

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
AGROPECUARIAS**

**Trabajo de Diploma para opción al Título de
Ingeniero Agrónomo**

**Título: Evaluación del efecto de la aplicación de
humus de lombriz líquido y microorganismos
eficientes en el cultivo del frijol (*Phaseolus
vulgaris*, L)**

Autora: Claudia Isabel Rodríguez Pérez

Tutor: Dr.C. Yunia Pérez Borrego

Curso 2022

Pensamiento

“ El país necesita del estudio, el país necesita de la técnica, y nosotros tenemos que estimular por todos los medios la investigación, porque un hombre con capacidad, un hombre con técnica puede producir cinco veces, diez veces y hasta cientos de veces más que un hombre sin técnica...”

Fidel Castro Ruz

Agradecimientos

A la Revolución por darnos la oportunidad de superarnos.

A mis padres, contribuyentes directos en cada empeño de mi vida.

A todos los que de una forma u otra contribuyeron en la realización de este trabajo.

A mi tutora Yunia Pérez Borrego por sus enseñanzas y guiarme durante la realización de esta investigación.

Al colectivo de profesores que a través de los 5 años de carrera me nutrieron de conocimientos y me brindaron su apoyo y seguridad.

A todos muchas gracias de todo corazón.

DEDICATORIA

A esta bella Revolución que nos ha facilitado en todo momento de forma gratuita los estudios, con el único propósito de que seamos cada día mejores y dignos profesionales.

A toda mi familia y amistades quienes sin su ayuda y apoyo no hubiera sido posible llegar hasta donde he llegado. En especial a mis padres, los cuales me han dado su apoyo incondicional en cada momento.

Resumen

Esta investigación se llevó a cabo en el período comprendido del 20 de noviembre de 2021 al 20 de marzo 2022, en el módulo de cultivo protegido Mayabe 1, perteneciente a la Empresa Hortícola Wilfredo Peña, el cuál limita al norte con áreas de cultivo de la CPA Emisael Paneque, al este con el vial de acceso al Mirador de Mayabe y Feria Agropecuaria, por el sur con el caserío y la circunvalación y al oeste con la Fábrica de Implementos Agrícolas Héroes del 26 de julio. La cuál abarca un área total de 2.28 hectáreas con un suelo-categoría II, pardos sin carbonatos típico, arcilloso, con una profundidad media de la capacidad activa de 40 a 50 cm, con un drenaje interno y externo regular, de mediana fertilidad. 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 Frijol negro cull-156 categoría registrada. 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 research was carried out in the period from November 20, 2021 to March 20, 2022, in the module of protected cultivation Mayabe 1, belonging to the Horticultural Company Wilfredo Peña, which is bordered to the north by areas of cultivation of the CPA Emisael Paneque, to the east by the access road to the Mirador de Mayabe and Feria Agropecuaria, to the south by the village and the ring road and to the west by the Factory of Agricultural Implements Heroes of July 26. It covers a total area of 2.28 hectares with a soil-category II, brown without typical carbonates, clayey, with an average depth of active capacity of 40 to 50 cm, with regular internal and external drainage, of medium fertility. It was carried out with the aim of evaluating the influence of two forms of nutrition: liquid humus, efficient microorganism (EM) on the component parameters of the yield in the cultivation of the bean variety Black bean cull156 registered category. A randomised block experimental design with three treatments and four replicates was used. Applications of these products were made seven days after sowing and with a weekly sequence until the flowering stage, evaluating the following agro-productive parameters: flowering time, average number of pods per plant, average grains per pod, average weight of 100 seeds, yield, where the best results were obtained in the efficient microorganism (E M) with 1.9 t ha⁻¹.

Key-words: Phaseolus vulgaris, Liquid earthworm humus, Efficient microorganisms.

Índice

		Páginas
	Introducción	1
I	Revisión Bibliográfica	4
1.1	Origen y diversidad	4
1.2	Clasificación taxonomica	5
1.3	Características botánicas	5
1.4	Necesidades de nutrientes del frijol	9
1.5	Requerimientos edafoclimáticos	10
1.6	Estrategias de mejoramiento genético	11
1.7	Época de siembra	11
1.8	Semilla	12
1.9	Distancias de siembra	12
1.10	Atenciones culturales	12
1.11	Fertilización.	14
1.12	Variedad	
1.13	Principales enfermedades que atacan al cultivo.	
1.14	Fundamentos de algunas tácticas para el manejo de los organismos nocivos que atacan el frijo	
1.15	Cosecha y trilla	22
1.16	Importancia económica y alimentaria	23
1.17	Producción mundial del frijol común. Su comportamiento en Cuba	23

1.18	Los microorganismos eficientes (EM) Efectos que causan en los suelos .	25
1.19	Humuz de lombriz. Efecto que causa en los suelos	29
II	Materiales y métodos	
2.1	Localización y condiciones experimentales	32
2.2	Diseño experimental y tratamientos evaluados	33
2.3	Siembra y labores culturales	33
2.4	Variables evaluadas	34
2.5	Valoración económica de los resultados alcanzados	34
2.6	Análisis estadístico de los datos	35
III	Resultados y discusión	
3.1	Efecto de los productos en parámetros del desarrollo del frijol	36
3.2	Efecto de los productos en los componentes del rendimiento del frijol	37
3.3	Efecto de los productos estudiados en los rendimientos del frijol	37
3.4	Valoración económica de los resultados	38
	Conclusiones	41
	Recomendaciones	42
	Bibliografía	

Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario de América y se encuentra distribuido ampliamente en los cinco continentes (Alfonso et al., 2000; Paredes et al., 2006), constituyendo, entre las leguminosas alimenticias, una de las especies más importantes para el consumo humano (Peña et al., 2015; Estrada et al., 2016; Calero et al., 2018).

Como se expuso es una de las principales leguminosas que se siembran en el mundo, solamente es superado por soya, y le siguen la lenteja y garbanzo. Considerado como una de las primeras plantas domesticadas del nuevo mundo al igual que maíz y sobre la cual se basó la alimentación de los primeros asentamientos de meso América y sud América. Uno de sus principales atributos es su alto valor nutritivo y medicinal, por su contenido de proteína y carbohidratos, siendo su semilla lo bastante adecuada para el consumo. Dentro de otras características podemos destacar que se le confieren ciertas propiedades terapéuticas como lo es: la reducción de los niveles de colesterol, cáncer, diabetes, etc.

Otro aspecto interesante del frijol es su amplio rango de adaptación ya que se siembra en una extensa variedad de climas y suelos. Es sin duda uno de los alimentos básicos en la dieta de la mayoría de los países en desarrollo, pues su cultivo se lleva a cabo alrededor de 120 países dentro de los cinco continentes, resaltando países de Asia, América, y África. Anualmente se siembran alrededor de 27 millones de hectáreas con una producción de 20 millones de toneladas y se consumen 17 millones de toneladas (FIRA, 2016), promedio de los últimos 20 años.

En el período de 1980 a 2000 la siembra de esta leguminosa a nivel mundial permaneció más o menos constante, promediando unas 25.86 millones de hectáreas con un leve incremento en su producción (19%). Posteriormente en el siguiente período de 2000 a 2020 se ha registrado un incremento paulatino en su superficie de siembra, de tal manera que en este periodo se elevó a un promedio de más de 29.5 millones de hectáreas y su producción tuvo un incremento del 50 %, para estos periodos.

Los 10 países que mayor superficie destinaron a este cultivo en el ciclo 2020 fueron: India, Myanmar, Brasil, México, Kenia, Tanzania, Angola, Mozambique, Burundi y China, ya que en forma conjunta sembraron un total de 25.98 millones de hectáreas de los 34.801 millones de hectáreas que se sembraron en el ciclo 2020, correspondiendo al 74 % de la superficie total. Siendo a su vez los países que más contribuyeron en la producción de grano con un total de

17.155 millones de toneladas (62 %) de los 27.545 millones de toneladas que se produjeron en total en el mismo ciclo. Sin embargo, dentro de los primeros seis países exportadores de frijol en el ciclo 2020 podemos encontrar a: Myanmar, USA, Argentina, Canadá, China, y Etiopía con 1,181,771; 444,692; 423,067; 382,373; 303,173; y 175,081 toneladas respectivamente (SAGARPA, 2017; FAO,2022).

La producción mundial de frijol creció a una tasa promedio anual de 1,6 % entre 2003 y 2014, año en el que siete países concentraron el 63,0 % de la misma: India (16,4 %), Myanmar (14,9 %), Brasil (13,1 %), Estados Unidos (5,3 %), México (5,1 %), China (4,1 %) y Tanzania (4,1 %) (FAO, 2016).

En Cuba, esta leguminosa tiene gran importancia. Se cultiva a lo largo y ancho del país, incluyendo el sector estatal y no estatal (ONE, 2009). La producción nacional alcanza solo el 3% de las necesidades del consumo, según estadísticas de venta al estado, por lo que es necesario importar alrededor de 110 000 toneladas por año (Faure, 2003). Su alto contenido en proteínas lo sitúan como un cultivo estratégico del país, ya que permite atenuar el déficit de otras proteínas en la dieta alimentaria. Urge entonces aumentar los rendimientos del cultivo, que según (Chailloux et al., 1996), en América Latina se obtiene solo un 20 % de su rendimiento potencial. En nuestro país, el rendimiento oscila entre 0.63 y 0.7 t/ha, motivada esta diferencia por las deficiencias nutricionales, conjuntamente con el ataque de plagas y enfermedades.

La superficie cosechada de este cultivo superó las 122 mil hectáreas durante el 2016, con un rendimiento promedio de 1,1 t ha⁻¹ y una producción total de 136,6 miles de toneladas (ONEI, 2017), no obstante, la producción nacional aún no satisface la demanda de consumo (Martínez et al., 2017). En el país se siembran alrededor de 100 000 ha anuales para su consumo seco con un rendimiento medio de 1,1 t ha⁻¹. El per cápita anual normado para la distribución a la población es de 6,9 kg, sin tener en cuenta el consumo de los comedores institucionales, hospitales, círculos infantiles, hogares de ancianos y comedores comunitarios. La proyección estratégica para el cultivo en el país, está basada en el incremento de las áreas de siembra.

A partir del año 2010 se pretenden alcanzar unas 135 964 ha y obtener una producción de 190 350 t, con un rendimiento de $1,4 \text{ t ha}^{-1}$, lo que significa un gran reto para la economía del país, pues dicha producción se ve afectada como expresábamos por el ataque de plaga y enfermedades y las afectaciones climáticas.

A partir de estos argumentos en el país se buscan alternativas para contrarrestar estas dificultades, una de ellas es la de desarrollar una agricultura ecológica, donde los fertilizantes orgánicos cobran una importancia especial, entre ellos tenemos los microorganismos eficientes, humus de lombriz, cachaza y compost, etc. En el caso específico de los microorganismos eficientes y el humus de lombriz estos favorecen la germinación, enraizamiento y crecimiento de los materiales sembrados por la acción de hormonas, aminoácidos y sustancias antioxidantes que contiene, y establecer microorganismos benéficos en el sistema radicular que compitan con microorganismos patógenos (Gil et al. 2005).

La provincia Holguín no está ajena a esta problemática y en específico el municipio del mismo nombre donde los resultados del mismo no satisfacen las necesidades crecientes de la población, en correspondencia con ello nos propones como:

Problema científico ¿Qué efecto tiene la aplicación de humus de lombriz líquido y Microorganismos Eficientes en los parámetros del desarrollo, rendimientos e indicadores económicos en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la casa de cultivo Mayabe?

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 en la casa de cultivo Mayabe.

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, rendimientos e indicadores económicos en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la casa de cultivo Mayabe.

Objetivos específicos:

- ▷ Evaluar los parámetros de desarrollo, componentes del rendimiento e indicadores económicos en el cultivo del tomate 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, subtropical 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 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).

1.4 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, aumenta 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 %.

1.5 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.

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).

La planta de fríjol 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 fríjol 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 5,5 las plantas pueden tener problemas con el exceso de aluminio.

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

1.6 Estrategias de mejoramiento genético

En frijol se ha identificado una respuesta diferencial entre variedades del mismo género, lo mismo se ha encontrado en diferentes razas genéticas. Ello indica que existen diferentes genes involucrados en los mecanismos de resistencia. En trabajos con cruces de líneas de frijol rojo claro portadores del gen *bc3* y resistencia a sequía se identifican familias que

combinaron el grano de color rojo claro, con el gen bc3 y tolerantes a la sequía (Beebe *et al.*, 2000).

Existen referencias en la literatura científica de resultados en el mejoramiento genético para la tolerancia a sequía en frijol liberándose materiales como: SEA 5, Pinto Villa y Pinto Saltillo, y algunas líneas promisorias como: SEQ 12, SER 16, Negro Cotaxtha 91 y Negro Veracruz Beebe *et al.* (2010). Igualmente existen referencias de avances en mejoramiento a sequía en líneas meso americanas tipo comercial (grano rojo y negro pequeño, crema y tipo carioca), basado en mejor rendimiento bajo sequía, estas líneas seleccionadas también presentan un periodo más corto a madurez fisiológica, mejor rendimiento o ganancia en grano por día, y en algunos casos, mejor potencial de rendimiento bajo condiciones favorables de humedad en el suelo (Beebe *et al.*, 2008).

Se han realizado significativos esfuerzos de investigación, en especial en las últimas tres décadas, para mejorar la adaptación de frijol común a sequía, estos esfuerzos incluyen: estudios de los efectos de la sequía en el desarrollo de la planta, desarrollo de métodos de evaluación en campo, evaluación e identificación de germoplasma tolerante y evaluación de características fisiológicas relacionadas a la adaptación a sequía (Beebe *et al.*, 2010).

Existen estudios que han demostrado, que la alta resistencia del frijol tépari (*Phaseolus acutifolius* L.) a la sequía, es debido a que, presenta una alta producción de raíces finas, con una mayor conductividad hidráulica, que le permite un ajuste de potencial hídrico, y una mayor eficiencia en el uso del agua, de esta manera retrasando la deshidratación (Beebe *et al.*, 2010).

Con la tolerancia a la sequía presente en frijol tépari (*P. acutifolius*), se han realizado híbridos interespecíficos entre *P. vulgaris* y *P. acutifolius*, los cuales, tienen diferentes grados de introgresión de la tolerancia a sequía, pero esta tolerancia no es al nivel de *P. acutifolius* y no es superior a la disponible en *P. vulgaris*. Por lo tanto, una alternativa puede ser la clonación de genes de tolerancia de *P. acutifolius* para ser usados en frijol común (Beebe *et al.*, 2010).

1.7 Época de siembra

En Cuba el Ministerio de Agricultura se establece el período de siembra entre septiembre 10 y enero 31 donde se cuente con regadío. Se establecen algunas regulaciones en cuanto al uso de las variedades en relación a la fecha de siembra, sin embargo en la lista oficial de variedades comerciales para el 2014 se relacionan 25 variedades comerciales de este cultivo, pero sin diferenciar el uso de las mismas en función de la época de siembra. Estas altas temperaturas que ya se producen en marzo y abril estimulan el desarrollo vegetativo de la planta en detrimento de la maduración normal y uniforme, principalmente en las variedades de crecimiento indeterminado del tipo III. También se corre el riesgo con las siembras muy tardías que el período de cosecha coincida con las primeras lluvias de la primavera (abril y mayo) lo que entorpece dicha operación y hasta puede ocasionar la pérdida total de la cosecha. Si no se dispone de riego el período de siembra se restringe obligatoriamente desde septiembre hasta mediados de octubre (Álvarez *et al.*, 2014).

Según Martínez *et al.* (2015) la época de siembra más adecuada para el frijol es aquella en la que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo del cultivo permite que la cosecha coincida con el periodo de baja o ninguna precipitación para evitar daños en el grano por exceso de humedad. El periodo de siembra del frijol en Cuba se extiende desde el 1 de septiembre al 30 de enero, con fecha óptima del 15 de octubre al 30 de noviembre. En el caso de las áreas sin riego se recomienda desde 1 de septiembre al 15 de octubre.

1.8 Semilla

En el esquema de producción de semilla, la primera categoría es la semilla del mejorador o genetista a partir de la cual se obtiene la categoría de básica que es responsabilidad del centro que obtuvo la variedad, de la reproducción de esta categoría se obtiene la semilla registrada y de la multiplicación de esta se obtiene la certificada que es responsabilidad de la empresa productora y comercializadora de semillas (EPCS). En el proceso de producción de semillas de cualquier categoría tiene gran importancia la selección negativa de plantas fuera de tipos y enfermas (Álvarez *et al.*, 2014).

La semilla una vez tratada, la envoltura del tratamiento debe ser lo más homogéneo posible evitando se le adhieran partículas de tierra u otros que deforme las características de la variedad seleccionada y de esta forma no obstaculice su circulación por el órgano y disco de siembra seleccionado. (MINAG, 2015). Según Álvarez *et al.* (2014) los tratamientos de las semillas pueden ser con *Rhizobium*, con ECOMIC, Celest Top y *Trichoderma* spp.

1.9 Distancias de siembra

La distancia de siembra varía según las variedades. En las variedades de frijol común de grano blanco las distancias de camellón varían desde 0,45 m hasta 0,70 m de distancia entre hileras y entre 0,0057 m y 0,0089 m de distancia entre plantas con las que se siembran 0,0054 t ha⁻¹ (Álvarez *et al.*, 2014).

1.10 Atenciones culturales

De todas las prácticas agrotécnicas, el manejo adecuado de las variedades es, posiblemente, la que reporta los incrementos más notables en la producción de una región o país sin ocasionar gastos adicionales de consideración por concepto de su introducción, pues simplemente se limita a la sustitución de unas variedades por otras (Quintero, 1985). El uso de unas o pocas variedades en los cultivos ha conducido a varios fracasos en la agricultura. No es posible ni conveniente reunir, en una misma variedad, resistencia o tolerancia a las adversidades, lo más razonable es contar con una estructura varietal en el cultivo lo suficientemente amplia que minimice el efecto de las adversidades, manejándose adecuadamente (Quintero y Saucedo, 2002).

1.11 Fertilización

Los suelos para el cultivo del frijol común poseen condiciones físicas y químicas muy variables. Existen suelos cuyas deficiencias nutricionales pueden afectar el desarrollo y rendimiento del cultivo. En diferentes variedades y poblaciones (250 000 y 300 000 plantas ha⁻¹, el promedio de absorción de nutrientes oscila entre 0,133- 0,016 – 0,116 t ha⁻¹ y una media de extracción y exportación de 0,0322-0,054- 0,0172 t de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente por t de semillas para alcanzar elevados rendimientos agrícolas.

Estas aplicaciones de fertilizantes se recomienda realizarlas en el fondo del surco (Álvarez *et al.*, 2014).

Por su parte el MINAG (2015), recomienda para la fertilización con máquinas sembradoras realizar la aplicación de la fertilización completa de siembra (N-P-K) con normas regulables que oscilan entre (50 y 450 kg ha⁻¹) y autonomía de hasta 400 m.

Los fertilizantes a aplicar deben estar secos y sueltos para su fácil circulación por los órganos fertilizadores y ajustarse a las normas seleccionadas para cada cultivo en correspondencia con el paquete tecnológico aprobado. El fertilizante se aplicará durante el proceso de siembra, y se colocará según regulación en la máquina sembradora a 0,5 cm por debajo de la semilla.

1.12 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.

Variedades cultivadas y preferencias:

Las variedades comerciales cultivadas en el país, son 18, (Cuadro 1), de ellas el 56% pertenece a variedades mejoradas con resistencia, incorporada a factores bióticos; no obstante, todas son susceptibles al mosaico dorado del frijol, considerado este como un problema de mayor importancia.

Tabla 1. Variedades comerciales utilizadas en Cuba.

Variedad	Rendim Prom t/ha	Resistencia				Proce- dencia
		Roya	Bacteria	Actrac	VMCF	
Negras						
CC-25-9 (N)	1.93	T	T	T	R	Cuba
Bolita 42	2.13	T	S	Des	R	Cuba
ICA Pijao	1.8	S	S	Des	R	Colombia
Guira 89	2.03	T	S	Des	R	Cuba
Bat 304	2.36	T	S	Des	R	Colombia
Tazumal (Bat-58)	2.53	T	T	Des	R	Colombia
Holguin 518 (Bat 518)	2.30	S	S	Des	R	Colombia
Bat 832	2.53	T	T	Des	R	Colombia
Rojas						
Velasco Largo	1.97	S	S	Des	S	Cuba
CC-25-9 (R)	2.10	S	T	Des	R	Cuba
M 112	1.93	S	T	Des	S	Cuba
Red Kloud	2.13	T	S	Des	R	Colombia
Hatuey 24 (Bat 24)	1.93	T	T	Des	R	Colombia
Rosas	2.00	S	S	Des	S	Cuba
Engañador (Bat 93)	2.40	R	T	Des	R	Colombia
Blancas						
Bonita 11	1.77	S	S	R	R	Cuba
Chevere (Bat 93)	2.27	T	T	R	R	

T= tolerantes S= susceptibles R= resistentes

Características de la variedad utilizada:

Para el experimento se utilizó la variedad de frijol negro cull-156, la cual se caracteriza por granos de color negro. Es una variedad muy resistente a las altas temperaturas y a las sequías. Sus rendimientos son en dependencia de las condiciones climatológicas, estos

pueden alcanzar de 1.5 a 2.5 toneladas por hectáreas. Aunque se pueden sembrar en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre en esos dos últimos son los períodos óptimos. La preparación de la tierra, la labranza y rotulación del suelo es esencial para que no haya infestación de la variedad. También es decisiva la aplicación de *Tricoderma* sp., un hongo que recubre la raíces, protegiéndolas del ataque de hongos patógenos y algunas plagas que afectan la especie y a su vez cuadyuva a que fisiológicamente la planta absorba nutrientes como fósforo y nitrógeno del suelo.

1.13 Principales enfermedades que atacan al cultivo

En muchas zonas frijoleras del mundo, las enfermedades son los factores de mayor incidencia en los bajos rendimientos del cultivo. Se han informado varios cientos de agentes que causan enfermedades al cultivo del frijol; sin embargo, no todos tienen una distribución geográfica, prevalencia o importancia económica (Araya *et al.*, 1995). No obstante, la necesidad de producir frijoles llevan en la actualidad a la planificación para incrementar la producción estatal de dichos granos, por lo que la lucha contra las principales enfermedades que afectan los cultivos constituye una tarea priorizada dentro de los objetivos de la biotecnología agrícola en la mayoría de los países (Murguido, 2000).

Las enfermedades que afectan al cultivo del frijol pueden ser causadas por hongos, bacterias, virus, micoplasma, y nemátodos, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, donde además de haber más organismos fitopatogénicos que en las zonas templadas, éstos son con frecuencia más virulentos (González, 1984). Los hongos se destacan por producir la mayor cantidad de enfermedades.

Se ha señalado que la distribución y frecuencia de aparición de las enfermedades de este cultivo no es la misma en las diferentes localidades edafoclimáticas. Las pudriciones radicales se encuentran en todas las regiones donde se siembra el cultivo, sin embargo otras enfermedades están restringidas a las regiones donde los factores ambientales específicos favorecen su desarrollo (Hallman y Andrews, 1985).

De las enfermedades fúngicas que afectan al sistema radical del frijol, una de las más conocidas es la pudrición de pie producida por *Rhizoctonia solani*. La enfermedad se desarrolla en temperaturas moderadas a bajas y en humedad del suelo de moderada a alta (González, 1984). El patógeno puede atacar severamente las plántulas y causar podredumbre

del pie (damping-off). Además, puede producir pudrición radical y chancros en el tallo, debajo y encima de la superficie del suelo. Puede atacar vainas y las ramas en contacto con el suelo (CIAT, 1981).

La antracnosis, cuyo agente causal es el *Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. Magn, es una enfermedad que ataca al cultivo del frijol produciendo grandes pérdidas económicas a nivel mundial. Se manifiesta con lesiones en las hojas, aunque también pueden ser atacados los pecíolos, ramas, tallos, cotiledones y vainas. Produce manchas carmelitosas a lo largo de las nervaduras de la hoja, inicialmente por el envés, que pueden transformarse en chancros y formar zonas necróticas en los bordes (Bigiramana *et al.*, 2000; Hernández *et al.*, 2004a). Esta enfermedad se desarrolla con temperaturas óptimas entre 18 a 25 °C y alta humedad. El hongo sobrevive en restos de cosecha y la infección se disemina por las salpicaduras de la lluvia, semillas enfermas y maquinaria (Sandoval, 1993).

Otra enfermedad producida por hongos lo constituye la roya (*Uromyces phaseoli* (Reben) Winter var. *Typica* Artur, la cual se encuentra ampliamente distribuida en todas las regiones frijoleras del mundo ocasionando pérdidas de importancia económica. Las afectaciones económicas que produce dependen del grado de susceptibilidad de la variedad empleada, de la severidad de la enfermedad y de las condiciones ambientales que prevalezcan en el área en el momento del ataque. Los síntomas que causa el hongo se pueden presentar en cualquier parte aérea de la planta, ya sea en el tallo o en las vainas, pero es más común en las hojas, tanto en el haz como en el envés.

La Pudrición de la raíz que produce *Sclerotium rolfsii* Sacc es muy frecuente en muchas regiones edafoclimáticas, sobre todo en aquellas con altas temperatura y humedad (Sandoval, 1993). Inicialmente los síntomas se manifiestan como un ligero amarillamiento de las hojas inferiores acompañado de una lesión oscura y acuosa, ubicada en el tallo o hipocotilo, debajo de la superficie del suelo. Esta lesión se expande a la raíz principal provocando pudrición cortical que, en condiciones favorables, provoca marchitamiento y muerte de la planta (Vargas, 1980).

De las enfermedades bacterianas una de las más importante es la bacteriosis común del frijol producida por *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Smith) Dye). Esta se pone demanifiesto fundamentalmente en condiciones de humedad y temperatura altas (Murguido, 2000). Los

síntomas se observan en el follaje. La infección inicial se manifiesta en forma de puntos acuosos en el envés de la hoja. Ataques severos resultan en un amplio necrosamiento de las hojas y defoliación prematura. Ocasionalmente también se puede observar una reducción del diámetro del tallo y pudrición en la unión del nudo cotiledonario, lo que hace que se quiebre el tallo totalmente (Vargas, 1980).

El manejo de enfermedades implica la utilización integral de prácticas de combate perteneciente a diferentes métodos, con la finalidad de mantener el ataque del agente patógeno en el nivel que no cause pérdidas económicas. Existen nuevas metodologías de control o manejo de las enfermedades, los cuales varían de una enfermedad a otra. En la mayoría de los casos se trata de prevenir o de proteger a las plantas para que no llegue a ellas la enfermedad que es muy difícil de curar una vez establecida. En el manejo integrado de las enfermedades generalmente se trata de disminuir el inóculo inicial y/o el progreso de la enfermedad (Murguido, 2000).

Las plagas "claves" en el frijol son la mosca blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows and Perring; *Bemisia tabaci* (Gennadius)) que transmiten el geminivirus que causa el mosaico dorado, el salta hojas (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) que produce daños en el follaje, los crisomélidos (*Diabrotica balteata* Le Conte y *Andrector ruficornis* (Oliv.)) que causan perforaciones en las hojas, transmiten los virus del moteado amarillo y del mosaico del caopí, los gorgojos de los granos almacenados (*Acanthoscelides obtectus* Say y *Zabrotes subfasciatus* Boh); para las regiones de Pinar del Río, La Habana, Matanzas y Cienfuegos *Thrips palmi* (Karny) también resulta una plaga de interés.

Otros aspectos fundamentales a tener en cuenta junto a la selección de la variedad indicada para las condiciones específicas de cada productor es su siembra en época óptima y la utilización de la distancia de siembra idónea, así como considerar su resistencia a las enfermedades.

Efecto de la enfermedades de suelo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid en el comportamiento productivo del frijol. Otros problemas bióticos

La enfermedad más común en el frijol expuesto a estrés de sequía y a temperaturas altas es *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Bajo estas condiciones ha sido reportada en la

mayoría de las regiones frijoleras de Asia y algunos países de Europa. En América Latina su recurrencias 40.30,40,03,40,03 es reportada en algunos estados del Noroeste de Brasil, Chile, costa del Perú, Venezuela, Cuba y algunas regiones de América central. *Macrophomina phaseolina* puede atacar al frijol en estado adulto y de plántula. En este último los síntomas se pueden observar antes, pero más comúnmente después de la emergencia en los tallos a la altura de las hojas cotiledonarias como chancros se observan como anillos concéntricos. Cuando las condiciones ambientales son adecuadas para el desarrollo de la enfermedad, los síntomas se extienden rápidamente, generalmente sólo en un lado de la planta, progresa de la base de los cotiledones en ambas direcciones. A veces hasta los pecíolos de las hojas primarias y frecuentemente llega a destruir el punto de crecimiento de la plántula.

El patógeno tiene la capacidad de atacar muchos cultivos como soya, alfalfa, maní, sorgo y maíz. Higuera (1991), reporta que el hongo se perpetúa en el suelo ataca otros cultivos, tales como, ajonjolí, quinchoncho, frijol chino y guayaba.

En la mayoría de los casos, las pudriciones radicales del frijol no son causadas por un solo patógeno sino por un conjunto de ellos. Estos hongos que están presentes en el suelo donde sobreviven, al atacar al frijol generalmente tienen entre ellos una relación de sinergismo, es decir los daños causados al frijol por la intervención de dos o más patógenos es mayor que la suma de los daños individuales por separado. Los más comunes que forman parte de este complejo son: *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *Phaseolus kendrick* y Snider, *Sclerotium rolfsii*, y varias especies de *Pythium* (Corrales, 1985).

Enfermedades fungosas

Otras enfermedades fungosas que atacan el cultivo del frijol y que pueden causar pérdidas significativas en el rendimiento incluyen la antracnosis *Colletotrichum lindemutianum* (Sacc y Magn.), la mancha angular *Phaeoisariopsis appendiculatus* (Sacc.) Ferraris la mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk) y la roya *Uromyces appendiculatus* (Pers.). Su incidencia y daños causados al cultivo dependen de la presencia de inóculo de los agentes patógenos, en residuos de cosecha u hospederos alternos, o su introducción al

campo al usarse semilla contaminada en la siembra, y las condiciones favorables de temperatura y humedad para su desarrollo (Rosas, 2003).

Virus

El frijol común es una leguminosa susceptible a un gran número de virus vegetales. Las enfermedades virales del frijol que más atención han recibido por parte de los mejoradores, son el mosaico común (BCMV), la necrosis sistémica o “raíz negra” (BCMNV) y el Virus del mosaico dorado (BGMV), Otras enfermedades virales también tienen importancia económica en el sur del continente, tal es el caso del mosaico amarillo (BYMV) transmitido por áfidos. Las especies de crisomélidos *Ceratoma* y *Diabrotica* transmiten el mosaico sureño, el mosaico suave y el mosaico rugoso. Otro virus que afecta al cultivo es el del moteado clorótico del frijol (BCIMV) (Morales, 1895; 1997).

Muñoz y Singh (1997), citan varios autores plantean que la Bacteriosis común del frijol causada por la bacteria (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* Xcp) (Smith) Dye y su variante *Fuscans* es considerada como una de las enfermedades más limitantes del frijol a nivel mundial donde se han reportado pérdidas de rendimiento entre 22 a 60%. Otra enfermedad transmitida por bacterias es el Añublo de halo causada por *Pseudomonas syringae* pv *phaseolicola* (Burk holder) (Corrales, 1985).

1.14 Fundamentos de algunas tácticas para el manejo de los organismos nocivos que atacan el frijol.

Acerca de estos organismos nocivos se han realizado numerosos estudios, de los cuales se derivan muchas recomendaciones. También ha sido propuesto un programa de manejo integrado contra esta plaga en la provincia de Holguín que incluye la zonificación del territorio frijolero, prácticas culturales, lucha genética y uso de insecticidas químicos, tabaquina y *Verticillium lecanii*.

Contra el salta hojas Kraemeri (2009) recomienda utilizar barreras de maíz o maíz intercalado en áreas donde no es factible el uso de insecticidas, así como la señalización de los plazos de los tratamientos con insecticidas químicos con el índice de 0.5 adultos También señaló el manejo de la fecha de siembra y utilización de variedades tolerantes para

reducir la incidencia de esta plaga. Para el control de los crisomélidos se propone el uso de insecticidas químicos. Las alternativas de control de vectores de las enfermedades virales; mosaico común del frijol, mosaico dorado del frijol, moteado amarillo del frijol y mosaico del caopí están sustentadas en el uso de insecticidas químicos.

Para combatir las enfermedades fúngicas y bacterianas se han propuesto el uso de variedades tolerantes o resistentes, semillas sanas, siembra en época adecuada, rotación de cultivos, manejo del riego y evitar encharcamientos, la eliminación de hospedantes intermedios, la destrucción de residuos, la selección negativa y la utilización de Trichoderma en tratamiento de semillas. El control de malezas en el frijol debe estar basado en el manejo integrado de malezas que incluye el registro previo de malezas, la adecuada preparación del suelo, manejo y alternancia de cultivos, cultivo mecanizado o por tracción animal, escardas oportunas y control químico con herbicidas recomendados.(Murgido.2002)

Conformación del programa de manejo integrado de plagas. Estrategias y tácticas

Las estrategias y tácticas para el MIP en el frijol se pueden agrupar de la siguiente forma:

Control cultural:

Como prácticas coadyuvantes entre las tácticas se deben tener en cuenta:

- a) Utilización de la variedad adecuada. Recomendaciones según los antecedentes disponibles, para cada organismo nocivo.
- b) Fecha de siembra adecuada según el territorio y variedad.
- c) Eliminación de restos de cosecha. Momentos establecidos para su ejecución y calidad.
- d) Rotación de cultivos.
- e) Preparación de suelos. Sistema de preparación según el manejo de malezas.
- f) Sistemas y métodos de riego. Control de las actividades y su influencia en el MIP. g) Abonos y fertilización. Conformar según la disponibilidad, soluciones y experiencias locales.

Medidas de contención, prevención y erradicación:

Como prácticas regulativas entre las tácticas se deben tener en cuenta:

- a) Uso de semillas sanas. Análisis de la semilla en el LPSV.
- b) Ubicación de los campos. Recomendaciones según las regulaciones legales establecidas.
- c) Evitar las colindancias. Recomendaciones concretas para cada sitio seleccionado.
- d) Utilizar barreras de cultivos. Aplicar la Instrucción Conjunta No. 3 donde corresponda y aplicar la experiencia de los productores en la combinación frijol- maíz, frijol-caña y otras experiencias disponibles localmente.
- e) Cultivos intercalados. Utilizar las experiencias y condiciones locales.
- f) Eliminación de los reservorios de organismos nocivos.
- g) Captura masiva con trampas. Uso de trampas pegajosas de color para mosca blanca y minadores y blancas para trips.
- h) Destrucción mecanizada con equipos, instrumentos, etc. De acuerdo a la técnica disponible en cada localidad.
- i) Regulaciones legales. Aplicar según lo establecido en la Estrategia de Campaña en coordinación con la ETPP del territorio.
- j) Tratamiento de la semilla. Recurrir al tratamiento biológico con *Trichoderma* sp y químico según lo recomendado (ETPP, 2009)

Control biológico: Se incluyen tácticas conservacionistas e inundativas:

- a) Preservación y manejo de entomófagos. Desarrollar las tácticas según las informaciones disponibles, particularmente para *Thrips palmi*. Utilizar el monitoreo de los niveles de parasitismo de minadores para la toma de decisiones sobre las aplicaciones según la metodología de señalización.
- b) Utilización de biopreparados. Utilización de *Bauveria bassiana*, *Lecanisillium Lecanii* y *Bacillus thuringiensis* para el control de mosca blanca, salta hojas, trips, crisomélidos y minadores.

- c) Otras tácticas de lucha. Promoción y vinculación de las iniciativas de cada localidad.

Control convencional

Comprende los métodos de lucha química:

Monitoreo y señalización de la mosca blanca, el salta hojas y los crisomélidos.

Entrenamiento sobre las plagas y sus enemigos naturales y conteos de los mismos.

Uso de sustancias naturales (tabaquina). Promoción de las diferentes formas de obtener el producto, requisitos y procedimiento adecuado según las disponibilidades.

Uso de insecticidas selectivos o aplicaciones dirigidas. Utilizar según la estrategia de la campaña, priorizar el monitoreo, promover la aplicación por foco, en brotes fuertes de plagas y en el control de vectores. (Murgido.2002).

1.15. Cosecha y trilla

Según Alvarez et al. (2014) la cosecha debe organizarse dependiendo del área a cosechar y la tecnología disponible para la trilla, ya sea manual o mecanizada y teniendo en cuenta que el momento óptimo del arranque y corte de las plantas es cuando el grano tiene entre un 15 y un 17% de humedad.

En experimentos realizados, se ha demostrado que la calidad del grano, en términos de tiempo de cocción y de color de la testa, es adecuada cuando la cosecha se realiza a más tardar hasta 10 días después de la madurez fisiológica, y se trilla en menos de 15 días después de la cosecha. Cuando el frijol se deja en la planta por períodos prolongados después de que se alcanza la madurez fisiológica, o bien, si después del corte tarda en trillarse, ya que además del grano, se oscurece el color y se incrementa el tiempo de cocción (García y García, 2001).

1.16. 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) en 2014, 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.

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).

1.17 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).

1.18 Microorganismos eficientes (EM). Definición

EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros (Ecologic Maintenances, 2012).

Autores como Ramírez (2009); y Fundases (2014), exponen que cuando los EM son inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinérgica por su acción en comunidad.

Pedraza, et al. (2010), refieren que los microorganismos eficientes son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, lo que incrementa el crecimiento, la calidad y el rendimiento

de los cultivos (Moya, 2012).

El Programa de Reducción de la Pobreza (PRP), en el año 2009 se plantea que al aplicar EM a suelos, aguas residuales y desechos orgánicos, la población de microorganismos es modificada hacia una que produce sustancias benéficas para la vida animal y vegetal, Pedraza, et al. (2010), refieren que el principio fundamental de esta tecnología consiste en la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimir la putrefacción (incluyendo enfermedades) y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas.

Usos de los EM

Los Microorganismos Eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, y generan una agricultura y medio ambiente más sostenible. Pueden ser utilizados en la rama animal (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas, esto maximiza la eficiencia de los sistemas y el manejo de excretas e instalaciones.

Ecologic Maintenances (2012), asegura que son una buena alternativa dentro del saneamiento ambiental. La utilización de microorganismos como herramienta biológica permite transformar desechos para ser usados como nutrientes; pueden aplicarse en el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales y en residuos sólidos con lo cual se pueden producir fertilizantes y evitar la proliferación de insectos y vectores.

Díaz, Montero y Lagos (2009) señalan que los EM, pueden utilizarse como inoculantes del suelo para reconstruir su equilibrio biológico, mejorar la asimilación de nutrientes para que estén de esta manera disponibles, para suprimir microorganismos patógenos indeseables por exclusión competitiva o dominación absoluta y de esta manera favorecer el crecimiento, rendimiento y protección de las plantas de cultivo. Pueden emplearse en aspersiones foliares, para mejorar el crecimiento del follaje (22%) y de esta manera aumentar el área fotosintética, lo que se traduce en una mayor elaboración de nutrimentos para la planta y por ende en un incremento de su productividad; además se ha comprobado que algunos microorganismos presentes en EM asperjados al follaje, son capaces de proteger a las plantas del ataque de

determinados patógenos.

Efectos de los EM

Según Moya (2012), algunos de los efectos benéficos de la aplicación de los EM son:

- » Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- » Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos y suprime los patógenos que promueven enfermedades.
- » Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- » Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- » Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.
- » Reduce los malos olores y por lo tanto disminuye la utilización de desinfectantes.
- » Disminuye el consumo de agua de lavado, implementando el manejo de camas secas para colectar excretas.
- » Ayuda al aprovechamiento eficiente de desechos animales.
- » Mejora la calidad y aumenta la rapidez en la elaboración del abono.
- » Reincorpora aguas residuales como aguas de riego.
- » Mejora la calidad de los productos animales.
- » Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evita la descomposición de la materia orgánica por oxidación, en la que se generan gases sulfurosos y amoniacales.
- » Reduce la producción de lodos en sistemas de tratamientos convencionales.

Ventajas del uso de los ME

Los microorganismos eficientes, al ser un producto orgánico sin manipulación genética, son bien aceptados en toda clase de unidades productivas, ya sean agrícolas, pecuarias o ambientales. Su uso requiere de menores cantidades de materia orgánica, con el ahorro de costos de aplicación de esta al suelo. Con la aplicación de la tecnología EM se hace posible la transformación de los residuos orgánicos en abonos de excelente calidad, utilizados en programas de producción limpia (Pedraza, et al., 2010).

La aspersión de microorganismos eficientes en las instalaciones donde se encuentran las excretas de los cerdos y el ganado, según el PRP (2009), reduce drásticamente los malos olores de los gases emitidos y la presencia de vectores. Además, la tecnología EM, aplicada en el tratamiento de aguas residuales permite recuperar este tipo de aguas, lo que minimiza

diferentes impactos generados al medio ambiente.

Moya (2012), plantea que el uso de agroquímicos además de ser de alto costo en la mayoría de los países, hace que el suelo pierda diversidad de flora y fauna y que se destruya su materia orgánica, mientras que los EM mejoran la biota del suelo, las propiedades físicas de este, disminuyen los costos de la producción, aumenta la cantidad de cosechas y por lo tanto, aumentan los ingresos del agricultor.

Según el PRP (2009), el uso de los EM puede tener las siguientes funciones:

En el agua potable: Remueve la materia orgánica; optimiza procesos unitarios en las plantas de tratamiento; reduce la producción de compuestos organoclorados en sistemas convencionales y racionaliza el uso de agentes químicos.

En el agua residual: Transforma la materia orgánica disminuyendo la producción de lodos; mejora la calidad física, química y microbiológica del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales e inhibe la producción de olores ofensivos.

En residuos sólidos: En procesos de compostaje acelera la transformación de la materia orgánica y elimina olores molestos en botaderos, rellenos sanitarios, estaciones de manejo de residuos y en carros recolectores. Los desechos agrícolas, la descarga de aguas contaminadas y la emisión de dioxina que se desarrolla por la incineración y la desintegración de materia orgánica son algunos de los problemas que se pueden enfrentar de manera exitosa con la aplicación de la tecnología de los EM.

Pérez (2010), plantea como resultado de una investigación realizada que estos Microorganismos Eficientes cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quilatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes.

Además, hace precisiones acerca de que mediante su acción cambian la micro y macro flora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y este se transforme a su vez en suelo azimogénico, lo que puede de alguna manera inhibir el crecimiento de patógenos.

Criterios emitidos por la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (2008) en Costa Rica, que estas bacterias funcionan como un componente importante de los EM,

ayudan a mantener el balance con otros microorganismos benéficos, permiten coexistir y funcionar conjuntamente con los mismos.

Silva (2014), manifiesta que los EM generan un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos, consumen los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades. Incrementan el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos y promueven la floración, fructificación y maduración, por sus efectos hormonales.

1.19. Humus de lombriz. Definición

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico que se produce por las transformaciones químicas de los residuos cuando son digeridos por las lombrices de tierra. Es altamente ecológico ya que se produce de manera natural y contribuye a la reutilización de los restos orgánicos. El humus es un producto soluble en agua y muy fino, cuando se mezcla con la tierra le aporta una textura esponjosa y sus nutrientes se incorporan rápidamente al suelo.

Es un material rico en materia orgánica y sales minerales fácilmente absorbidas por las plantas. Es un producto orgánico estable, uniforme, de coloración oscura, semejante al polvo de café. Es un auténtico fertilizante biológico que actúa como un mejorador del suelo, elevando su productividad.

A su vez, cuando se dispone de suelos de baja fertilidad o muy lixiviados, habrá que elegir un material orgánico muy rico en nutrientes, como el humus de lombriz, para que así se equilibre su pobreza. En huertos familiares se utilizan 600 gramos/m², para flores: 20 a 50 gramos/planta, en césped: 500 g/m², macetas: 8 cucharadas por maceta, plantas medicinales: 30 a 40 g/planta, organopónicos y huertos intensivos: 0,6 a 1 Kg. /m².

La órganoaponía semi protegida (cultivo bajo tendales o zarán) constituye una tecnología que se ha ido perfeccionando en Cuba a partir de los estudios realizados por un Grupo Multidisciplinario del INIFAT. Se basa en un paradigma orgánico, donde la calidad del sustrato, incluyendo la garantía en disponibilidad de humus de lombriz resultan esenciales constituyendo hoy uno de los Subprogramas de la Agricultura Urbana.

La producción de humus de lombriz y de compost se incrementó en el país, llegándose a producir hasta 78 000 y 701 000 t respectivamente. El mismo comportamiento se observa en la aplicación de abonos orgánicos en la agricultura no cañera, la cual llegó a duplicarse en el período 1984 - 1990. Posteriormente, producto de la crisis económica, hubo un descenso que comenzó a recuperarse a partir de 1997-1998 (Márquez y Ríos, 2010).

Condiciones necesarias para la explotación de las lombrices

Para establecer la lombricultura en primer lugar es necesario saber si hay materia orgánica disponible localmente y cuál es la finalidad de explotación, si de uso comercial o doméstico. En caso de ser comercial es importante que se piense en los costos de instalación, producción y transporte. Para esto es necesario que la instalación se ubique lo más próximo posible al mercado consumidor, con buenas vías de acceso. Otro aspecto importante es la fuente y calidad del agua.

Ampliamente utilizado como abono orgánico, el humus de lombriz puede sustituir total o parcialmente las aplicaciones de fertilizantes químicos en diferentes cultivos. Se han hecho investigaciones en el cultivo de la papa, pimiento, pepino y tomate teniendo buenos resultados (Martínez et al., 2003).

El empleo de la lombriz de tierra para la transformación de los residuos orgánicos en humus y su incorporación al suelo como abono orgánico, es una práctica que permite intensificar la vida del suelo debido a la abundante flora microbiana que contiene. El humus de lombriz es un estimulador biológico de la fertilidad del suelo, por el aporte equilibrado de vitaminas, enzimas, auxinas, macro y micro elementos, ácidos fúlvicos y húmicos que con su aplicación se consigue.

El macro y los micro elementos pueden ser asimilados por vía radical, en tanto las enzimas, vitaminas y auxinas ejercen su función en la rizosfera y a la vez estimulan el desarrollo de los microorganismos concurrentes en esa zona. La descomposición del humus proveniente tanto de procesos de compostaje como del lombricultivo y de los fenómenos de transformación natural en los suelos, y que da lugar a la formación de productos o sustancias asimilables por las plantas (amonio; nitratos y sustancias minerales), se conoce como mineralización; como proceso es una oxidación biológica en presencia de calcio (Ca) y fósforo (P) que transcurre

lentamente; es ejecutada por organismos altamente especializados y tiene lugar bajo condiciones adecuadas de humedad, pH, temperatura y presencia de oxígeno.

Así, se deberá tomar en cuenta la riqueza nutrimental de las distintas fuentes orgánicas empleadas en la agricultura; al respecto, cachaza, humus de lombriz y estiércoles de diverso origen, se cuentan entre los materiales de mayor consumo y reconocimiento (González, 2006).

Ventaja y beneficio de la lombricultura.

- Es un auténtico fertilizante biológico que actúa como generador del suelo, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas.
- Es de 6 a 7 veces más efectivo que cualquier otro fertilizante.
- Protege a las plantas, aumentando sus defensas, por el aporte que hace equilibrado de vitaminas fitoreguladoras naturales, auxinas, enzimas, micro y macro elementos, ácidos húmicos y fúlvicos.
- Permite la continuidad del cultivo sin necesidad de adquirir más lombrices.
- Ofrece fuente de renta en la venta de humus, lombrices y harina.
- El humus de lombriz es un abono orgánico abundante en nutrientes. Por esta razón puede ser utilizado en dosis más bajas que el resto de los abonos orgánicos lo que garantiza la fertilidad de suelos y sustratos (Martínez, 1997).

En materia de producción de humus de lombriz, resulta de gran utilidad la experiencia sobre los “Centros Municipales de Materia Orgánica”, así como del establecimiento de “micro-centros” a nivel de “Consejo Popular” (célula básica de la estructura político – administrativa en Cuba) y el fomento de pequeñas producciones, altamente eficientes a nivel de base, sobre todo en los propios organopónicos y huertos intensivos e incluso en “patios o solares” de las propias viviendas (Peña, 2002).

Resaltan por su eficacia, entre otros productores los siguientes: UBPC “Maniabo” en Las Tunas; la CCS “Arides Estévez” en Playa, Ciudad de La Habana; el Centro de Lombricultura del municipio de Ciego de Ávila.

II. Materiales y Métodos.

2.1. Localización y condiciones experimentales.

La investigación se desarrolló en áreas del módulo de cultivo protegido Mayabe 1, perteneciente a la Empresa Hortícola Wilfredo Peña, el cuál limita al norte con áreas de cultivo de la CPA Emisael Paneque, al este con el vial de acceso al Mirador de Mayabe y Feria Agropecuaria, por el sur con el caserío y la circunvalación y al oeste con la Fábrica de Implementos Agrícolas Héroes del 26 de julio.

Clima

Se empleó el registro de observaciones meteorológicas obtenidos en el pedagógico. Provincia de Holguín.

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, coincidiendo con lo planteado por (Broughton et al., 2003), cuando plantea que el frijol es una especie que se cultiva en gran diversidad de climas entre los 0 a 3000 msnm y sus mayores rendimientos se obtienen en zonas donde la temperatura promedio oscila entre los 15 y 27 °C. Temperaturas promedio superiores a 27 °C favorecen el desarrollo vegetativo, pero ocasionan el aborto y desprendimiento de las flores, reduciendo el número de vainas y de semillas por planta.

Este grano se produce en regiones con 1500 a 2600 mm de precipitación anual, aunque técnicamente de 300 a 400 mm de lluvia bien distribuidos son suficientes para obtener una buena cosecha. En el caso de nuestro experimento estas se comportaron en un rango de 431 mm aceptable según lo planteado por este autor, pero no bien distribuidas en los diferentes meses.

El exceso de lluvia, así como la humedad relativa alta son igualmente perjudiciales para la producción, pues inciden directamente en el desarrollo de la planta y la susceptibilidad a enfermedades. 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 (Broughton et al., 2003).

Tabla 1. Comportamiento de las variables meteorológicas.

Fecha	Temperatura ^{°c}	Humedad Relativa	Precipitación(mm)
Noviembre	25.5	153	73.6
Diciembre	25.1	189.3	43.4
Enero	23.93	27.6	72
Febrero	27	10.6	69.3
Marzo	26	44	173.3

Fuente: Estación de Meteorología. Sede José de La Luz y Caballero. Universidad de Holguín.

Suelo

El ensayo fue montado sobre un suelo categoría pardo si carbonato típico que presenta la siguiente taxonomía; Es saturado o medianamente saturado, medianamente humificado, mediana erosión, arcilla, muy poca graviliosidad, profundidad efectiva 42 cm, llano.

Con una estructuración granular media, mediana porosidad, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, poco compactado, con un buen drenaje interior (Hernández et al, 2015).

2.2. Diseño experimental y tratamientos evaluados.

El trabajo se desarrolló en el período del 20 de noviembre de 2021 al 20 de marzo 2022, se utilizó para ello un diseño experimental de bloque al azar compuesto por tres tratamientos y cuatro réplicas.

T1-testigo sin aplicación

T2- microorganismos eficientes (EM), a una dosis de 13 l ha⁻¹ en tres aplicaciones de 4,33 l ha⁻¹

T3- humus líquido, a una dosis de 26 l ha⁻¹ en tres aplicaciones de 8,66 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 cuatros 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 20 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) .

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, 2022

- Precio de semilla (4.5kg)(CUP): 746.73
- Una tonelada de frijol para venta (ton)(CUP): 746 730
- Un litro de Humus líquido (CUP): 20,00
- Un litro de Microorganismos Eficientes (CUP): 11.00

Los demás gastos del cultivo fueron obtenidos por la carta tecnológica del cultivo en la casa de cultivo 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	42 c	14,7 c
T2. Microorganismos eficientes	32 a	32.7 a
T3. Humus líquido	36 b	20.8 b
Es±	0,44	0.34

Letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey para una significación de $p \leq 0.05$.

Al evaluar el momento de floración como se muestra en la tabla 2 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 36 y 32 días respectivamente, adelantándose en seis y diez días la floración con respecto al testigo y en dos 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 32,7 y 20,8 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 3. Componentes del rendimiento.

Tratamientos	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. Microorganismos Eficientes	30,6 a	7,7 a	18,8 a
T3. Humus líquido	17,7 b	8,2 b	15,2 b
ES±	0,4	0,3	0,2

Letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey para una significación de $p \leq 0.05$.

Como se puede observar en la tabla.3 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 al número de vainas (30,6), cantidad de semillas por vainas (7,7) y el peso de 100 semillas (18,8 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. Microorganismos Eficientes	1,89 a
T3. Humus líquido	1,22 b
ES±	0,007

Letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey para una significación de $p \leq 0.05$.

La evaluación de los rendimientos se considera podríamos decir 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 (1,89 T.ha-1.), seguido aunque no muy de cerca por el tratamiento con Humus líquido (1,22), pero que este último aunque logra superar al testigo, no logra como el T2 superar a los rendimientos promedios del cultivo, contemplados en (0,73 T.ha-1.) obtenidos en el municipio Holguín.

Estos resultados coinciden con los planteados por el Doctor Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Japón cuando expresa que la utilización del EM genera infinidad de 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 268426,6 (CUP. ha⁻¹), 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

Trata- mientos	Rendimiento (t. ha ⁻¹)	Valor de la producción (CUP. ha ⁻¹)	Costo de producción (CUP. ha ⁻¹)	Ganancia (CUP. ha ⁻¹)	Costo x Peso
Testigo	0,73	121 136,2	45000	76136,2	0.59
Microorganismos Eficientes	1,89	313626,6	45200	268426,6	0.16
Humus líquido	1,22	202 446,8	45300	157146,8	0.28

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 76136,2 (CUP. ha⁻¹)

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 59 y 28 centavos, para producir 1 peso, mientras que con la aplicación de los microorganismos eficientes solamente se tuvo que invertir 16 centavos para producir 1 peso, demostrando la mayor rentabilidad y eficiencia económica de este tratamiento, aunque se debe destacar que en los tratamientos a los que se aplicaron microorganismos eficientes y humus de lombriz 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 a diferencia del testigo en el cuál se obtuvo un mayor gasto.

Impacto Ambiental.

Con el uso del humus de lombriz y microorganismos eficientes el cultivo mejora sus condiciones y sus respuestas ante las situaciones estresantes es mejor, por lo que también se hace más fuerte ante sus enemigos y la probabilidad de verse afectado por plagas y enfermedades disminuye. Esto reduce en gran medida que la aplicación de productos químicos tanto para el control de plagas y enfermedades como fertilizantes. Con su empleo se puede disminuir la contaminación ambiental y los riesgos a la salud humana, siendo esta una vía para lograr una agricultura ecológica y sostenible.

CONCLUSIONES

- 1- 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 $1,89 \text{ t/ha}^{-1}$
- 2- Al realizar una valoración económica de los resultados, el uso de microorganismos eficientes obtiene las mayores ganancias ($268426,6 \text{ CUP. ha}^{-1}$), y el menor costo por peso de solo $0,16$.

RECOMENDACIONES

La evaluación de la influencia de los microorganismos eficientes y el humus, en otros cultivos por ser este último un método de fácil producción y acceso para los productores; así como la validación de los resultados obtenidos en áreas de producción.

Bibliografía

1. Aguilera, S., y Hernández D. 1994. Frijoles y maíz: producirlos, una necesidad. La Habana. Cuba. MINAG. 9 pp.
2. ALFONSO, C. A., AVILÉS, R., CHAILLOUX, M., FAURE, B., GIRALT, E., GONZÁLEZ, M., GUZMÁN, E. E., HERNÁNDEZ, G., (et al.). 2000. *Guía técnica del cultivo del frijol en Cuba*. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba.
3. Álvarez FA, Benítez GR, Rodríguez AE, Grande MO, Torres MM, Pérez RP (2014) . Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 7 – 21.
4. Amurrio M, Santalla M, De Ron AM (2001) Catalogue of bean genetic resources. In: AEL, editorial, PHASELIEU-FAIR-PL97-3463, MBG-CSIC ed. Pontevedra, España: MBG-CSIC.
5. Beaver JS, Godoy G, Rosas JC, Steadman J (2002) Estrategias para seleccionar frijol común con mayor resistencia a mustia hilachosa. *Agronomía Mesoamericana*. 13: 67-72.
6. Beebe, SE.; González, A.; Rengifo J (2000) Research on trace minerals in the common bean. *Food and Nutrition Bulletin*. 21:387-391.
7. Beebe, SE.; Rao, IM.; Cajiao, C.; Grajales M (2008) Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*. 48: 582-592.
8. Beebe, SE.; Rao, IM, Blair, MW Acosta-Gallegos, JA (2010) Phenotyping common beans for adaptation todrought. In: J. M. Ribaut, P. Monneveux (eds.) *Drought phenotyping in crops: from theory to practice*. Generation Challenge Program Special Issue on Phenotyping. 311-334.
9. Bellucci E, Goretti D, Bittocchi E, Rossi M, Nanni L, Attene G, Papa R (2010) Nucleotide diversity analysis in wild and domesticated *Phaseolus vulgaris* L. from Mesoamerica. Vth International Congress on Legume Genetics and Genomic.
10. Bernal A, Abreu A, Quintero E, Ramos R, Castellanos M, Castillo O 2014. Respuesta de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la infección por *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint var. *typica* Arth. *Centro Agrícola*. UCLV, Santa Clara, Cuba, 41 (1), 5 p.
11. Bigiramana, J., Fontaine, R. & M. Hofte (2000). Bean anthracnose: virulence of *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Burundi, Central Africa. *Plant Dis*. 84, 491.

12. Broughton, WJ.; Hernández, G.; Blair, M.; Beebe, S.; Gepts, P.; Vanderleyden, J (2003) Beans (*Phaseolus* spp.) - model food legumes. *Plant and Soil*. 252:55-128.
13. CALERO, A., CASTILLO, Y., QUINTERO, E., PÉREZ, Y. Y OLIVERA, D. 2018. Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Fac. Cienc.*, 7 (1): 88-100.
14. CEPAL (2014) Evaluación del sector agropecuario en Centroamérica y República Dominicana, 1990-2014. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (LC/MEX/L.1175). México. DF.
15. Chailloux, Marisa; Hernández, G., Faure, B. y Caballero, R. 1996. Producción de frijol en Cuba: Situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana* 7(2): 98-107. Costa Rica.
16. CIAT (1981). Pudriciones radicales del frijol y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Stephen Beebe. Producción: Héctor F. Ospina. Cali, Colombia, CIAT 52P. (Serie 04SB-06.07).
17. Corrales, P. (1985). Enfermedades del frijol causadas por hongos. En M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven. (Eds. y Comp.), *Frijol: Investigación y Producción*. (pp.169-206). Centro Intencional de Agricultura Tropical. Cali, Valle, Colombia.
18. Díaz Barragán, O. A., Montero Robayo, D. M., & Lagos Caballero, J.A. (2009). Acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo del municipio de Mondoñedo, Cundinamarca. *Revista Colombia Forestal*, 12, 141-160. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v12n1/v12n1a10.pdf>
19. Ecologic Maintenances (2012). *Microorganismos efectivos EM en la Agricultura*. Yucatán, México. Recuperado de <http://www.emmexico.com>
20. ESTRADA, W., JEREZ, E., NÁPOLES, M. C., SOSA, A., MACEO, Y. C., CORDOVÍ, C. 2016. Respuesta de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la sequía utilizando diferentes índices de selección. *Cultivos Tropicales*, 37 (3): 79-84.

21. FAO. 2016. En: FIRA. *Panorama Agroalimentario. Frijol 2016*. Statistics Division, FAOSTAT. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf Consultado el 16/05/2018.
22. FAOESTAT (2015) Base de Datos de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Consumo mundial de frijol. Obtenido de www.faoestat.com.
23. Faure, B. (2003): Proyecto nacional mejoramiento genético de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para los factores bióticos y abióticos que limitan su producción en Cuba. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, Cuba.
24. FIRA (2015) Panorama agroalimentario Frijol. En sitio web: http://www.fira.org/pdf/Panorama_Agroalimentario_frijol consultado en mayo del 2016.
25. FIRA, 2016. Frijol 2016. Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA). México.
26. Fundases. (2014). Fundación de Asesorías para el Sector Rural. *Microorganismos Eficaces. Agrophos*. Recuperado de <http://fundases.com/p/solbac.html>
27. Gil, M, Rueda, P, Salgado, A, Valera AB. 2005. Guía de uso de microorganismos eficaces EM en la Agricultura. Bogotá, Colombia: FUNDASES. (Fundación para el Sector Agrícola). Servimpresiones Minuto de Dios).
28. González, M. (1984). Enfermedades fungosas del frijol en Cuba. Curso de postgrado. La Habana: INISAV. 60p.
29. González, Rosalía. (2006). Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), "Alejandro de Humboldt", La Habana, Cuba.
30. Hallman, G. & K. L. Andrews (1985). Frijol. En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro / K. L Andrews y Q. J. Rutilio. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. 521-545p.
31. Henríquez G. R.; Prophete, E.; Orellana, C. 1995. Manejo agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali. CIAT. Colombia. 98p.

32. Higa T. 1997. Making a world of difference through the technology of effective microorganisms (EM) EM Technologies, Inc; 8p
33. Higuera A. (1991). Métodos de inoculación para la detección de germoplasma de frijol resistente a la pudrición carbonosa del tallo *Macrophomina phaseolina tassi* (Goid). Revista de Agronomía (LUZ) 8(2):73 - 85.
34. IIG (2013) Guía técnica para el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).
35. INEGI (2015) Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
36. Infoagro. 2006. Manual de Horticultura. En: <http://www.infoagro.com>. Consultado febrero 2016.
37. Instituto de Investigaciones de Granos. Editora Agroecológica. La Habana.
38. Irañeta, M.; R. Rodríguez. 1983. Agrotecnia del frijol en IV Curso Intensivo de
39. Posgrado del frijol. La Habana. MINAG.
40. León, Ileana; Faure, B; Rodríguez, O; Benitez, R; Suárez, Yipsy y Rodríguez, R. (2008). Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba. FITOSANIDAD (1). 27-31 p.
41. Márquez, Edelmira. (2010). Humus de lombriz. En: Manual de procedimiento para. Tercera edición. (Ed. E. Martínez Oliva). Biblioteca ACTAF. La Habana, Cuba. p. 11.
42. Martínez, E, Barrios, G, Rovesti, L, Santos R. 2007.: Manejo integrado de plagas, manual práctico. 1ra ed. CNSV-GVC-Entrepueblos, España. 75-80.
43. Martínez, F. et al. (2003). Productos de la Lombricultura. Lombricultura. Manual Práctico. La Habana, Instituto de Suelos.
44. MARTÍNEZ, L., MAQUEIRA, L. A., NÁPOLES, M. C. Y NÚÑEZ, M. 2017. Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizados. Cultivos Tropicales , 38(2): 113-118.
45. Martínez, S.; Leiva, M.; Rodríguez, M.; Gómez, O.; Quintero, E.; Rodríguez, G.; Garcia, A.; Cardenas, M (2015) Nuevas variedades promisorias de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para la Empresa Agropecuaria "Valle del Yabú" Centro Agrícola. 20 (4): 91-93 p

46. Martínez Viera, R. y B. Dibut. (1997). Beneficios de la utilización de los biofertilizantes en Cuba. En: Memorias del I Encuentro Internacional sobre Agricultura Urbana y su impacto en la comunidad. La Habana.
47. MINAGRI. (2015). Plan estratégico de la cadena del frijol para la región central Cuba 42p.
48. MINAGRI. (2015). Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central Cuba 93p.
49. MINAGRI (2015) Propuesta de tecnología para la producción de granos con el equipamiento previsto con el programa más alimentos. La Habana.13p.
50. Ministerio de la Agricultura Minag 2003. Carta tecnológica del cultivo del frijol. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Investigaciones de granos. La Habana, Cuba. 10 pp.
51. Morales F. (1895). Enfermedades causadas por virus. En M.
52. López, F. Fernández y A. Schoonhoven. (Eds. y Comp.), *Frijol: Investigación y Producción*. (pp.217-228) Centro Intencional de Agricultura Tropical. Cali, Valle, Colombia.
53. Moya, J.C. (2012). *Cómo hacer microorganismos eficientes*. Ministerio de agricultura y ganadería dirección regional central occidental. Recuperado de <http://fundases.com/p/solbac.html>
54. Murguido, M. C. (2000). Manual sobre manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo del frijol. Ministerio de la Agricultura. INISAV. PROFRIJOL. Ciudad de la Habana. 14-16.
55. Muñoz, G. & Singh, S. (1997). Estudio comparativos de fuentes de resistencia para Bacteriosis común disponibles en diferentes especies
56. de *phaseolus* y progreso genético a través de cruzamientos íter específicos y piramidación de genes. En S. P. Singh & O. Voysest, (Eds.), Taller de mejoramiento de frijol para el Siglo XXI: Bases para una estrategia para América Latina. (pp.118-129) CIAT, Cali, Colombia.
57. ONE (2009): Siembra y superficie existente sembrada de frijol. Dirección de Agropecuario. República de Cuba, 21pp.

58. Socorro, M, Martin, W. 1998. Granos. Instituto Politécnico Nacional. Mp. (Voysese, 2000) Mejoramiento del frijol por introducción y selección / O. Voysese
59. (2000) en su obra "Mejoramiento genético del frijol común Voysese / En: frijol: Investigación y producción. Cali. CIAT: p. 82-106.
60. ONEI. 2017. Anuario Estadístico de Cuba 2016. Capítulo 9: *Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca*. República de Cuba. Disponible en: <http://www.onei.cu> Consultado: 15/05/2018.
61. Ortiz, V. M. (2003). «El frijol en el estado de Zacatecas», Gobierno del Estado de Zacatecas, Zacatecas, p: 181.
62. PAREDES, L. O., GUEVARA, F. L. Y BELLO, L. A. 2006. Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas. Fondo de Cultura Económica, 205 p.
63. Pacheco M, Hernández A, Alonso M, Puldón V, Arap R, Martínez SJ, Otero K, Horta M, Rodríguez ME, Dávila G, Rodríguez Y (2016) La cadena de valor del frijol común en Cuba. Proyecto AGROcadenas. Cuba. 171 p.
64. Pedraza, R.O., et al. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11(2), 155-164. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624728.pdf>
65. PEÑA, K., RODRÍGUEZ, J. C. y SANTANA, M. 2015. Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. *Avances*, 17 (4): 327-337.
66. PRP (2009). *Manual Práctico de Uso de EM. Edición Nº 1*. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. Uruguay.
67. Pérez Molina, S.M. (2010). *Efecto de microorganismos aplicados por fertirriego en la disponibilidad de fósforo en dos sistemas de cultivo de banano en la zona bananera del Magdalena*. Tesis de Maestría. Santa Marta: Universidad Nacional de Colombia.
68. Popelka JN, Terryn TJ, Higgins V (2004) Review: Gene technology for grain legumes: can it contribute to the food challenge in developing countries? *Plant Science*. 167: 195– 206.

69. Quintero, F.E. 1985. Variedades y Agrotecnia del cultivo del frijol. Informe final de investigaciones, Quinquenio 1981-1985. Fac. C. Agr., Universidad Central de las Villas, Santa Clara, 40 p.
70. Quintero, E. 2000. Manejo agrotécnico del frijol en Cuba. Monografía. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Santa Clara, 28 p.
71. Quintero, F, Gil, V, Ríos, L, Martínez M, Díaz M. 2006. El fitomejoramiento participativo del frijol y su impacto en la introducción de caracteres positivos a los sistemas agrícolas de Villa Clara.
72. Ramírez Martínez, M. A. (2009). *Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible*. Tesis de Ingeniería Ambiental. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
73. Ríos MJ y Quirós DJ (2002) El Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá. 193 pp.
74. Responses to plant breeding limitation in Cuba. En: CIP-UPWARD.
75. Rios H (2003). Farmer participation and access to agricultural biodiversity.
76. Responses to plant breeding limitation in Cuba. En: CIP-UPWARD.
77. Conservation and sustainable use of agricultural biodiversity: A source book. International Potato Center- Users perspectives with agricultural research and development. Los Baños. Laguna. Filipinas: 382-387.
78. SAGARPA (2005) Plan rector del sistema nacional del frijol. inicial.
79. Secretaria de Agricultura, Guatemala. Desarrollo Rural. Pesca y Alimentación (SAGARPA), Tocológico de Monterrey e INCA Rural.
80. SAGARPA. 2017. Frijol Mexicano. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Cd. De México
81. Silva, M. (2014). *Microbiología General*. Recuperado de
82. <http://microbiologiageneral.blogspot.com/2009/05/microorganismos-ficientes.html>
83. Socorro, M, Martin, W. 1998. Granos. Instituto Politécnico Nacional. Mp. (Voyses, 2000) Mejoramiento del fríjol por introducción y selección / O. Voyses (2000) en su obra "Mejoramiento genético del fríjol común Voyses / En: fríjol: Investigación y producción. Cali. CIAT: p. 82-106.

84. Valladares CA (2010) Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. En: Serie Lecturas Obligatorias: Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos de grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico. Departamento de producción vegetal.
85. Write, Jeffrey W. (1985). Conceptos básicos de Fisiología del frijol. En: frijol: Investigación y producción. Cali. CIAT.