



**Universidad
de Holguín**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
AGROPECUARIAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

Título: Evaluación de la influencia de la aplicación de Humus de lombriz líquido y Microorganismos Eficientes en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L) bajo condiciones de secano.

Autora: Angélica María Tejeda Ballester

**Tutora: Dr.C. Yunia Pérez Borrego. Pof.
Titular**

Curso 2018-2019

Pensamiento

“En los pueblos que han de vivir de la agricultura, los Gobiernos tienen el deber de enseñar preferentemente el cultivo de los campos.”

José Martí.

Agradecimientos

A mis padres y mi tía Margot por su dedicación y apoyo para hacer realidad mis anhelos.

A mi tutora por el empeño incondicional que mostró de graduarme como ingeniera.

Dedicatoria

Dedico el resultado del esfuerzo realizado para culminar con éxitos la carrera de Ingeniería Agrónoma a mis seres más queridos, los que siempre han sabido orientarme el camino correcto, han sido mi guía, ejemplo en mis actos, han sabido sacrificarse para que logre mis sueños, por el infinito amor que me brindan y por ser parte importante de mi vida.

Resumen

Esta investigación se llevó a cabo en el periodo comprendido del 15 de noviembre 2018 al 16 de enero 2019, en áreas de la UBPC Santa Inés, la cual está ubicada en el Consejo Popular Betancourt, del municipio de Banes, donde predominan los Vertisuelos. La misma se realizó, con el objetivo de evaluar la influencia de dos formas de nutrición: humus líquido, microorganismo eficiente (EM), sobre los parámetros componentes del rendimiento en el cultivo del frijol variedad BAT 304. Utilizándose para ello un diseño experimental de bloque al azar compuesto por tres tratamientos y cuatro réplicas. Haciéndose aplicaciones de estos productos a los siete días posteriores a la siembra y con una secuencia semanal hasta la etapa de floración, evaluándose los siguientes parámetros agroproductivos: momento de floración, promedio de vainas por planta, granos promedio por vainas, peso promedio de 100 semillas, rendimiento, donde los mejores resultados se obtuvieron en el microorganismo eficiente (E M) con $1,9 \text{ t ha}^{-1}$.

Palabras-claves: *Phaseolus vulgaris*, Humus de lombriz líquido, Microorganismos eficientes

Abstract

This investigation was carried out in the period from November 15, 2018 to January 16, 2019, in areas of the UBPC Santa Inés, which is located in the Betancourt Popular Council, in the municipality of Banes, where Vertisuelos predominate. It was carried out with the objective of evaluating the influence of two forms of nutrition: liquid humus, efficient microorganism (EM), on the component parameters of the yield in the bean variety BAT 304. Using an experimental block design for this randomly composed of three treatments and four replications. Applications of these products are made seven days after sowing and with a weekly sequence until the flowering stage, evaluating the following agroproductive parameters: flowering time, average pods per plant, average pod beans, average weight of 100 seeds, yield, where the best results were obtained in the efficient microorganism (EM) with 1.9 t ha^{-1}

Keys-words: *Phaseolus vulgaris* L, Liquid worm casting, Efficient Microorganisms.

Índice

		Páginas
	Introducción	1
I	Revisión Bibliográfica	4
1.1	Origen y diversidad	4
1.2	Clasificación taxonomica	4
1.3	Importancia económica y alimentaria	5
1.4	Producción mundial de frijol común. Su comportamiento en Cuba	5
1.5	Caractersticas botánicas	7
1.6	Fases y etapas de desarrollo en la planta de frijol	10
1.7	Necesidades de nutrientes del frijol	11
1.8	Requerimientos edafoclimáticos	12
1.9	Humus de lombriz. Efectos que causa en los suelos	15
1.10	Los microorganismos eficientes (EM). Efectos que causa en los suelos	18
II	Materiales y Métodos	21
2.1	Localización y condiciones experimentales	21
2.2	Diseño experimental y tratamientos evaluados	21
2.3	Siembra y labores culturales	22
2.4	Variables evaluadas	22
2.5	Valoración económica de los resultados alcanzados	22
2.6	Análisis estadístico de los datos	23
III	Resultados y discusión	24
3.1	Efecto de los productos en parámetros del desarrollo del frijol	24
3.2	Efecto de los productos en los componentes del rendimiento del frijol	24
3.3	Efecto de los productos estudiados en los rendimientos del frijol	25
3.4	Valoración económica de los resultados	26
	Conclusiones	28
	Recomendaciones	28
	Referencias Bibliográficas	
	Anexos	

Introducción:

La humanidad toda, hoy busca la forma de conseguir alimentos para una población en crecimiento constante, al respecto Castro (2011), plantea: “Es necesario aumentar o mantener las áreas y los rendimientos de los cultivos, para disminuir los efectos de la crisis alimentaria mundial. Para una población en el planeta, que, según estimaciones, asciende hoy a 6 900 millones de habitantes, y donde más de mil millones sufren hambre y desnutrición”.

El cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) ocupa un lugar importante en la agricultura mundial en cuanto a las área cultivada, nivel de producción y consumo, extendiéndose su producción en los cinco continentes, es la leguminosa más consumida en el mundo, por su importancia alimenticia aporta a la nutrición humana el 22 % de proteínas, 7 % de carbohidratos, 32 % de grasas y aceites; se ubica como un cultivo estratégico por su alto contenido en proteínas vegetales; por lo que el contenido proteico es aproximadamente el doble al de la mayoría de los cereales y es rico en micro nutrientes esenciales como el hierro y el ácido fólico CIAT, (2013). Para la nutrición animal, aportan 38 % de proteínas, 16 % de lípidos y 5 % de carbohidratos (Infoagro, 2011 y FAO, 2012).

La producción mundial de las leguminosas de grano, exceptuando la soja, sobre un total de 72 millones de hectáreas produce 47 millones de toneladas, con rendimientos de 650 kg. AEC, (2010); FAO, (2011). En el volumen de producción, México ocupó el quinto lugar con (1260,00 t), superado por India (2750,00 t), Brasil (2836,153 t), China (1577,197 t) y Estados Unidos (1148,700 t). El rendimiento medio de los principales productores es el siguiente: Estados Unidos (682.8 kg. ha⁻¹), China (1318,4 kg. ha⁻¹), Brasil 713,3 kg. ha⁻¹), México (674,3 kg. ha⁻¹) y la India (348,1 kg. ha⁻¹). Es importante mencionar que el rendimiento promedio mundial es de 694.3 kg. ha⁻¹ (INISAV, 2011).

Los rendimientos mundiales se comportan en 1.4 t ha⁻¹, logrando buenos rendimientos Puerto Rico, Alemania, Libia y Grecia, siendo los mayores productores Brasil y EE.UU. García, et al., (2010). En la actualidad los precios de los alimentos han ido en ascenso poniendo en peligro de hambruna a numerosos países en los cuales sus producciones no satisfacen las necesidades nutricionales de su población (FAO, 2011).

En la mayoría de los países que lo cultivan, los rendimientos son bajos y están estancados, considerándose que los principales factores responsables son: la alta incidencia de plagas y enfermedades, la sequía, la baja densidad de plantas y la renuencia de los agricultores a invertir debido al riesgo o a la falta de acceso al dinero para invertir (Infoagro, 2011).

El cultivo del frijol en Cuba ha sido durante muchos años una práctica común del campesinado, cuya producción cumplió en determinado grado, las necesidades del país. Actualmente es insuficiente la producción de este importante grano por la elevación del nivel de vida de la población.

En nuestro país se siembra alrededor de 100 mil ha anualmente para consumo seco, con rendimiento medio de $1,1 \text{ t ha}^{-1}$, se produce y consume de forma muy popular, pero la producción total nacional no satisface las demandas de nuestra población, pues aún existe necesidad de importar miles de toneladas anualmente (MINAGRI, 2010), esta problemática se debe fundamentalmente al empobrecimiento de la fertilidad de los suelos y lo difícil que resulta para el país importar fertilizantes químicos. Hoy día en nuestras condiciones de desarrollar una agricultura ecológica, el papel de los fertilizantes orgánicos cobra una importancia especial, pues, es uno de los factores que estimula la proliferación de raíces, indispensables a la planta para realizar una eficiente extracción de nutrientes del suelo en un breve período de tiempo y aportar así altos rendimientos, disminuyendo los daños de contaminación a los suelos, medio ambiente y especial a la salud humana.

La provincia Holguín y en especial el municipio Banes no escapan de esta problemática. Teniendo en cuenta las insuficiencias antes mencionadas y que por tal sentido se ve afectado el rendimiento de la producción de frijol, se define el siguiente:

Problema Científico: ¿Qué efecto tiene la aplicación de humus de lombriz líquido y Microorganismos Eficientes en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* (L.) bajo condiciones de secano en la UBPC Santa Inés del municipio Banes?

Hipótesis: Si evaluamos la aplicación de microorganismos eficientes y humus de lombriz líquido, determinando parámetros del desarrollo, rendimientos e indicadores

económicos, se podrían incrementar los niveles productivos de este cultivo bajo condiciones de secano en áreas de la UBPC Santa Inés, municipio Banes.

Para dar respuesta a la hipótesis formulada nos trazamos como **Objetivo general:** Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes y el humus de lombriz líquido en los parámetros de desarrollo y los rendimientos del cultivo del frijol en áreas de la UBPC Santa Inés, municipio Banes.

Objetivos específicos:

- ▷ Evaluar los parámetros de desarrollo, componentes del rendimiento y rendimientos del cultivo del frijol con la aplicación de Humus de lombriz líquido y Microorganismos Eficientes.
- ▷ Determinar la factibilidad económica de los fertilizantes orgánicos utilizados.

I. Revisión bibliográfica

1.1. Origen y diversidad

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más antiguos. Hallazgos arqueológicos indican que se conocía por lo menos 5000 años antes de la era cristiana. Se considera, que la trilogía de plantas americanas, maíz, frijol y calabaza no existía cuando el frijol estaba en el proceso de domesticación. El género *Phaseolus* agrupa a multitudes de especies, de las que solo cinco (*Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus polianthus* y *P. vulgaris*) han sido domesticadas. Solo *P. vulgaris* ocupa más del 85 % de la superficie mundial dedicada este cultivo. Se trata de una especie originaria de la región mesoamericana (México, América Central) pero con un importante centro de dispersión en Perú, Ecuador y Bolivia. *P. vulgaris* fue llevada de América a Europa por los españoles en el siglo XVI. Está muy distribuida en distintas partes del trópico, subtropico y regiones templadas, siendo la legumbre más importante en Latino América y parte de África. La Península Ibérica puede ser considerada como un centro secundario de diversificación de esta especie, ya que han sido cultivadas durante centurias en distintos agroecosistemas (Pinheiro *et al.*, 2007). El frijol es una especie diploide ($2n = 2x = 22$), anual y predominantemente autógama y el tamaño de su genoma es pequeño (635 Mpb / genoma haploide) y similar en su naturaleza como diploide verdadero al de arroz (340 hasta 560 Mpb / genoma haploide), que es generalmente considerada como la planta de importancia económica con el genoma más pequeño (Bellucci *et al.*, 2010).

1.2. Clasificación taxonómica

Según la clasificación asignada por Carlos Linneo en 1753, en el sistema de nomenclatura binomial, el nombre completo del frijol común es *Phaseolus vulgaris* L. Taxonómicamente su clasificación es la siguiente (Valladares, 2010):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: Phaseolus

Especie: Phaseolus vulgaris

1.3. Importancia económica y alimentaria

El frijol común se considera forma parte del grupo de leguminosas comestibles, lo cual es estratégico, no solo por sus propiedades nutricionales y culinarias, sino por su presencia en los cinco continentes del mundo y su importancia para el desarrollo rural y social de muchas economías. En recientes estudios de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) hace referencia a este producto como un alimento tradicional para la región, una fuente importante de sustento económico para familias de bajos ingresos y un alimento de identificación cultural (CEPAL, 2014).

La mayor contribución del frijol común a escala mundial está asociada a la seguridad alimentaria. Según las estadísticas de la FAO lo sitúa como un complemento nutricional indispensable en la dieta diaria de más de 400 millones de personas en el mundo (FAOSTA, 2015). Estos granos contienen una amplia gama de vitaminas, fibra vegetal y minerales, entre los que se encuentra el hierro. Sin embargo, el mayor valor nutricional radica, básicamente, en un alto contenido de proteínas que oscila entre el 12 y el 25% del peso de las semillas, es decir 2,5 veces mayor que el de los cereales (IIG, 2013).

Frente a las tendencias de crecimiento de la población y de consumo de frijoles, puede ser esperado un aumento de la demanda para América Latina y África a niveles sin precedentes. Este incremento podrá asumirse solamente si son desarrollados nuevos cultivares de frijol común con rendimientos más altos, resistencia múltiple a enfermedades y mayor tolerancia a la sequía y la baja fertilidad del suelo. Esto permitirá aumentar la productividad del frijol y alcanzar una mayor estabilidad del rendimiento (Popelka *et al.*, 2004).

1.4. Producción mundial de frijol común. Su comportamiento en Cuba.

En el mundo, 129 países destinan alrededor de 27,4 millones de hectáreas al cultivo del frijol común en sus diferentes cultivares. La producción mundial está alrededor de los 23 millones de toneladas (FAOESTAT, 2015; INEGI, 2015). Se estima que el 70% de la producción mundial proviene del continente americano. La producción promedio de frijol común en la región de Centroamérica y el Caribe pasó las 371000 t en los

años 1990 y 2000, 56 600 0 t entre 2010 y 2013, con un incremento del 150% respecto al período anterior. En este sentido se destacan Nicaragua y Guatemala, cuyas producciones se han triplicado (Pacheco *et al.*, 2016).

La cosecha mundial de frijol reporta una ligera tendencia al alza, impulsada por aumentos en la superficie cosechada y en los rendimientos por unidad de superficie.

Myanmar, India, Brasil, México, Tanzania, Estados Unidos y China son los principales productores de frijol, y en conjunto aportan el 64,8 por ciento de la oferta global. Su comercio en el mercado internacional es reducido en comparación con otros productos agrícolas y como proporción del consumo global de esta leguminosa, debido a que en general los principales países productores son también los consumidores más importantes (FIRA, 2015).

En el mundo anualmente se cosechan alrededor de 29,5 millones de hectáreas de frijol, de las cuales se obtienen 23,0 millones de toneladas, en sus diferentes cultivares. Su consumo se realiza principalmente en los países en desarrollo, aunque en muchos de éstos se ha reducido en los años recientes al sustituirlo por otros productos. Actualmente, el consumo per cápita se ubica en un promedio mundial de 2,5 kg por año (INEGI, 2015).

Durante el periodo 2003 y 2013 la producción mundial de frijol común creció a una tasa promedio anual de 0.8 por ciento. Este crecimiento representa 22,8 millones de toneladas anuales. Esta tendencia en la producción representa un crecimiento promedio anual de 0,2 por ciento en la superficie cosechada y de 0,6 por ciento en el rendimiento promedio, durante el período señalado (SAGARPA, 2005). La producción mundial se concentró en siete países con un 64,8% de la producción mundial de frijol en 2013: Myanmar (16,2%), India (15,9%), Brasil (12,7%), México (5,7%), Tanzania (4,9%), Estados Unidos (7,9%) y China (4,5%). Los principales países productores, destaca el dinamismo que la producción de frijol tuvo entre 2003 y 2013 en Myanmar y Tanzania, donde creció a tasas promedio anuales de 7,4 y 12,8%, respectivamente. Por el contrario, en India, Brasil y México, el volumen de producción se redujo a una tasa promedio anual de 1,5; 1,3 y 0,9% durante el mismo período, respectivamente (FIRA, 2015). Los principales países productores y consumidores de frijol en forma de grano seco son: Brasil (> 5,3 millones de ha) y México (1,8 millones de ha), mientras

que en Colombia, Argentina y Nicaragua se siembran entre 150 y 250 000 ha. Los principales productores y consumidores de frijol en forma de grano seco son: América Latina (45%) y África (25%) y con una menor producción, América del Norte (13%), Europa (8%) y Asia (9%) (FAO, 2014). En América Latina, los principales países productores y consumidores son Brasil (>5,3 millones ha) y México (1,8 millones ha), mientras que en Colombia, Argentina y Nicaragua se siembran entre 150 y 250 000 ha (Alvares et al., 2014).

El rendimiento agrícola promedio mundial de frijol común en el año 2013 ascendió a $0,8 \text{ t ha}^{-1}$, incluyendo Centroamérica y el Caribe. Los mayores rendimientos agrícolas a nivel logran como promedio $1,27 \text{ t ha}^{-1}$. En este sentido solo Estados Unidos y China, al superado la media mundial con 2 y $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ respetivamente (FAOSTAT, 2015).

En Cuba la producción actual de frijol común no garantiza el consumo normado de la población, por lo que el estado tiene que recurrir a la importación. La mayor importación se reportó en el año 2006 con 147 300 t en el año 2009 las importaciones ascendieron a 75 740 770 CUC y en 2015 se importaron 256 000 t por un valor de importación de 76 800 000 CUC. Esto estuvo motivado fundamentalmente por el incremento de los precios. Si se tiene en cuenta la demanda de frijol del país, la erogación de divisa por el concepto de importación, la baja calidad del grano importado y el riesgo que se corre al momento de buscar la oferta del mismo con relación a los precios, se podrá comprender que se hace imprescindible la búsqueda de soluciones viables para el autoabastecimiento de este grano. En Cuba los agricultores poseen cultura agronómica y disponen de fondos de tierra para producir granos en un ambiente favorable, asociado a determinadas tecnologías siempre que se garanticen los insumos mínimos indispensables, lo que permitiría rendimientos económicamente rentables y se contribuiría a la sustitución de importaciones (Pacheco *et al.*, 2016).

1.5. Características Botánicas

El frijol propiamente dicho es una planta herbácea, de carácter anual, de tamaño y hábitos variables, ya que hay variedades que son de guía o trepadoras, y otras en forma de arbusto pequeño.

Cuando la semilla de frijol germina, se origina una plántula que posee una raíz principal vigorosa y un hipocotíleo cilíndrico de color verde, en cuyo extremo están los cotiledones. Las dos primeras hojas que crecen no son las típicas del frijol, ya que no son compuestas, y además tienen forma acorazonada y según Vavilov la coloración del hipocotíleo y de los cotiledones sirve para predecir el color de las flores. Así, si dichos órganos son verdes, las flores serán de color blanco o rosa, y si el hipocotíleo y los cotiledones son violáceos, las flores serán color malva (Beaver et al., 2002).

La Raíz

El sistema radical está compuesto por una raíz principal, así como por un gran número de raíces secundarias y raicillas. Es de crecimiento rápido, su mayor desarrollo se produce cerca de la superficie del suelo 20 a 40 cm de profundidad y de 15 a 30 cm laterales (Amurrio, 1999).

Una característica importante es la formación, en el sistema radical, de nódulos más o menos abundante, formado por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* y que tienen como función principal la fijación del nitrógeno atmosférico. Debido a esta característica, el frijol cuando está inoculado con una cepa de *Rhizobium* eficiente en lo que respecta a la fijación del nitrógeno, realiza un importante aporte de sustancias orgánicas, y sobre todo de nitrógeno al suelo (Amurrio, 1999).

El tallo

La planta de frijol presenta tallos de altura variable, según sea de tipo determinado o indeterminado. En las de tipo determinado el tallo termina en una inflorescencia y la planta es de tipo enano (de 20 a 60 cm), mientras que, en las plantas de tipo trepador o voluble, el tallo es trepador o de guía, no produce inflorescencia en la yema terminal y logra alcanzar una longitud considerable (de 2 a 10 m), alcanzando su máximo desarrollo por medio de empleo de un tutor, o también de un cultivo asociado, como, por ejemplo, el maíz. El tallo presenta característica que son usadas en la identificación de cultivares como: color, pilosidad, tamaño, números de nudos, carácter de las partes terminales, se pueden encontrar pelos cortos o pelos largos, o de ambos tamaños. Pero se encuentran unos pelos pequeños en forma de gancho, llamados pelos unicelulares (Henríquez, et al., 1995; MINAGRI, 2005).

La hoja

Las hojas son simples y compuestas, están insertadas en los nudos del tallo y de las ramas, las primarias aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son simples, opuestas, cardiformes, unifoliadas, auriculadas, y acuminadas; caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las estípulas son bífidas. Son sencillas, lanceoladas y acuminadas, de tamaño variable según el cultivar. La textura puede ser liza y con la superficie irregular. El color varía desde el verde normal hasta el verde amarillento, pasando por el verde oscuro al verde violáceo. (Henríquez et al., 1995; Infoagro, 2006).

Flor

Las flores se agrupan en inflorescencia en forma de racimos que pueden ser laterales o terminales como sucede en las plantas de hábito de crecimiento determinado tipo I, desde el punto vista botánico se consideran como racimos de racimos, (un racimo principal compuesto de racimos secundarios, que podrían llamarse tríadas florales) (Díaz, 1990; Ortiz *et al.*, 2003).

En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales.

1. El eje de la inflorescencia: se compone de pedúnculo y de raquis.
2. Las brácteas.
3. Los botones florales.

La flor de fríjol es típica flor papilionácea de simetría bilateral. La morfología floral favorece el mecanismo de auto polinización. En efecto las anteras están al mismo nivel que el estigma y demás, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla cuando se produce la dehiscencia de las anteras, el polen cae directamente sobre el estigma. En los cultivares de tipo indeterminado todas las inflorescencias son de tipo axilar. Este cultivo es de días cortos por tanto la floración se ve favorecida por foto periodos inferiores a doce horas con largos períodos de oscuridad lo cual se muestra en Cuba a partir del mes de octubre por lo que podemos decir que los cultivares se comportaron favorablemente (Write, 1995 e Infoagro, 2003).

El fruto

El fruto es una legumbre conocida comúnmente como vaina; de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 3 a 6 semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado de marrón o rojo sobre verde, etc., aunque los más demandados por el consumidor son los verdes y amarillos con forma tanto cilíndrica como cintada. En estado avanzado, las paredes de la vaina o cáscara se refuerzan por tejidos fibrosos (Write, 1995 y Almaguer,2008).

Es una legumbre vulgarmente llamado vaina con dos vulvas, las cuales provienen del ovario comprimido. El fruto es dehiscente, de color verde después de la fecundación, color que puede mantener hasta la maduración y después tomar el color característico de cada cultivar, el tamaño del fruto es variable (Write ,1995 e Infoagro, 2003).

1.6. Fases y etapas de desarrollo en la planta de frijol.

Voyses (1985); Fernández (1985); Jo *et al.* (1992), y Henríquez *et al.* (1995), señalan que el desarrollo del cultivo del frijol tiene dos fases: la vegetativa y la reproductiva. La primera abarca desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la floración y la segunda se extiende desde la floración hasta la madurez de cosecha.

El ciclo biológico del frijol cambia según el genotipo y los factores del clima; durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de desarrollo del cultivo.

Fase vegetativa.

La fase vegetativa se inicia cuando se le brinda a la semilla las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las cultivares de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las cultivares de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. En los diferentes fenómenos estudiados se puede observar que la giberlina tiene siempre su actividad principal en el crecimiento del follaje, mientras que la abscisina II limita el crecimiento e induce la formación de los órganos de reserva, la misma es una sustancia inhibidora del crecimiento, se le denomina ABA (ácido abscisico), contrarresta la acción de las auxinas, las giberlinas, y las citoquininas y viceversa (Vázquez y Torres, 2001)

Fase reproductiva.

Esta fase se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. En las plantas de hábitos de crecimiento indeterminado continúa la aparición de estructuras vegetativas cuando termina la fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vainas (Fernández, 1985 y Chailloux, 2006).

La variedad es un elemento importante en la tendencia que tienen las plantas para la acumulación de materia seca, las características genéticas de una planta determinan cuáles son sus hábitos de crecimiento, aun cuando estos pueden ser alterados por la influencia del ambiente (Vázquez y Torres, 2001)

En el desarrollo de la planta de frijol, se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. El conjunto de estas etapas forma la escala de desarrollo de la planta. Cada una de éstas comienza con un evento del desarrollo de la planta con cuyo nombre se le identifica y termina donde se inicia la siguiente etapa y así sucesivamente (Henríquez, *et al.*, 1995 y García, *et al.*, 2010).

1.7. Necesidades de nutrientes del frijol.

De los elementos nutritivos necesarios para el frijol, el nitrógeno es el que más rápidamente provoca sus efectos en la planta. La cantidad de este elemento en el suelo generalmente es considerada insuficiente para satisfacer las necesidades del cultivo (León *et. al.*, 2008).

El nitrógeno es un elemento indispensable para la multiplicación celular; el desarrollo de los órganos, aumente el área foliar y la masa protoplasmática activa. Según Demolon, este elemento entra en la composición de la proteína, donde su contenido oscila entre 15 y 19, así como también en los ácidos nucleicos, los aminoácidos, los fermentos, las vitaminas, los lipoides, la clorofila y otros compuestos orgánicos que se forman en la planta. Por ello el nivel de la cosecha depende del grado de satisfacción de las necesidades de nitrógeno del cultivo.

Según Howard (1982), los valores menores que 3 % en las hojas superiores maduras al inicio de la floración, indican una nutrición inadecuada y el 5 % es símbolo de una

buena nutrición. En Cuba no se encontraron síntomas de deficiencia con un contenido de 3,6 a 4,6 %.

El Fósforo es un elemento constitutivo de los tejidos de la planta, así como todos los tejidos vivientes; es además indispensable para la actividad biológica y desempeña un papel esencial como transportador de energía en la síntesis de proteínas celulares y en el metabolismo de los glúcidos. También participa directamente en la síntesis de compuestos vitales como los fosfátidos (lecitina y fitina) y de los fosfoproteidos. Las plantas bien abastecidas con fósforo maduran con mayor rapidez (Coyne, *et al.*, 1982). Potasio es un elemento nutritivo de gran importancia para el cultivo del frijol, ya que es demandado en mayor cuantía que el fósforo, pero menos que el nitrógeno. Este elemento tiene gran movilidad dentro de la planta, no se encuentra en ningún compuesto e constitución; interviene en la presión osmótica de las células, disminuye la transpiración y contribuye a mantener la turgencia celular. También desempeña un papel importante en las reacciones que intervienen en la asimilación clorofílica, en la formación de los glúcidos y en la síntesis de las proteínas (Mateo y Bon, 1969).

1.8. Requerimientos edafoclimáticos.

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en general no se adapta a los trópicos húmedos, más crece bien en áreas con lluvias regulares, desde los trópicos hasta las zonas templadas. Es muy sensible tanto a las heladas como a las altas temperaturas, en la cual se presenta abscisión excesiva de los órganos reproductores (Li *et al.*, 1992). Condiciones secas durante la época crítica de florecimiento e hinchamiento de las vainas son también muy perjudiciales. De la misma manera el exceso de lluvia causa la caída de las flores y aumenta la ocurrencia de enfermedades (Zimmermann, 1988 y 1990).

Cuba está situada al norte del Ecuador entre los 19°C y 23 grados Celsius, muy cerca del Trópico de Cáncer, lo que le permite tener un clima casi ideal en condiciones de trópico. En el verano promedia 14 h/luz y en el invierno 12, 5 h, la temperatura media anual es de 26 grados Celsius con variaciones desde poco menos de 10 grados Celsius en invierno, hasta 35°C en verano. La humedad del aire oscila entre 60 y 90 % en dependencia de la época del año y la hora del día. Las precipitaciones varían por regiones de menos de 700 mm anuales hasta más de 2 000; la media nacional oscila

entre 1 200 y 1 300 mm anual, pero hay importantes diferencias entre años (Bernal et al., 1997)

Temperatura

La planta de frijol crece bien en temperaturas promedios de 15 a 27 grados Celsius, pero hay un gran rango de tolerancia entre variedades diferentes. Una planta es capaz de soportar temperaturas extremas (5 ó 40 grados Celsius) por cortos períodos, pero mantenida a tales extremos por un tiempo prolongado, provoca daños irreversibles (Write, 1985; Write e Izquierdo, 1991; Burin et. al., 1991).

Temperatura

La planta de frijol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 27 °C. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5 °C o 40 °C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles (Ríos y Quirós, 2002).

Luz

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a cuatro días. Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables (Ríos, 2003).

Agua

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura (Ríos, 2003).

Está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al

anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias (Ríos y Quirós, 2002).

Suelos

Los suelos con drenaje interno y superficial deficiente no son aptos para el cultivo del frijol; no obstante, en suelos arroceros o de arcilla pesadas es posible realizar estas siembras siempre que se tengan en cuenta las medidas aerotécnicas especiales que garanticen el drenaje de los mismos. Los mejores suelos para el cultivo del frijol son aquellos que contengan una buena proporción de materia orgánica, que ayude a la fertilidad de éstos, así como a la retención del agua, mejorando también sus propiedades físicas (Irañeta y Rodríguez, 1983) e (Infrago, 2006).

El pH óptimo para el frijol se encuentra entre 6,5 a 7,5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos de la planta presentan su máxima disponibilidad (Castillo *et al.*, 1988); sin embargo, Irañeta y Rodríguez (1993) plantean en suelos rojos el pH óptimo está comprendido entre 5,8 y 6,5, con pH por debajo de 5 las plantas pueden tener problemas con el exceso de aluminio.

Se ha observado que los cultivares de frijol de semilla negras son menos sensibles a la acidez del suelo con altas concentraciones de Al que aquellos con semillas de otros colores (Pesanha *et al.*, 1994).

Variedad:

En el mundo existen una gran cantidad de variedades de frijol que se distinguen por el tamaño del grano, color de la testa, forma del grano, etc. Las de mayor preferencia en nuestro país son las de color negro y de testa opaca, no obstante, hay preferencias locales por determinadas variedades. A la hora de seleccionar una variedad para sembrar se deben de tener en cuenta, además, otros aspectos tales como: época en la que se va a realizar la siembra, recursos con los que se cuentan, incidencia de plagas y enfermedades, tolerancia de la variedad que pretendemos sembrar, etc. En nuestra región más del 70 % de las áreas que se siembran en la actualidad se emplean variedades mejoradas genéticamente. Los productores que disponen de menos recursos han obtenido mejores resultados con las variedades Delicias -364, BAT-304, Velasco largo y Engañador (Carrión y Expósito, 1999).

Manejo de plagas

La protección del cultivo contra plagas está dirigida a garantizar el buen desarrollo de las plantas, para alcanzar una producción sostenible, con un manejo integrado de plagas y enfermedades, tomando en cuenta las variables, las labores culturales, trampas, los biopreparados (*B. bassiana*, *L. lecanii*, *M. anisopliae*, *B. thurigiensis* y *Trichoderma* sp.). Las principales plagas insectiles que atacan al cultivo del frijol común son la Mosca blanca (*Bemisia* sp.), Salta hojas (*Empoasca* sp.), Acaro rojo (*Tetranychus tumidus*), Crisomélidos (*Cerotoma facialis* y *Diabrotica balteata*). Las principales enfermedades que atacan al cultivo son la Roya del frijol (*Uromyces phaseoli*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), (*Thanatephorus cucumeris*), Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), Mancha angular (*Isariopsis griseola*). Las enfermedades virales causan daños al cultivo, pudiendo afectar hasta el 100% de la plantación. La más agresiva de las enfermedades virales es el Mosaico dorado del frijol común (BGMC) cuyo agente trasmisor es la Mosca blanca (*Bemisia* sp.) (Álvarez *et al.*, 2014).

1.9. Humus de lombriz líquido. Efectos que causa en los suelos.

En los últimos años ha crecido el interés de los agricultores por fomentar la lombricultura debido al rol que desempeñan las lombrices en la transformación de los residuos orgánicos contaminantes en humus de lombriz o vermicompost un fertilizante orgánico de bajo costo y excelentes propiedades biológicas insustituible para el mejoramiento de los suelos como biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción e interviene en la nutrición de las plantas (González *et al.*, 1993, Treto *et al.*, 2005 y Burés, 2007).

Entre los beneficios que aporta este fertilizante orgánico es que durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nemátodos, favorece la formación de micorrizas. También aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos, inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas, su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas, debido a su pH y otras cualidades favorables aporta y

contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo (Fonte, 2007).

Se ha comprobado que los residuos agrícolas y ganaderos que incluyen los estiércoles de ganado vacuno, equino, ovino-caprino, canícula, gallinaza, porcino y otros, así como diferentes residuos de cosecha, pueden ser transformados por la acción de las lombrices. No obstante la mayoría de estos residuos (con la excepción del estiércol de conejo y el de caballo), casi nunca se presentan en condiciones de ser ingerido directamente por las lombrices, siendo el pH el principal factor limitante, por lo que es necesario someter el residuo a un proceso de adecuación, donde se produce la descomposición inicial de la materia orgánica en condiciones de una adecuada oxigenación, lo que acelera el cambio de pH y evita que la temperatura se eleve demasiado (Rodríguez, Martín, Vargas, y Rovesti, 2003).

La característica más importante del humus es su carga biológica, caracterizada por un elevado número de microorganismos y actividad enzimática. Por tal motivo, este producto se considera un excelente material para regenerar suelos degradados.

Diferentes estudios han puesto de manifiesto que un gramo de humus de lombriz líquido contiene alrededor de 2 billones de bacterias. Resultados obtenidos en Cuba muestran que la carga microbiana en el humus de lombriz, independientemente del residual de origen, forma y tiempo de almacenamiento alcanza por lo general rangos de 10-100 millones, 1-10 millones y 1-10 mil ufc por gramo de humus para microorganismos amonificantes - amilolíticos, actinomicetos y hongos respectivamente. Esta carga microbiana, así como la proporción que se establece entre estos grupos de microorganismos, es muy similar a la que se presenta en los suelos agrícolas. Por tal motivo, cuando se abona con este material no se produce una alteración de la microflora del suelo, sino una integración de la del humus de lombriz en el medio edáfico (Carrión y Expósito, 1999).

En la actualidad se conoce que el humus de lombriz líquido no es sólo un excelente fertilizante orgánico, sino que además posee una serie de propiedades que permiten su uso como sustrato para la germinación de semillas, soporte para inoculantes microbianos, material con capacidad para suprimir fitopatógenos, biorregenerador de suelos degradados e incluso biorrecuperador de suelos contaminados (Rovesti, 2003).

Las formas de acción y vías por las que el humus de lombriz líquido mejora los rendimientos de los cultivos no se conocen con exactitud. Recientes estudios referidos en la bibliografía consultada, han demostrado que el beneficio ocasionado por el humus de lombriz sobre los cultivos se encuentra más relacionado con las mejoras que se producen en las propiedades biológicas y bioquímicas que sobre las propiedades físicas y químicas del suelo (Besaure, 2009 y Treto et al., 2005).

En todo caso, la aplicación del humus de lombriz líquido mejora la estructura del suelo ya que favorece la formación de agregados estables y aumenta:

- ▷ La eficacia de las labores del terreno evitando su erosión.
- ▷ La porosidad del suelo favoreciendo la permeabilidad del agua y aireación.
- ▷ La capacidad de retención de agua del suelo, por lo que disminuye el consumo de agua de riego.
- ▷ La cantidad y diversidad de hongos, actinomicetos y bacterias del suelo, favoreciendo la formación de micorrizas arbusculares.
- ▷ Las actividades de diferentes enzimas del suelo que favorecerán la disponibilidad de los nutrientes asimilables para los cultivos vegetales.
- ▷ El pH de suelos ácidos, evitando la absorción de elementos contaminantes por las plantas.

El humus de lombriz líquido constituye un excelente sustrato para la germinación de semillas ya que contiene sustancias activas (ácidos húmicos, hormonas, vitaminas, enzimas y antibióticos) que regulan el crecimiento de las plantas durante sus primeros estadios de desarrollo. Los ácidos húmicos retienen elementos nutritivos que, por intercambio y mineralización secundaria, son suministrados a las plantas. Alta calidad debido a su efecto en las propiedades biológicas del suelo. "Vivifica el suelo". 2 billones de colonias de bacterias por gramo de humus. Estimulador biológico de la fertilidad por el aporte equilibrado de vitaminas fitoregulatoras naturales, auxinas, enzimas, micro y macroelementos, ácidos húmicos y fúlvicos. Completo en sustancias orgánicas (ACTAF, 2001).

1.10. Los microorganismos eficientes (EM). Efectos que causan en los suelos.

EM es una abreviatura del inglés que designa a los microorganismos eficientes. El Dr. Teruo Higa, padre de la tecnología de EM y profesor de Horticultura en la Escuela de Agricultura de la Universidad del Ryukyus en Japón, es conocido por su descubrimiento y desarrollo. Planteó que los EM deben ayudar a crear una sociedad que permita que todos vivamos y dejemos vivir, convencido que la competencia no debe limitar el empleo más amplio de esta tecnología, la cual contribuye a elevar la calidad de vida de los hombres, plantas y animales (Higa, 2002). En Costa Rica, refieren que la utilización de éstos permite a la familia romper con los esquemas agrícolas tradicionales y obtener beneficios económico-espirituales, al ser la vía de tránsito a la sostenibilidad.

En la agricultura moderna se utilizan tradicionalmente, grandes cantidades de químicos y fertilizantes, que, aunque permiten el desarrollo y la producción de las plantaciones, son elementos perjudiciales a la salud del hombre y al medio ambiente. A partir de esta problemática, comienzan las investigaciones de alternativas sostenibles para incrementar la producción vegetal y animal en armonía con el ambiente; de esta manera surgen los microorganismos eficientes (Chen.*et al.*, 2001).

La tecnología EM fue desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Japón. Estudiando las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo.

Se comenzó con microorganismos que no afectaran la vida ni al medio ambiente: fueron los mismos que se usaron durante años en los procesos alimenticios para obtener vino, queso, yogurt, medicamentos como los antibióticos y en la destilación de alcohol. Para su utilización se consideraron que los antioxidantes producidos por los EM, previenen al oxígeno de formar radicales libres, asociados a ciertas enfermedades en plantas, animales y seres humanos (Contino y Ojeda,.2006).

Los EM son una combinación de varios microorganismos naturales, es decir, cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos de tres géneros principales: bacterias fototrópicas, bacterias del ácido láctico y levaduras. Estos microorganismos eficientes secretan sustancias beneficiosas como las vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y

antioxidantes al contactar con la materia orgánica, estas acciones convierten a esta tecnología en segura, eficaz y ambientalmente aplicable, de fácil acceso a los productores (Higa, 2002).

Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*.

Bacterias fotosintéticas: *Rhodo-pseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*

Levaduras: *Saccharomyces cere-visiae*, *Candida utilis*

Hongos que realizan la fermentación: *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*.
Streptomyces albus, *Streptomyces griseus*.

Ellos se encuentran en nuestros ecosistemas naturales, donde mantienen y elevan la productividad y se pueden aislar de sus respectivos ambientes. Los EM resultantes se pueden utilizar de forma extensiva en un medio a base de azúcar, comúnmente la melaza o el azúcar cruda y a un pH bajo (entre 3,0-4,0). Usan las sustancias causantes de la putrefacción por lo que evitan los malos olores y las enfermedades al eliminar muchos de los patógenos a través de la exclusión competitiva (Contino y Ojeda,.2006). Propician un cambio en la microbiología del suelo; permiten que las plantas crezcan fácilmente; convierten a la agricultura en ambientalmente amigable y propician un escenario mejor para la salud de los trabajadores del campo. Tienen efectos positivos en la crianza y explotación animal al solucionar los problemas del mal olor, la mejora en la calidad de las carnes y el tratamiento de residuales orgánicos provenientes de basureros domésticos. En la industria pesquera constituyen una alternativa para los tratamientos químicos y desinfectantes; de igual manera en el tratamiento del agua y la reducción de la basura industrial.

Los microorganismos eficientes son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la fertilización, alimentación, desinfección y otras funciones. Pueden existir hasta 80 especies de microorganismos benéficos.

Los EM contienen microorganismos útiles y seguros, no es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para

hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes (Hurtado, 2001; Higa, 2002).

Aplicación de los Microorganismos Eficientes

En las plantas:

- Genera un mecanismo de supresión de insecto y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consumen los exudados de raíces hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos:

Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues, entre sus efectos se enmarcan en:

- Efecto en la microbiología del suelo: Suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo, por competencia. Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen (Crofton, 2003).

II. Materiales y Métodos.

2.1. Localización y condiciones experimentales.

La investigación se desarrolló en áreas de la UBPC Santa Inés la cual limita al norte con el poblado de Betancourt, al sur con la UBPC Región Guerrera de Esterito, al este con la antigua división del negro al oeste con el motel Jatoba y CCSF Niceto Pérez de los Pasos.

Clima

Se empleó el registro de observaciones meteorológicas obtenidos en la Estación Meteorológica de El faro de Lucrecia, municipio Banes, Provincia de Holguín.

Tabla 1. Comportamiento de las variables meteorológicas.

Fecha	Temperatura ^{°c}	Precipitación(mm)	Humedad. Relativa
Noviembre	24,0	96,5	79
Diciembre	23,3	61,5	75
Enero	24,5	35,4	76

Fuente: CITMA, Instituto de Meteorología Provincia Holguín, Cuba. INSMET.

Como se evidencia en la Tabla 1, las temperaturas durante el desarrollo de la investigación se mantuvieron en los rangos favorables para el buen desarrollo del cultivo (Anexo 4), coincidiendo con lo planteado por White (1985) cuando plantea que el frijol crece bien a temperaturas promedios de 15 a 27^{°c} y por otro lado las temperaturas óptimas se encuentran entre 24 a 25^{°c} (Socorro y Martín, 1989; Burin *et al.*, 1991).

Suelo

El ensayo fue montado sobre un Vertisol (Hernández *et al.*, 2015).

2.2. Diseño experimental y tratamientos evaluados.

El trabajo se desarrolló en el período del 15 de noviembre 2018 al 16 de enero 2019, se utilizó para ello un diseño experimental de bloque al azar compuesto por tres tratamientos y cuatro réplicas.

T1-testigo sin aplicación

T2- humus líquido, a una dosis de 26 l ha⁻¹ en tres aplicaciones de 8,66 l ha⁻¹

T3- microorganismos eficientes (EM), a una dosis de 13 l ha⁻¹ en tres aplicaciones de 4,33 l ha⁻¹

El tamaño del área experimental fue 20 m de largo por 14 m de ancho, representado por 12 parcelas de 5 m de largo por 2,80 m de ancho estableciéndose cuatro surcos en cada una de ellas, con una separación entre parcelas de 2 m.

2.3. Siembra y atenciones culturales.

La siembra se realizó a los 15 días del mes de noviembre, a un marco de plantación de 0,70 m x 0,07 m. Tomándose para la evaluación una muestra de 10 plantas/parcelas, evaluándose con una secuencia semanal (cada 7 días). Los tratamientos descritos anteriormente se aplicaron de forma simultánea con una frecuencia de 7 días, desde la fase del desarrollo vegetativo hasta la fase reproductiva o floración.

Para la producción de los Microorganismos Eficientes (EM) se realizó de acuerdo a la metodología de la Estación Experimental Indio Hatuey (2010) (Anexos 1; 2 y 3).

Las atenciones culturales se realizaron al cultivo según guía técnica: "Mejora genética y manejo del cultivo del frijol para la producción en Cuba" (MINAGRI, 2010).

2.4. Variables evaluadas.

- ▷ Momento de floración: Para determinar el momento de floración se tuvo en cuenta el total de plantas de las parcelas y se le halló cuando el 25 % de las plantas estaban florecidas.
- ▷ Promedio de flores/plantas: se determinó contando la cantidad de flores en una muestra de 10 plantas por cada parcela
- ▷ Vainas promedios por plantas: se contaron la cantidad total de vainas por parcelas cosechados y se dividió entre la cantidad de plantas que integraban las mismas.
- ▷ Cantidad de semilla por vaina: se dividió la cantidad de Granos cosechados entre la cantidad de vainas cosechadas.
- ▷ Peso promedio de 100 semillas (g): se pesaron 100 semillas de cada tratamiento utilizando una balanza de gramos
- ▷ Rendimientos ($t\ ha^{-1}$): Peso en kg de todos los granos obtenidos por parcela y luego llevarla a una hectárea.

2.5. Valoración de los resultados alcanzados.

Para la evaluación de los resultados, tuvimos en cuenta los indicadores económicos relacionados a continuación:

- Valor de la producción (CUP/ha): Rendimientos del cultivo en cada una de las variantes multiplicado por el costo de una t de frijol, según los precios vigentes.
- Costo de la producción (CUP/ha): Suma de todos los gastos incurridos en el proceso productivo, según cada uno de los tratamientos, calculados para una hectárea.
- Ganancia (CUP/ha): Valor de la producción en cada uno de los tratamientos menos sus correspondientes costos de producción, calculados para una hectárea.
- Costo por peso: Costos de producción divididos entre el valor de la producción para cada tratamiento.

Precios de los productos utilizados (MINAG, 2015)

- Precio de semilla para 1 ha (45 kg) (CUP): 950
- Una tonelada de frijol para venta (CUP): 20 333,33
- Un litro de Humus líquido (CUP): 4,00
- Un litro de Microorganismos Eficientes (CUP): 1,85

Los demás gastos del cultivo fueron obtenidos por la carta tecnológica del cultivo en la UBPC que fue de 680,80 CUP/ha.

2.6. Análisis estadístico de los datos.

Los datos obtenidos se procesaron a través del paquete estadístico SYSTAT-12 versión 6.0, a los cuales se les realizó un análisis de varianza y cuando se encontraron diferencias se le aplicó la prueba de Tukey para una significación de $p \leq 0.05$.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Efecto de los productos en parámetros del desarrollo del frijol.

Tabla 2. Momento de la floración y promedio de flores por planta

Tratamientos	Momentos de Floración (días)	Promedio de flores por Plantas.
T1. Testigo	43 c	14,5 c
T2. Humus líquido	37 b	20,7 b
T3. Microorganismos eficientes	33 a	33,7 a
Es±	0,44	0.36

Al evaluar el momento de floración como se muestra en la tabla 5 se puede evidenciar que existe diferencia significativa entre los tratamientos; alcanzándose los mejores resultados cuando se aplican los tratamientos T3 y T2 con valores de 33 y 37 días respectivamente, adelantándose en diez y seis días la floración con respecto al testigo y en cuatro días el T3 en relación al T2; de igual forma existe diferencia significativa con el número promedio de flores por planta donde los mejores resultados se alcanzan con los tratamientos T3 y T2 con valores de 33,7 y 20,7 respectivamente, los cuales logran superar al testigo 35 % y 22 %. Estos resultados demuestran la respuesta positiva del cultivo ante la aplicación de Bioestimuladores, el empleo de abonos orgánicos además de mejorar la nutrición de las plantas es capaz de estimular el desarrollo de las raíces, tallos, hojas y floración, reduciendo considerablemente el ciclo de vida Crespo (2007). Resultados similares obtienen en su investigación en la zona de Velazco, los Pupo (2011) por lo que plantean que las aplicaciones de Microorganismos eficientes promueven la floración. Desde el punto de vista práctico la variable analizada encierra una importante información ya que su utilidad radica en la correcta planificación de las actividades culturales que se deben realizar al cultivo y en especial el riego ya que en esta etapa (floración – fructificación) se establece la mayor necesidad hídrica de la planta.

3.2. Efecto de los productos en los componentes del rendimiento del frijol.

Tabla 2. Componentes del rendimiento.

	Vainas promedio por planta (u)	No. De granos por vaina (u)	Peso promedio de 100 granos (g)
T1. Testigo	11 c	5,5 c	9,6 c
T2. Humus líquido	18,7 b	7,2 b	15,1 b
T3. Microorganismos Eficientes	30,7 a	8,7 a	19,8 a
ES±	0,5	0,3	0,1

Como se puede observar para las tres variables estudiadas, existe diferencia significativa entre los tres tratamientos siendo el tratamiento con Microorganismos Eficientes el que mayores resultados alcanza en cuanto a número de vainas (30,7) (Anexo 5); cantidad de semillas por vainas (8,7) y el peso de 100 semillas (19,75 g), seguido del tratamiento con humus de lombriz líquido, ambos tratamientos superan al testigo, resultados similares refiere Pérez (2001) cuando plantea que las plantas tratadas con humus foliar y su combinación con otros bioestimulantes son superiores a las plantas no tratadas, con relación a los resultados obtenidos con las aplicaciones de microorganismos eficientes coincide con lo que refieren Pupo (2011) en sus estudios de estos componentes en la localidad de Velazco.

3.3. Efecto de los productos estudiados en los rendimientos del frijol.

Tabla 3. Rendimiento.

Tratamientos	Rendimientos (ton/ha)
T1. Testigo	0,73 c
T2. Humus líquido	1,20 b
T3. Microorganismos Eficientes	1,90 a
ES±	0,006

Evaluar los rendimientos se considera el paso más importante ya que representa el objetivo final del desarrollo de un cultivo para los productores, como se expresa en la Tabla.3 existe diferencia significativa entre los tres tratamientos, constituyendo el

tratamiento con microorganismos eficientes el que mayor rendimiento alcanza (1,90 T ha⁻¹.) que si bien no supera el rendimiento potencial para esta variedad (Estación de Granos, Holguín, 2000) si supera a los rendimientos promedios (0,75 T ha⁻¹.) obtenidos en nuestro municipio (MINAGRI, 2012); coincidiendo Doctor Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Japón cuando expresa que la utilización del EM genera innumerables beneficios, diferentes literaturas al referirse al ME refieren que sus aplicaciones resultan una opción para incrementar significativamente en cantidad y calidad los rendimientos de los cultivos, desarrollar procesos agrícolas con daños mínimos en los ecosistemas en general

3.4. Valoración económica de los resultados.

Al realizar una valoración económica de los resultados (Tabla 5), el uso de microorganismos eficientes obtiene las mayores ganancias (34 973,38 CUP/ha), dadas fundamentalmente por los mayores rendimientos obtenidos, con solo pequeñas diferencias en los gastos incurridos en la producción, respecto a los demás tratamientos.

Tabla 5. Valoración económica

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Valor de la producción (CUP/ha)	Costo de producción (CUP/ha)	Ganancia (CUP/ha)	Costo x Peso
Testigo	0,73	14 843,33	3 635,90	11 207,43	0,25
Humus líquido	1,20	24 400,00	3 737,90	20 662,10	0,15
Microorganismos Eficientes	1,90	38 633,33	3 659,95	34 973,38	0,09

El testigo disminuye los gastos incurridos al no aplicarse ningún producto, sin embargo, por los más bajos rendimientos obtenidos, las ganancias fueron drásticamente inferiores con solo 11 207,43 CUP/ha.

Cuando analizamos el costo por peso, se aprecia que en los tratamientos testigo y el de aplicación del humus de lombriz se tuvieron que invertir 25 y 15 centavos, para producir 1 peso, mientras que con la aplicación de los microorganismos eficientes solamente se tuvo que invertir 9 centavos para producir 1 peso, demostrando la mayor rentabilidad y eficiencia económica de este tratamiento, aunque se debe destacar que

en todos los tratamientos hubo rentabilidad, al no invertirse más de 50 centavos para producir 1 peso, fundamentado en los escasos gastos de productos químicos y en los buenos rendimientos incluidos los del testigo que son similares a los rendimientos promedios del cultivo en el municipio y la provincia.

CONCLUSIONES

El tratamiento con microorganismos eficientes obtuvo los mejores resultados en cada parámetro de desarrollo evaluado, así como en los componentes del rendimiento y rendimientos alcanzados, siendo este de 1,90 ton/ha⁻¹

Al realizar una valoración económica de los resultados, el uso de microorganismos eficientes obtiene las mayores ganancias (34 973,38 CUP/ha), y el menor costo por peso de solo 0,09.

RECOMENDACIONES

1. Evaluar la influencia de otros abonos orgánicos y en especial los microorganismos eficientes, en otras zonas y cultivos por ser este último un método de fácil producción y acceso para los productores.
2. Validar los resultados obtenidos en áreas de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta N. M. A. 1990. Manejo integrado de la mustia hilachosa en frijol común. *Ciencia Agropecuaria*. 6: 141 – 159.
2. Aguilera C., D. M.; J. A. Acosta G. 1991. Estudio del sistema radical de 5 variedades de frijol bajo condiciones de invernadero. *Publicación Especial*. 4: 67 – 76. 1990. En: CIAT Resúmenes sobre Frijol.
3. Almeida, D. 2006. Manual de cultivos hortícolas. 1ª ed. Lisboa. V.2 p.249-255.
4. Caba, J. M; Poveda, J. L y Ligeró, F. 2001. Control de la nodulación en las leguminosas: Implicación de las fitohormonas. En: <http://193.146.205.198/sefin/Ligeró.html>. Consultado marzo de 2014.
5. Cruz I. [et al]. 1992. Evaluación de dos criterios de evaluación en una población de frijol sujeto a irradiación con C 0 -60. *Chapingo* 16(77): 14-17.
6. Chailloux, Maritza; Hernández, G., Faure, B. y Caballero, R.1996. Producción del frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. XLI Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de Cultivos y Animales. Tegucigalpa, Honduras. 20 p.
7. FAO. 1995. Manual técnico de fijación simbiótica del nitrógeno leguminosa/Rhizobium. Roma. Capítulo I. p.1-42.
8. Fernández, F. 1995. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. En: frijol: Investigación y producción. Cali. CIAT. P. 61-78.
9. Fonte, L. 2007. El uso racional de los fertilizantes en los cultivos es una de las vías de reducir la contaminación. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. ACTAF. *Revista Agricultura Orgánica* 11 (2): 20-22.
10. García. S E; Permuy Nénsida; Chaveco. P, O. 2005. Recomendaciones para la producción del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín (ETIAH). Holguín. Cuba. 20p.
11. Guzmán Maldonado, S. H.; J. Zaragoza C.; E. González M. 1997. Propiedades físicas, químicas y sensoriales del frijol. *Agrociencia*. vol. 31(4): 405 -410.
12. Henríquez G. R.; Prophete, E.; Orellana, C. 1995. Manejo agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali. CIAT. Colombia. 98p.

13. Infoagro. 2006. Manual de Horticultura. En: <http://www.infoagro.com>. Consultado febrero 2016.
14. Irañeta, M.; R. Rodríguez. 1983. Agrotecnia del frijol en IV Curso Intensivo de Posgrado del frijol. La Habana. MINAG.
15. Jiménez, G, E; N. Merrit. 1986. Los virus del frijol en áreas agrícolas de Somora. Folleto técnico 2. México.
16. Kohaschi-shibata, J. 1991. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su relación con el rendimiento. Centro de Botánica Colegio de posgraduados. Chapingo. Montecillo. México. 56p. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2012. Listado oficial de precios (Acopio).
17. Pacheco Espinoza, P. J. y Serrano, L. M. 1992. Selección de genotipos de frijol por resistencia horizontal a la conchuela *Epilachna varivestis* Mulsant. Coleóptera
18. Costa, C. A. 2009. Rendimiento de frijol y alteraciones en el pH y la materia orgánica del suelo en función de dosis de compost de residuo de algodón. *Ciencia Rural*, Santa María, v.39, n.5, p.1572-1576.
19. Pérez, A.; C. Céspedes y P. Núñez. 2008. Caracterización física, química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *J. Soil Sc. Plant Nutr.* 8 (3): 10-29.
20. Ponce, M.; Ortiz, R.; Fe, C. de la; Verde, G.; Martínez, M. 2003. Caracterización de una amplia colección de frijoles y resultado de la selección campesina. Cultivos. *Revista Facultad de Agronomía (Luz)*. 15(6): 534 – 544.
21. Socorro, M, Martin, W. 1998. Granos. Instituto Politécnico Nacional. Mp. (Voysese, 2000) Mejoramiento del frijol por introducción y selección / O. Voysese (2000) en su obra "Mejoramiento genético del frijol común Voysese / En: frijol: Investigación y producción. Cali. CIAT: p. 82-106.
22. Instructivo Técnico para el cultivo del frijol. 1983. Dirección Nacional de Cultivos Varios. MINAGRI. Ciudad de la Habana.
23. Instituto de suelo. 2007. Humus líquido. Fertilizantes orgánicos líquidos.
24. Martínez Rodríguez F, B. Calero Martín, R. Nogales Vargas, L. Rovesti. 2003. Lombricultura manual práctico instituto de suelos.

25. Proyecto GVC – ACTAF. octubre 2001. Manual de uso y manejo del humus de lombriz en los principales suelos y cultivos de Cuba.
26. Vidal J.V. 2002. Enciclopedia básica visual. Editorial: Océano Tomo III
27. Ian Crofton. 2003 Enciclopédica temática Guinness. Círculo de lectores.
28. Bruk T. D. 2003. Microbiología. Editorial: Prentice Hall.

ANEXOS

ANEXO 1

Metodología para la producción de Microorganismos Eficientes de acuerdo a la Estación Experimental Indio Hatuey (2010)

Se tomaron hojarascas de bosques de Marabú y Bambú, estos bosques estaban intactos hacía más de 20 años, las hojas estaban semi descompuestas, de esto depende la población microbiana por tanto la calidad final del producto. Para ello se tomaron 2 sacos de hojarascas.

La fuente de almidón utilizada fue de arroz molinado en la que se tomaron dos sacos.

La fuente de Lactobacillus se utilizó cuatro litros de leche ácida.

La fuente de Azúcar fue utilizada cinco litros de miel de caña.

Para la preparación de la mezcla se tomó una manta de nylon, se tendió en el suelo y se comenzó a mezclar las materias primas. Se vertió el arroz molinado se procedió a aplicar las hojarascas sobre el sustrato de arroz y se mezcló hasta homogeneizarlo.

Unas veces que las hojarascas y el arroz molinado están completamente homogeneizado, se aplica la mezcla previamente diluida con la leche ácida sin dejar trazas de miel en esa mezcla, ni trazas de material seco sin humedecer con la miel y el suero.

Debe quedar con la humedad y las características adecuadas para una correcta fermentación. La que comprobamos si al apretar con fuerza la mezcla, ésta se queda compacta en la mano; sin chorrear, pero que humedezca la mano.

Colocamos en el recipiente en que se almacenó para su fermentación. Para ello se debe garantizar que la masa en el recipiente esté bien compactada.

Se requiere dejar 10 cm entre el material y el borde del tanque para posteriormente cerrar herméticamente.

Una vez realizado este proceso se dejó por espacio de 30 días en un lugar fresco, oscuro y ventilado sin moverlo.

Al final del tiempo se abrió y se obtuvo un producto semi – solido, de agradable olor, de color oscuro.

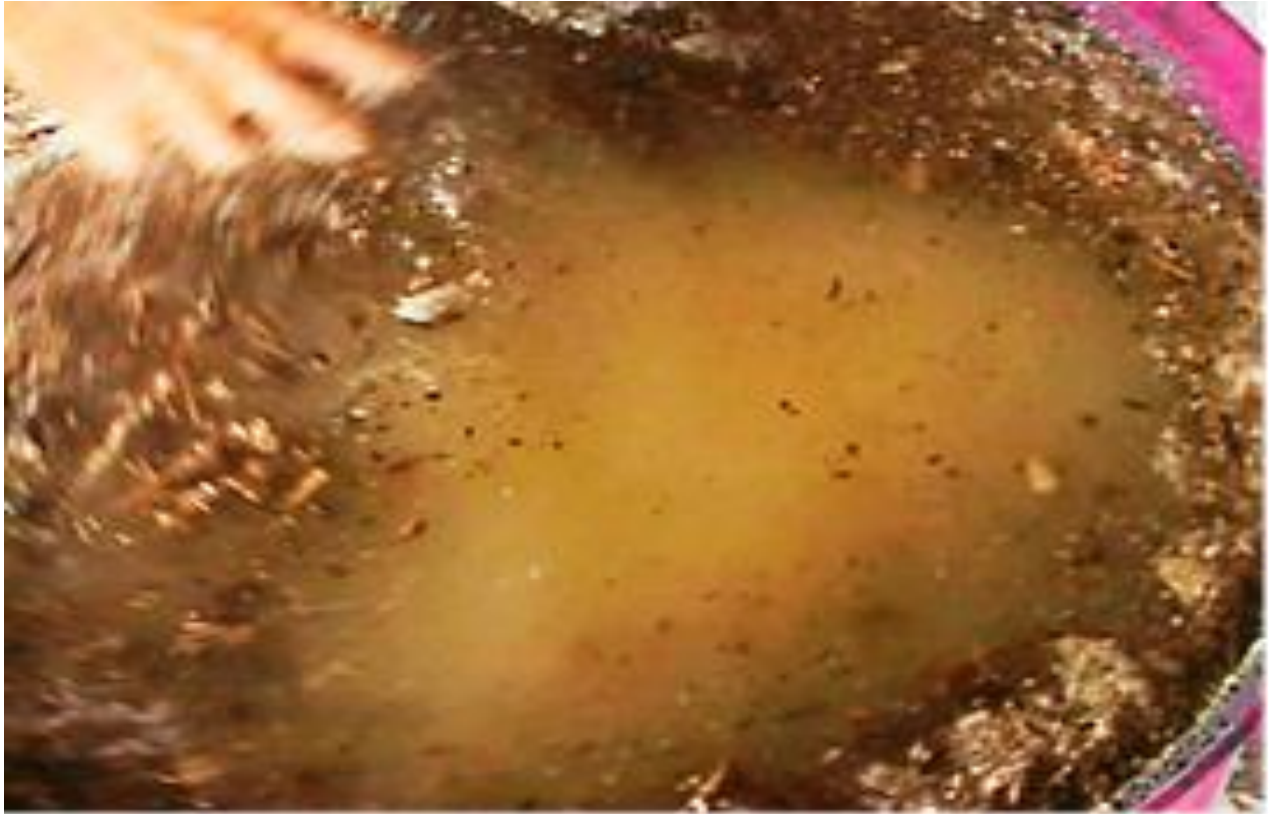
Para la preparación del fermento líquido de microorganismo benéfico se toman 10 kg del sólido obtenido (Madre) se le agrega un galón de miel, tres litros de leche ácida se

completa el tanque con agua, se vuelve a tapar, se pone en un lugar fresco, a la sombra y ventilado y se espera 7 días para aplicar al cultivo. Este preparado puede durar hasta 60 días en condiciones antes señalada.

Anexo 2. Microorganismos Eficientes.



Anexo 3. Humus de lombriz líquido.



Anexo 4.



Anexo 5.

