. Analisis de varianza de porcentaje de emergencia, plantas cosechadas, vainas por planta, semilla por vaina, peso de mil semillas y rendimiento en Kg/ha. Las Escaleras Matagalpa. En época de apante 1996.

Variabes	Fuente	S.C.	GL	CM	FC	FT 0.05%	Pr>F	C.V %	R ²
Porcentaje de emergencia	BLOQUE	30.3333	3	10.1111	0.27	3.29	0.846	6.98	0.6417
	TRATAMIENTO	261.3333	5	52.2666	1.4	2.90	0.2831		
	ERROR	561.6666	15	37.4444					
	TOTAL	853.3333	23						
Plantas cosechadas	BLOQUE	43.1666	3	14.3888	0.34	3.29	0.7962	3.533	0.6789
	TRATAMIENTO	343.3333	5	68.6666	1.63	2.90	0.2133		
	ERROR	633.3333	12	42.2222					
	TOTAL	1019.8333	23						
Vainas por planta	BLOQUE	608.9458	3	202.9819	8.72	3.29	0.0002	35.3069	0.716
	TRATAMIENTO	539.5375	5	107.9045	4.64	2.90	0.0005		
	ERROR	5375.1791	15	23.2691					
	TOTAL	6523.6625	23						
Semillas por vainas	BLOQUE	10.0229	3	3.3409	4.83	3.29	0.0025	14.4903	0.6808
	TRATAMIENTO	18.6354	5	3.727	5.39	2.90	0.0001		
	ERROR	325.7879	15	0.6916					
	TOTAL	354.4479	23						
Peso de semillas	BLOQUE	554.6336	3	184.8778	3.53	3.29	0.0962	4.9471	0.7324
	TRATAMIENTO	2443.5899	5	488.7179	6.69	2.90	0.0018		
	ERROR	1095.0693	15	73.0046					
	TOTAL	4093.2928	23						
Rendimiento en KG/HA	BLOQUE	560984.36	3	186994.8	3.78	3.29	0.0205	13	0.7451
	TRATAMIENTO	424715.17	5	84943.03	8.32	2.90	0.0017		
	ERROR	337037.7	15	22469.18					
	TOTAL	1322737.3	23						

Pr 0.05 significativo; Pr 0.01 Altamente significativo; Gl Grados de Libertad; FC Suma de cuadrados; CM Cuadrado Medio; FC Factor Calculado; Ft Factor Teorico; Pr f Probabilidad; CV Coeficiente de variación; R²: Coeficiente de determinación.

Anexo #3, Tabla 15 Resultado de analisis del diametro de cobertura por el método de regresión lineal para los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamiento	Fuente	Gl	SC	CM	FC	Pr > F	R ²	CV %	
EM-BOKASHI 1	MODEL	1	21.4616	21.4616	404.67	0.0001	0.7191	6.8564	Y= (a+bx) Ln
	ERROR	158	8.3795	0.053	-				Y= (2.04847+0.0409x) Ln
	TOTAL	159	29.8413	-	-				
	PARAMETROS	a= 2.0484 b= 0.0409							
EM-BOKASHI 2	MODEL	1	18.1961	18.1961	519.56	0.0001	0.7668	5.328	Y= (a+bx) Ln
	ERROR	158	5.5335	0.035	-				Y= (2.3058+0.03770x) Ln
	TOTAL	159	23.7296	-	-				
	PARAMETROS	a= 2.3058 b= 0.03770							
EM-BOKASHI 3	MODEL	1	22.4222	22.4222	611.06	0.0001	0.7945	5.6284	Y= (a+bx) Ln
	ERROR	158	5.7976	0.03669	-				Y= (2.0640+0.04185x) Ln
	TOTAL	159	28.21	-	-				
	PARAMETROS	a= 2.0640 b= 0.04185							
EM-BOKASHI 4	MODEL	1	18.3901	18.3901	783.77	0.0001	0.8322	4.35	Y= (a+bx) Ln
	ERROR	158	3.7072	0.02346	-				Y= (2.3083+0.03790x) Ln
	TOTAL	159	22.0974	-	-				
	PARAMETROS	a= 2.3083 b= 0.03790							
N-P-K (12-30-10)	MODEL	1	15.5402	15.5402	446.98	0.0001	0.7388	5.2879	Y= (a+bx) Ln
	ERROR	158	5.4932	.003476	-				Y= (2.4111+0.3484) Ln
	TOTAL	159	21.0335	-	-				
	PARAMETROS	a= 2.4111 b= 0.03484							
TESTIGO ABSOLUTO	MODEL	1	21.1467	21.1467	472.22	0.0001	0.7492	6.2387	Y= (a+bx) Ln
	ERROR	158	7.0754	0.04478	-				Y= (2.0912+0.04064) Ln
	TOTAL	159	28.2221	-	-				
	PARAMETROS	a= 2.0912 b= 0.04064							

Pr 0.05=significativa; Pr 0.01 Altamente significativa; Gl= Grado de libertad; SC= suma de cuadrado CM=Cuadrado medio; FC=Factor Calculado; FT=Factor teorico; CV= Coeficiente de variación; R²; Coeficiente de determinación.

Anexo #4, Tabla 16. Resultado de analisis del número de nódulo activos por planta utilizando el método de regresión cuadrática para los tratamientos evaluados

Tratamiento	Fuente	Gl	SC	CM	FC	Pr > F	R ²	CV %	ECUACION
EM-BOKASHI 1	MODEL	2	28,976.30	14,488.14	99.9	0.0001	0.7218	19.68	Y= a+bx+cx ² Y= -90.44+7.52x-0.081x ²
	ERROR	77	11,166.59	145.0207	-				
	TOTAL	79	40,142.88	-	-				
	PARAMETROS	a= -90.44 b= 7.52 c= -0.081							
EM-BOKASHI 2	MODEL	2	55,895.78	27,947.89	214.3	0.0001	0.8477	16.39	Y= a+bx+cx ² Y= -145.79+10.81x-0.119x ²
	ERROR	77	10,040.69	130.39	-				
	TOTAL	79	-	-	-				
	PARAMETROS	a= -145.79 b= 10.81 c= -0.0119							
EM-BOKASHI 3	MODEL	2	38,787.1	19,393.57	142.6	0.0001	0.7873	17.09	Y= a+bx+cx ² Y= -113.67+9.20x-0.102x ²
	ERROR	77	10,474.22	135.02	-				
	TOTAL	79	4,961.38	-	-				
	PARAMETROS	a= -113.67 b= 9.20 c= -0.102							
EM-BOKASHI 4	MODEL	2	52,419.60	26,209.80	125	0.0001	0.7644	19.48	Y= a+bx+cx ² Y= -132.42+10.32x-0.113x ²
	ERROR	77	16,149.94	209.73	-				
	TOTAL	79	68,569.55	-	-				
	PARAMETROS	a= -132.42 b= 10.32 c= -0.113							
N-P-K (12-30-10)	MODEL	2	65,627.42	32,813.71	172.8	0.0001	0.8178	20.7	Y= a+bx+cx ² Y= -93.62+7.64x-0.081x ²
	ERROR	77	14,618.37	189.84	-				
	TOTAL	79	80,245.80	-	-				
	PARAMETROS	a= -155.83 b= 10.90 c= -0.116							
TESTIGO ABSOLUTO	MODEL	2	32,804.58	16,402.29	222.6	0.0001	0.8525	13.69	Y= a+bx+cx ² Y= -93.62+7.64x-0.081x ²
	ERROR	77	5,672.60	73.67	-				
	TOTAL	79	38,477.18	-	-				
	PARAMETROS	a= -93.62 b= 7.64 c= -0.081							

Pr 0.05=significativa; Pr 0.01 Altamente significativa; Gl= Grado de libertad; SC= suma de cuadrado
 CM=Cuadrado medio; FC=Factor Calcualdo; FT=Factor teorico; CV= Coeficiente de variación; R²;
 Ecuación x= Días después de la siembra

Anexo #5, Tabla 17. Comportamiento de la incidencia y severidad de *Uromyces phaseolis* Typica Arth, *Colletotrichum lindemuthianum*sacc, *Isariopsis griseola* Sacc, en el cultivo de Frijol Común. Las Escaleras. Matagalpa, Epoca de apante. 1996.

Enfermedades	Tratamientos	DDS	Incidencia %	Severidad %
Roya <i>Uromyces phaseolis</i>	EM BOKASHI 1 T1	44 52 60	30 35 20	20 21 15.5
	EM BOKASHI 2 T2	44 52 60	31 42 27	30 30 17
	EM BOKASHI 3 T3	44 52 60	40 42 13	22 21 14
	EM BOKASHI 4 T4	44 52 60	32 50 10	20.5 24 13.3
	N P K T5	44 52 60	62.5 80 42.5	32.2 38.8 23.3
	TESTIGO ABSOLUTO T6	44 52 60	62.5 55 32.5	28.8 27.2 18.8
Antracnosis <i>Colletotrichum lindemuntianum</i>	EM BOKASHI 1 T1	44 60	30 20	22.2 16
	EM BOKASHI 2 T2	44 60	20 17.5	18.8 15
	EM BOKASHI 3 T3	44 60	32.5 25	24 17
	EM BOKASHI 4 T4	44 60	30 22.5	24 16
	N P K T5	44 60	40 32.5	22.6 21
	TESTIGO ABSOLUTO T6	44 60	35 25	27.2 17
Mancha Angular <i>Isariopsis griseola</i>	EM BOKASHI 1 T1	52 60	35 32.5	19 20
	EM BOKASHI 2 T2	52 60	25 20	17 22
	EM BOKASHI 3 T3	52 60	37.5 30	19 20
	EM BOKASHI 4 T4	52 60	17 15	16.1 20
	N P K T5	52 60	62.5 52.5	26 29.8
	TESTIGO ABSOLUTO T6	52 60	52.5 27.1	17 25

Anexo #6, Tabla 18. Correlación de Person y Significancia de las principales variables evaluadas en los diferentes tratamientos. Las Escaleras MAtagalpa. Época de Apante 1996.

	EMER	NNA	DCOB	SEVE 1	SEVE 2	PCO	NVP	NSV	PMS	Rdto
EMER r Pr	1 0									
NNA r Pr	0.31848 0.1293	1 0								
DCOB r Pr	0.26159 0.2169	0.82845 0.0001	1 0							
SEVE 1 r Pr	-0.20378 0.3395	0.24297 0.2526	0.14789 0.4904	1 0						
SEVE 2 r Pr	-0.0661 0.7589	-0.09985 0.6425	-0.12434 0.5627	-0.29349 0.1640	1 0					
PCO r Pr	0.21796 0.3062	0.26528 0.2103	0.31160 0.1383	-0.20460 0.3376	0.08037 0.7089	1 0				
NVD r Pr	0.23292 0.2734	0.68369 0.0002	0.66662 0.0004	0.21131 0.3216	-0.04182 0.8462	0.11341 0.5977	1 0			
NSV r Pr	0.20887 0.3273	0.60530 0.0017	0.47225 0.0198	-0.13593 0.5265	0.09053 0.6740	0.42113 0.4404	0.45387 0.1252	1 0		
PMS r Pr	0.27668 0.1906	0.5908 0.7839	0.05714 0.7909	0.18172 0.3954	-0.05781 0.7885	0.34035 0.1037	-0.07820 0.7125	0.12659 0.5556	1 0	
Rdto r Pr	0.20636 0.3333	0.69104 0.0002	0.65913 0.0005	0.08004 0.7101	0.14395 0.5092	0.32185 0.0251	0.62171 0.6012	0.41735 0.0424	0.00089 0.9967	1 0

EMER: Porcentaje de emergencia; NNA: Número de nodulos activos; SEVE 1: Severidad de roya; SEVE 2: Severidad en Antracnosis
 DCOB: Diametro de cobertura; PCO: Plantas cosechadas; NVP: número de vaina por planta; NSV: Número de semillas por vainas;
 PMS: Peso de mil semillas; Rdto.: Rendimiento; Pr <0.05 significativo; Pr <0.01 altamente significativo.

Anexo #7, Tabla 19 Estimación económica de los diferentes tratamientos evaluados.

Fuente	EM BOKASHI 1 Costo C\$/ha	EM BOKASHI 2 Costo C\$/ha	EM BOKASHI 3 Costo C\$/ha	EM BOKASHI Costo C\$/ha	N P K (12-30-10) Costo C\$/ha	TESTIGO ABSOLUTO Costo C\$/ha
Coste fijo						
Chapoda	160	160	160	160	160	160
Arado	130	130	130	130	130	190
Semilla + transporte	455	455	455	455	455	455
Siembra	40	40	40	40	40	40
Manejo de malezas	250	250	250	250	250	250
Arranca	120	120	120	120	120	120
Aporreo	100	100	100	100	100	100
Uso de la tierra	250	250	250	250	250	250
Sub total	1505	1505	1505	1505	1505	1505
Costos variables	---	---	---	---	---	---
Fertilización	308	396	352	440	435	---
Mano de obra	180	180	180	180	80	---
Fertilización foliar	---	---	---	---	180	---
Manejo de plagas y enfermedades	140	140	140	140	230	---
Sub total	628	716	672	760	925	---
Total	2133	2221	2177	2265	2410	1505
Rendimiento (Kg/ha)	1000	1220.5	1187	1369.1	1140	110.5
Precio (C\$/Kg)	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
Beneficio bruto C\$/ha	8800	10740	10445	12048	10032	9772.4
Beneficio neto (C\$/ha)	6667	8519	8268	9783	7622	8267.4
Rentabilidad (%)	312.56	383.56	379.74	432	316.2	5149.3

NOTA: Precio del dolar C\$ 9.30 (córdobas) por US\$ 1.00 (dolar)

Anexo #8, Tabla 20. Densidad Poblacional de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Densidad inicial/ha	Densidad final/ha	Densidad final/mz	Porcentaje de pérdidas
EM BOKASHI 1	250.00	228.750	160.720	8.5
EM BOKASHI 2	250.00	231.250	162.476	7.5
EM BOKASHI 3	250.00	227.500	159.842	9
EM BOKASHI 4	250.00	238.750	167.746	4.5
N P K (10-30-10)	250.00	227.500	159.842	9
TESTIGO	250.00	225.000	158.085	10
ABSOLUTO				

Anexo #9, Tabla 21. Composición química de algunos materiales, cantidad de nutrientes que aportan.

Fuente	%						Meq 100g				C/N	% HUMUS
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu		
Gallinaza	2	2.8	5	3	0.6	0.1	2300	359	133	80	30:1	25
Estiercol	1.8	1.4	0.4	0.15	0.1	0.01	1200	837	130	-	22:1	50
Pulpa de café	1.56	0.2	2.43	0.45	0.1	0.01	-	-	-	-	25:1	92
Casa. de arroz	0.2	0.13	2.32	0.39	0.2	0.09	-	-	-	-	-	-
Aserrín	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500:1	-

Fuente: Retrepo 1996, Orozco 1996, FAO 1991 y González 1994.

Anexo #10, Tabla 22. Porcentaje de cada material orgánico en cada uno de los biofertilizantes (EM-Bokashi)

Biofertilizantes	Cascaria de Arroz	Gallinaza	Estiercol	Aserrin	Pulpa de café
1	38	-	29.2	32.8	-
2	30	44	-	26	-
3	35.4	-	-	31	34
4	31	45	24	-	-

Anexo # 11, Tabla 23. Precios de los insumos utilizados

Fuente	Unidad /medida	Cantidad	Precio Unitario	Total C\$
EM BOKASHI 1	qq	44	7	308
EM BOKASHI 2	qq	44	8	352
EM BOKASHI 3	qq	44	9	396
EM BOKASHI 4	qq	44	10	440
N P K (12-30-10)	qq	3	140	420
BAYFOLAN	L	2	90	180
MALATHION	L	1.5	60	90
MANCOZEB	Kg	2	70	140
EM 5	L	10	10	100
EM - BASE	L	5	8	40

PRECIO DEL DOLAR: C\$ 9.30 POR U\$ 1.00

Anexo # 12, Tabla 24. Características morfológicas y fisiológicas de la variedad Honduras 46 (H-46).

Días a floración	42 DDS
Color del grano	Rojo oscuro
Forma	Alar gado
Habito de crecimiento	Ia
Rendimiento potencial	---
Días a madurar fisiologica	80 DDS
Reacción de enfermedades	---
Mosaico común (BCMV)	Resistente
Mustia hilachosa (<i>Thanatephorus cucumeris</i>) (FRANK)	Intermedio
Bacteriosis (<i>Xanthomona campestris</i>) (SMITH)	Susceptible
Antracnosis (<i>Colletotrichum indenutianum</i>) (SACC)	---
Roya (<i>Uromyces phaseoli</i>) (REBEN)	Susceptible

Fuente Guía Técnica (MAG, 1992)

DDS: Días después de la Sicmbra; Ia: Indeterminado arbustivo

Anexo # 13, Tabla 25. Escala para medir la incidencia y calcular la severidad.

Escala	Significado
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Presenta pocas lesiones sin esporulación que cubre aproximadamente el 2% del área foliar.
5	Presencia de lesiones, generalmente pequeñas, esporulación limitada que cubre aproximadamente el 5% del área foliar o de las vainas.
7	Lesiones abundantes generalmente grandes esporulación cubre el 10% del área foliar, áreas afectadas grandes, asociados con tejidos cloróticos.
9	Lesiones muy abundantes, cubre aproximadamente el 25% del área foliar o de la vaina, cubierta por lesiones esporulantes.

Fuente: CIAT. 1989

Anexo # 14, Tabla 26. Conceptos de incidencia y severidad.

Concepto	Definición
Severidad	La cantidad de tejidos de la planta afectada por los organismo causantes de la enfermedad y se expresa como el porcentaje de la cantidad total de tejido afectado.
Incidencia	El número de unidades afectadas, se consideran generalmente plantas enteras o partes de las plantas como hojas, tallos, vainas y raíces expresadas, luego estas unidades como porcentaje de la población total de unidades escogidas.

Anexo # 15, Tabla 27. Funciones de cada uno de los componentes de las mezclas en los biofertilizantes (EM-Bokashi)

Componentes	Funciones
Gallina, Estiércol y Pulpa de Café	Son la principal fuente en la preparación de EM-BOKASHI, mejora las características de la fertilidad del suelo, aportando gran cantidad de nutrientes y humus.
Cascarilla de Arroz	Mejora las propiedades del suelo y de los biofertilizantes EM-BOKASHI, facilitando la aereación, absorción de humedad y filtraje de nutrientes; beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica del suelo; estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radicular; fuente de sílice que le da resistencia a los vegetales contra insectos y microorganismos; a largo plazo se convierte en fuente constante de humus.
Aserrín	Mejora la propiedad del suelo y del EM-BOKASHI, facilita la aereación y absorción de humedad y filtrante de nutrientes, pero es de calidad inferior a la cascarilla del arroz.
Melaza	Es la principal fuente de energía para la fermentación del EM-BOKASHI, fuente de alimentos para los microorganismos lo que favorece la multiplicación y actividades microbiológicas, es rica en potasio, calcio, magnesio y micronutriente como el boro.
Agua	Homogeniza la humedad de todos los componentes, propicia las condiciones ideales para un buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de fermentación; todo exceso como las faltas son perjudiciales.

Fuente: Restrepo, 1996. Higa, 1994.

Anexo # 16, Tabla 28. Efecto de los biofertilizantes y abonos orgánicos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Propiedades del suelo	Biofertilizantes o abonos orgánicos
Prop. físicas	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora la estructura del suelo, favoreciendo la formación de agregados individuales. - Disminuye la plasticidad y mejora la infiltración. - Aumenta la capacidad de retención de agua y mejora el drenaje de los suelos de textura fina. - Reducen la erosión hídrica y eólica. - Reducen el punto de marchitez permanente. - Reducen la compactación de suelo. - Reducen la pérdida de agua por evaporación. - Aumenta el contenido de materia orgánica del suelo. - Mejoran la aereación del suelo y reducen la densidad aparente.
Prop. químicas	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la capacidad de intercambio catiónico. - Suministra elementos nutritivos. - Aumenta el contenido de humus. - Retención de cationes del suelo reduciendo la pérdida de estos por lixiviación. - Efecto mortiguador sobre el PH del suelo. - Actúa sobre los fenómenos de absorción y fijación. - Regulación de los niveles de disponibilidad de elementos principales y menores. - Inmovilización de metales pesados reduciendo la fijación del fósforo.
Prop. biológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la población y actividades de los microorganismos beneficios. - Reducen las poblaciones de nematodos fitopatógenos. - Efecto sobre microorganismos fitopatógenos aumentando la capacidad estabilizadora biológica del suelo. - Efecto bioestático sobre el suelo. - Aumenta la microfauna beneficiosa del suelo como las lombrices. - Reducen el ataque de plagas y enfermedades en los cultivos.

Fuente: Restrepo, 1996; Higa, 1994; Cepeda, 1991

Anexo # 17, Tabla 29. Funciones de los diferentes microorganismos del EM en los biofertilizantes y algunos microorganismos benéficos.

Tipo de microorganismo	Actividad o función
Bacterias Acidolácticas	<ul style="list-style-type: none"> - Producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos producidos por las bacterias fotosintéticas y levaduras. - El ácido láctico tiene un efecto esterilizante sobre el suelo, suprime el crecimiento de microorganismos patógenos y acelera la descomposición de las mezclas orgánicas. - Ayudan a la rotura de materiales orgánicos resistentes como la lignina y la celulosa, fermentan estos materiales sin causar efectos perjudiciales por su descomposición. - Reducen gradualmente la presencia de nematodos y suprimen la propagación de <i>Fusarium</i>. - El efecto acidificante del ácido láctico ayuda a solubilizar ciertos materiales minerales como el limo y la roca de fosfato incrementando la disponibilidad de nutrientes.
Levaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Sintetizan usualmente sustancias antimicrobiales y sustancias que estimulan el crecimiento de la planta a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas y otros microorganismos benéficos del suelo. - Capacidad de realizar la fermentación anaeróbica de los materiales orgánicos. - Producen sustancias bioactivas como vitaminas, hormonas y enzimas que ayudan a estimular la actividad de otras especies de microorganismos benéficos.
Bacterias Fotosintéticas	<ul style="list-style-type: none"> - Son capaces de fijar nitrógeno atmosférico y el CO₂ dentro de moléculas orgánicas como aminoácidos y azúcares simples, los cuales proveen de materia prima para formación de proteínas y carbohidratos. - Sintetizan sustancias bioactivas, hormonas, vitaminas y enzimas.
Actinomicetos	<ul style="list-style-type: none"> - Producen sustancias antimicrobiales a partir de aminoácidos y sustancias secretadas por bacterias fotosintéticas así como la materia orgánica. - Estas sustancias antimicrobiales suprimen el desarrollo de hongos y bacterias fitopatógenas. - Ejercen un efecto bioestático. - Mejoran la calidad del suelo por el incremento de las actividades benéficas nativas, tales como <i>Azotobacter</i>, <i>Rhizobium</i> y <i>Micorrizas</i>. - Mantienen el equilibrio entre poblaciones de microorganismos del suelo. - Descomponen sustancias resistentes y síntesis de humus.
Hongos Fermentativos	<ul style="list-style-type: none"> - Los hongos fermentadores como <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i> descomponen la materia orgánica rápidamente para producir alcoholes, ésteres y sustancias antimicrobianas. - Suprimen malos olores y previenen la afectación por insectos nocivos. <p>NOTA: Cada especie de microorganismos tiene su propia función, sin embargo las bacterias fotosintéticas constituyen el pivote de la actividad del EM. Las bacterias fotosintéticas soportan la actividad de otros microorganismos de esta manera se utilizan sustancias producidas por estos, este efecto es denominado coexistencia y co-prosperidad.</p>
Bacterias Nativas Benéficas	<ul style="list-style-type: none"> - Participan en el ciclo de elementos como el nitrógeno y el azufre. - Fijación de nitrógeno. - Participan en el compostaje en la fase termófila. - Incrementan la descomposición inorgánica tanto aeróbica como anaeróbica.
Hongos Benéficos Nativos	<ul style="list-style-type: none"> - Descomponen la materia orgánica que no puede ser descompuesta por las bacterias. - Sintetizan humus y solubilizan minerales a partir de rocas. - Asociación con raíces. - Controlan algunas enfermedades y plagas.

FUENTE: Higa, 1991; Guerrero, 1993.