



**Universidad
de Holguín**

**FACULTAD DE
CIENCIAS NATURALES Y AGROPECUARIAS**

**Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero
Agrónomo**

**TÍTULO: INFLUENCIA DEL USO DE ALTERNATIVAS DE
FERTILIZACIÓN ORGÁNICAS Y MICRORGANISMOS
EFICIENTES, EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
FRIJOL (*PHASEOLUS VULGARIS* L.) CV. CC – 25-9.**

Autor: Alexey Sarmiento Suárez

Tutor: Resky Tello Céspedes. Ing. MSc.

Mayarí, 2022

RESUMEN

El presente trabajo, apuesta por una agricultura orgánica y sostenible con el empleo de microorganismos eficientes y productos de origen orgánico, aplicados foliarmente como estimuladores del crecimiento, se evaluaron variables del rendimiento y altura del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv.Cuba Cueto 25 – 9; el ensayo tuvo lugar en la “CCS Desembarco del Granma”, zona Guayabo, perteneciente al municipio de Mayarí, durante la campaña de frío (2021-2022), en el período de 15 de octubre al 25 de enero 2022, sobre un suelo Pardo con carbonato. Donde se evaluaron cinco (5) variantes de fertilización, que comprendió el uso de Microorganismos Eficientes con el producto Lebame, abono orgánico con el empleo de Vermicompost y Micorrizas arbusculares a través del Ecomic. Se tomaron mediciones de altura de las plantas, rendimiento y sus componentes, así como, se realizó un análisis económico en base a los rendimientos obtenidos. Destacándose como resultados, el desarrollo y rendimiento alcanzado por las plantas de frijol variedad Cuba Cueto 25–9, con las aplicaciones de Microorganismos Eficientes (Lebame 2lt.ha⁻¹) y su combinación con Vermicompost 1lt.ha⁻¹, el cual fue superior significativamente al resto de los tratamientos en estudio con 45.63 cm de altura y 1.78t. ha⁻¹. Las variantes que incluyeron, microorganismo eficiente (Lebame) y sus mezclas con Vermicompost (2+1 lt.ha⁻¹), así como las aplicaciones de Ecomic, mostraron un crecimiento económico favorable alcanzando una producción adicional respecto al control de 1.08 y 0.89 t respectivamente, que representó \$ 22.25 y 18.33 MP superior en valores al resto de los tratamientos en estudio.

Palabras Claves: Microorganismos Eficientes, Fertilización orgánica.

ABSTRACT

The present work, bets for an organic and sustainable agriculture with the employment of efficient microorganisms and products of origin organic, applied foliarmente like stimulative of the growth, variables of the yield and height of the bean were evaluated (*Phaseolus vulgaris* L.) cv.Cuba Cueto 25 - 9; the rehearsal took place in the "CCS Landing of the Granma", area Guayabo, belonging to the municipality of Mayarí, during the campaign of cold (2021-2022), in the period of October 15 at January 25 2022, on a Brown floor with carbonate. Where five were evaluated (5) variants of fertilization that understood the use of Efficient Microorganisms with the product Lebame, organic payment with the employment of Vermicompost and Micorrizas arbusculares through the Ecomic. They took mensurations of height of the plants, yield and their components, as well as, it was carried out an economic analysis based on the obtained yields. Standing out as results, the development and yield reached by the plants of frijol variety Cuba Cueto 25-9, con the applications of Efficient Microorganisms (Lebame 2lt.ha-1) and their combination with Vermicompost 1lt.ha-1, which went superior significantly to the rest of the treatments in study with 45.63 cm of height and 1.78t. have-1. The variants that included, Efficient Microorganism (Lebame) and their mixtures with Vermicompost (2+1 lt. ha⁻¹), as well as the applications of Ecomic, showed a favorable economic growth reaching an additional production respectively regarding the control of 1.08 and 0.89 t that it represented \$22.25 and 18.33 MP superior in values to the rest of the treatments in study.

Keywords: Efficient microorganisms, organic Fertilization.

ÍNDICE

Nro	Contenido	Página
	RESUMEN	-
I	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivo general	3
1.1.1	Objetivos específicos	3
1.2	Hipótesis	3
II.	DESARROLLO	4
2.1	CAPÍTULO I: Generalidades sobre el cultivo del frijol	5
2.1.2	Clasificación taxonómica	6
2.2.	Distribución	6
2.3	Problemática de la producción de frijol en Cuba	7
2.4	Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo del cultivo	15
2.4.1.	Factores climáticos	15
2.4.1 .1.	Temperatura	16
2.4.1 .2.	Luz	16
2.4.2.	Agua	16
2.4.3.	Edáficos	17
2.5	Época de siembra y manejo de cultivares.	17
2.6.	Distancias y densidad de siembra	18
2.7.	Atenciones culturales	18
2.7.1	Fertilización	18
2.7.1.1	Tecnología de fertilización del frijol común	20
2.7.1.2	Fertilización orgánica	21
2.7.1.2.1	<i>Vermicompost</i>	22
2.7.1.3	Fertilización con Micorrizas.	24
2.7.1.4	Microorganismo Eficiente.	24
2.7.2.	Riego y Drenaje	25
2.7.3.	Control de malezas	26
2.7.4.	Manejo de plagas	26
2.7.5.	Cosecha	26

2.7.6.	Beneficio	27
III.	CAPÍTULO II: III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1	Secuencia de realización del experimento.	28
3.2	Tratamientos.	28
3.3.	Generalidades de los métodos empleados.	29
3.3.1.	Métodos Teóricos.	29
3.3.2.	Método Lógico	29
3.3.3.	Métodos Empíricos.	29
3.3.4.	Métodos Estadísticos	29
3.4.	Indicadores del crecimiento evaluados	30
3.5.	Indicadores del rendimiento evaluados	30
3.6.	Evaluación económica de los resultados	30
IV.	CAPÍTULO III: RESULTADO Y DISCUSIÓN	31
4.1	Comportamiento de las variables morfológicas o desarrollo (altura).	31
4.2.	Comportamiento de las variables Rendimiento en el cv. CC 25- 9	32
4.3	Valoración Económica	35
V.	CONCLUSIONES.	37
VI.	RECOMENDACIONES.	38
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	-
VIII	ANEXOS	-

I. Introducción

El frijol común, (*Phaseolus vulgaris* Lin.), es originario de América, pero es intensamente cultivado en toda la zona tropical y algunas regiones templadas del planeta. Se adapta bien desde 200 hasta 1 500 msn (MAG, 1999), es la leguminosa más consumida en el mundo. Anualmente se producen alrededor de 18 millones de toneladas en ambientes tan diversos como América Latina, norte y centro de África, China, EUA, Europa y Canadá. Dentro de estos, América Latina es el mayor productor y consumidor, liderado por Brasil, México y Centroamérica y el Caribe (FAO, 2005; Ulloa, J., Rosas, Ramírez y Ulloa, B., 2011).

La producción de frijol ha alcanzado en la actualidad un carácter universal, constituyendo este grano un valioso componente de la dieta humana, por ser una fuente importante de proteínas para las familias con limitaciones para adquirir o producir proteína animal (González, 1984; Socorro y Martín, 1989 y Araya *et al.*, 1995). Es una importante fuente de aminoácidos esenciales e hierro, y se considera que contiene más del doble de proteínas que los cereales y casi igual cantidad de carbohidratos que estos.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es, entre las leguminosas de granos alimenticios, la especie más importante por su amplia difusión y además por considerarse uno de los complementos básicos en la dieta alimenticia de América Latina (FAO, 2005).

En Cuba se destaca por su importancia agrícola y social, teniendo un peso fundamental en los hábitos alimentarios de la población. Se cultiva a lo largo y ancho del país, con un área total sembrada de 104 500 hectáreas en el año 2015 (ONEI, 2013). Sin embargo, la producción nacional satisface solo el 3 % de la demanda de consumo, por lo que es necesario importar alrededor de 110 000 toneladas cada año (Sueiro, Rodríguez y Cruz, 2011). Por tal motivo, una de las prioridades de la agricultura cubana en la actualidad es incrementar la producción de este cultivo con el empleo de tecnologías que sean amigables con el medioambiente.

En la búsqueda de opciones para el reciclaje de los residuos generados por la actividad agropecuaria y dentro de los intereses actuales de la agricultura orgánica y sostenible, se encuentra la preservación del medio ambiente (Muscolo, 2007).

En los últimos años, la provincia de Holguín sembró como promedio 7500 ha de frijol, de ellos 2700 ha de frijol común, siendo el municipio Gibara el principal productor con una siembra histórica de aproximadamente 2054 ha. En Mayarí fueron beneficiadas 1275 ha, Los suelos predominantes en esta zona son los Vertisuelos y los Sialitizados cálcicos, en su gran mayoría deteriorados fundamentalmente por fenómenos erosivos con pérdidas de su fertilidad. Por otra parte, en Cuba y en el mundo se ha potenciado la utilización de diferentes alternativas como: Uso de biofertilizantes, abonos orgánicos (Humus de lombriz, estiércol y compost), entre otras, que tienen la capacidad de mejorar la nutrición de los cultivos, promover un mayor desarrollo de las plantas y por tanto la producción. La apropiada combinación de fertilizantes minerales, fertilizantes biológicos, abonos orgánicos, residuos de cultivos, compost o variedades de cultivos nitro fijadoras, pueden hacer realidad esta integración para el beneficio de las plantas, el medio y el hombre (Arteaga *et. al*, 2020). El uso de biofertilizantes en la agricultura permite asegurar la productividad de los cultivos a un costo bajo y con un consumo mínimo de fertilizantes químicos.

En tal sentido, con la agudización del bloqueo y la incidencia de la pandemia, COVID-19, se ha visto limitada la adquisición de fertilizantes e insumos para enfrentar la campaña de siembra de este grano en el territorio, con altos costos de los portadores de nitrógenos, fósforo y potasio, que imposibilitan al país acceder a estas fuentes de nutrientes por sus altos costos en el mercado. El descenso de los rendimientos de este grano en Cuba se origina fundamentalmente por el déficit nutricional, así como por la incidencia de plagas y enfermedades.

El estudio tributa a programas productivos vinculados con el autoabastecimiento local, las acciones previstas a desarrollar se corresponden con los lineamientos 168 y 173 de la política del estado, dirigidos a incrementar las producciones sostenibles de granos, estrechamente vinculado con el Plan Nacional de Soberanía Alimentaria y Educación nutricional (plan SAN). Y dentro de las 63 medidas aprobadas para el fortalecimiento de la producción agropecuaria, la Nro.20, encaminada a consolidar la producción de alimento a nivel local que asegura el autoabastecimiento municipal con recursos endógenos de la localidad.

Estas son unas de las principales razones por la que definimos **como Problema:** ¿Cómo influye el empleo de alternativas de fertilización orgánicas y microorganismos eficientes en el crecimiento y rendimiento del frijol común, (*Phaseolus vulgaris* Lin?) variedad CC-25-9 en la CCS “Desembarco del Granma” en Mayarí?

1.1 Objetivo General:

Evaluar el efecto, de alternativas de fertilización orgánicas y microorganismos eficientes, en indicadores de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv.Cuba Cueto 25 – 9, en la CCS “Desembarco del Granma” en Mayarí.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Conceptualizar el marco teórico referencial producto de la consulta de literatura nacional e internacional actualizada.
2. Evaluar el empleo de abonos orgánicos y microorganismo eficiente en la fertilización del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv.Cuba Cueto 25 – 9.
3. Validar la efectividad económica de los tratamientos evaluados.

1.2 Hipótesis

El empleo de abonos orgánicos y microorganismo eficiente en la fertilización del frijol cv.Cuba Cueto 25 – 9, contribuye al incremento del crecimiento y rendimiento de este grano en la CCS “Desembarco del Granma” en Mayarí.

II. DESARROLLO

2.1. CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

El marco teórico del presente trabajo se elabora a partir de la sistematización conceptual de los componentes del objeto, los cuales de forma detallada han sido estudiados a través de la bibliografía consultada al respecto. Esta sistematización ha tenido un eje central constituido por la interacción entre dos conceptos fundamentales: agrotecnia del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y nutrición a través de fertilización orgánica y microorganismo eficiente. A su vez, en torno a estos conceptos, se han interpretado otros que contemplan la concepción teórica del trabajo.

La estrategia seguida para la construcción del marco referencial se expone en la figura 1.1.

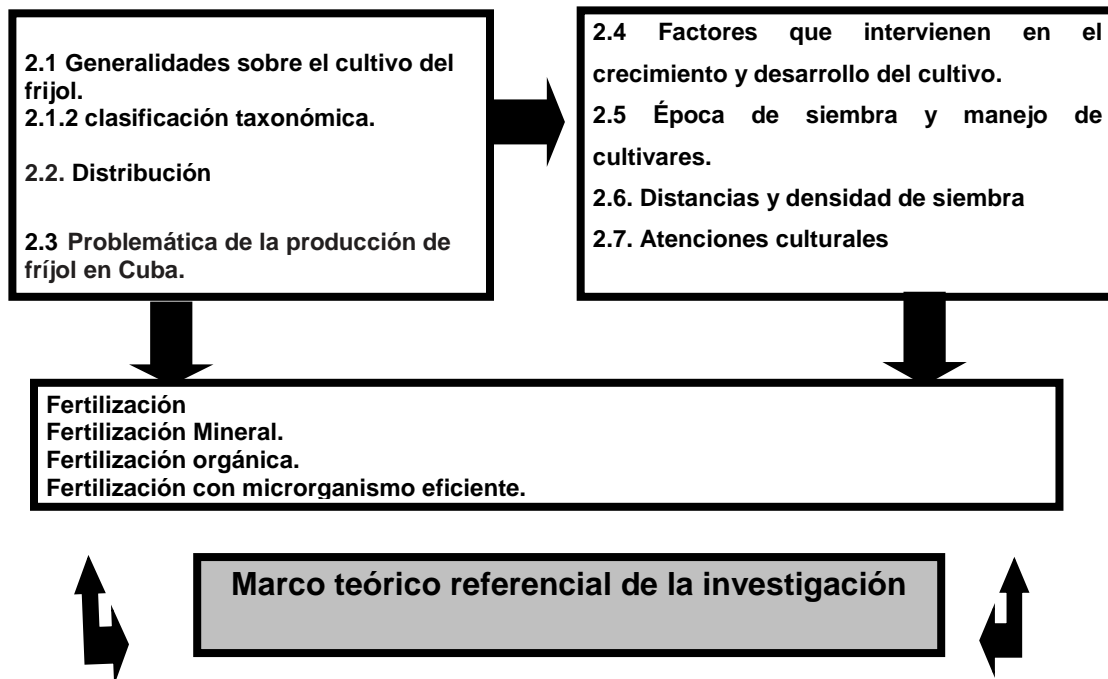


Figura 1.1. Estructura de la construcción del marco referencial

2.1 Generalidades sobre el cultivo del frijol.

El Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor consumo en el mundo (Broughton y col, 2003; Phillip y col., 2006) y han sido reconocidos por diversas organizaciones como alimentos saludables (Hangen & Bennink, 2003), en las regiones tropicales es el grano de mayor importancia destinado al consumo directo de la población (Mendoza *et al.*, 1989), ya que constituye la fuente más barata de proteína y un componente indispensable en la dieta, además de ser una fuente importante de ingresos para los pequeños productores (Socorro y Martín, 1989 y Martínez, 2007). El descenso de los rendimientos de este grano en Cuba se origina fundamentalmente por el déficit nutricional, así como por la incidencia de plagas y enfermedades.

En muchas partes de América Latina y de África, el frijol se considera la "carne de la población de escasos recursos". Su contenido proteico es aproximadamente el doble de la mayoría de los cereales y es rico en micro nutrientes esenciales como el hierro y el ácido fólico. Cerca del 40 % de la cosecha de frijol de África se destina al mercado, lo que genera, directamente en la finca y sin recurrir a intermediarios, ingresos anuales cercanos a los doscientos cincuenta mil millones de dólares. América Latina es la principal región productora de frijol del mundo y representa casi la mitad de la producción mundial (Stephen y Blair, 2006).

En nuestro país se consumen grandes cantidades de estos granos, constituyendo un elemento esencial en la dieta del cubano, formando parte de numerosos platos de la cocina tradicional. Las provincias de Matanzas, Pinar del Río, La Habana, Camagüey y Santi Espíritus ocupan los primeros lugares en el país en cuanto a las áreas cultivadas. La zona de Velazco en Holguín se conoce como el granero de Cuba debido a su tradición y condiciones naturales. Este grano es cultivado por Granjas Estatales, Cooperativas de Crédito y Servicio y Agricultores independientes (Arredondo, 2005). Siendo uno de los granos que el pueblo cubano consume con mayor frecuencia junto al arroz.

El frijol constituye uno de los granos fundamentales en la alimentación del pueblo cubano junto al arroz y las viandas; es un alimento de preferencia en la dieta diaria, al

menos en una de las comidas.

Por otra parte, su alto contenido en proteínas vegetales lo sitúan como un cultivo estratégico del país, ya que permite paliar el déficit de proteínas en la dieta alimentaria que constituye actualmente uno de los principales problemas de los países tropicales y del cual Cuba no está exenta.

Sin embargo, hasta el presente el cultivo no ha tenido prioridad en el país. En 1993 su importación fue de 116, 600 t y su producción por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) fue de 12 000 t, Aguilera *et al* (2018); esta cifra significa sólo el 2% del total consumido en el país según cifras oficiales. No obstante, debe destacarse que, aunque la producción y el consumo son superiores a las cifras anteriores, aún se encuentran por debajo de los requerimientos reales de la población.

2.1.2 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*

2.2. Distribución

El frijol común, 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 1 500 a 2600 mm de precipitación anual, aunque teóricamente de 300 a 400 mm de lluvia bien distribuidos son suficientes para obtener una buena cosecha. El exceso o déficit de lluvia son igualmente perjudiciales para la producción, pues inciden directamente en el desarrollo de la planta y la susceptibilidad a enfermedades. El centro de origen del frijol común es el continente americano, basándose en importantes descubrimientos arqueológicos tanto en México y Centro América como en América del Sur, donde se tiene registros de que este cultivo ya era conocido aproximadamente 5000 años antes de la era cristiana (Debouck and Hidalgo, 1984; Gepts and Debouck, 1991). Además, también se ha encontrado una amplia diversidad entre las especies silvestres y especies relacionadas en ese continente (Singh, 1999). Es una planta anual herbácea, escaladora o erecta, de ciclo anual, que se cultiva en zonas tropicales y regiones templadas. A veces cubierto de vellosidades, el hábito de las plantas trepadoras, tienen tallos y zarcillos volubles (Beaver *et al.*, 2002).

2.3 Problemática de la producción de frijol en Cuba

- **Clima y época de siembra.**

Cuba es un archipiélago de 110, 922 km de extensión. De forma larga y estrecha, está compuesto fundamentalmente por dos islas mayores, Cuba y la Isla de la Juventud; se encuentra situado a la entrada del Golfo de México, entre los 19 50' y los 23 15' de longitud norte y entre los 74 8' y los 84 57' de longitud oeste. Su clima es subtropical, con dos estaciones muy marcadas: la época de lluvia (mayo-octubre) y la época de seca (noviembre-abril); con un promedio de precipitación anual de 1200 mm. ICGC (1978).

En la época de seca las temperaturas varían entre 22,5 y 24°C, por la entrada de los “frentes fríos” (masas de aire provenientes de América del Norte) lo que origina un invierno corto, caracterizado por temperaturas muy variables. Dichos frentes penetran por la zona occidental de la isla, provocando que en la misma incidan temperaturas más bajas y lluvias ligeramente más frecuentes. En estos meses se siembra el frijol y la mayoría de los cultivos de ciclo hortícola, con importancia económica, por ejemplo, las

hortalizas, la papa y el tabaco, los cuales ocupan la mayor parte del área agrícola.

Lo expuesto condiciona la falta de áreas propias para la siembra del cultivo en época seca. En la época de lluvia, las altas temperaturas y las fuertes lluvias afectan considerablemente su desarrollo; la inexistencia de condiciones y variedades para la siembra en este período limita extremadamente el cultivo. González M. (1984), señala como época temprana de siembra en el país de septiembre a noviembre y la tardía de diciembre a mayo; en regiones montañosas las siembras pueden realizarse hasta inicios de la época seca. Estas condiciones son similares en todo el país.

En un margen más estrecho, la época temprana se ubica desde el 1 de septiembre al 15 de octubre, óptima del 15 de octubre al 30 de noviembre y tardía desde el 1 de diciembre al 30 de enero.

- **Distribución del cultivo y su producción.**

Las regiones frijoleras más importantes en Cuba se encuentran en Holguín, con una extensión de cerca de 3 000 ha; en esta zona la producción se basa fundamentalmente en áreas de campesinos individuales o de pequeñas cooperativas, en Pinar del Río (4 000 ha), Matanzas (4 000 ha) y Ciego de Ávila (538 ha) la producción se sustenta en grandes áreas en sucesión con arroz y otros cultivos, en monocultivo en ambiente favorable con riego y un alto grado de mecanización y utilización de insumos.

En todo el resto del territorio nacional se encuentran, en diferente magnitud, tierras dedicadas al cultivo del frijol; tradicionalmente el Ministerio de la Agricultura de Cuba, ha tenido las mayores áreas en monocultivo; sin embargo, el Ministerio del Azúcar, el Ministerio de las Fuerzas Armadas y el Ministerio del Interior, se han convertido en productores del grano el cual dedican a su autoconsumo. También los pasos dados en el país en la descentralización de la Agricultura, han contribuido a diversificar la producción, ocupando el frijol hoy en día un mejor lugar.

Las cifras oficiales de producción del cultivo por el MINAG, las cuales engloban tanto el sector empresarial como el sector privado; no obstante, indican bajos niveles de rendimiento del frijol. Estas cifras no responden fielmente a la realidad ya que existe una producción que no se comercializa en el mercado agropecuario y que no es

indicada en las estadísticas oficiales, que incluye cooperativas, campesinos individuales, producción familiar, etc., estando, por otra parte, la producción que realizan otros importantes Ministerios para su autoconsumo. Considerando incluso mayores valores de producción, por lo expuesto, estos niveles pueden ser mayores, acorde con el nivel tecnológico disponible en el país.

- **Producción de semilla.**

La producción de semilla de frijol en el país es insuficiente. A nivel empresarial, se produce la semilla de las variedades mejoradas, pero la disponibilidad de insumos fundamentalmente y dificultades organizativas han limitado la obtención de volúmenes de producción que permitan el abastecimiento de toda el área a sembrar.

Colateralmente, el sector privado, en la mayoría de los casos, reproduce su propia semilla la cual responde fundamentalmente a variedades criollas, aunque es también receptivo a la adopción de nuevas variedades.

En el país existe un nivel tecnológico adecuado para la producción de semillas de alta calidad, así como la infraestructura necesaria. Se requiere la rápida consolidación del sistema de producción local y nacional.

Actualmente, el Programa Nacional de Semillas se encuentra priorizado y sometido a un proceso de reestructuración que permitirá la obtención de la semilla necesaria.

- **Suelos dedicados al frijol y su fertilidad.**

El frijol se siembra en una amplia gama de tipos de suelos, generalmente de topografía llana, aunque en menor medida se utilizan áreas con pendientes del 2-14 %.

La fertilidad de los suelos es variable, dependiendo del tipo y su ubicación; en la región occidental predominan los suelos ferralíticos (oxisoles y ultisoles) muy productivos, mientras que en la región oriental los suelos son más fértiles pardos (mullisoles y ultisoles), vertisuelos (vertisoles) y aluviales.

En todos los suelos el contenido de nitrógeno es bajo, por la incidencia de condiciones climatológicas tropicales, lo cual acelera la descomposición de la materia orgánica e incrementa las pérdidas del elemento (lixiviación, volatilización, erosión, etc).

Los contenidos de fósforo generalmente son bajos y el potasio alto; los valores de pH medios y elevados agrupan más del 95% del área. El nitrógeno es el elemento que determina en primer lugar los rendimientos del cultivo, seguido por el fósforo, igualmente en las áreas de siembras ubicadas en lugares con pH ácido, el cultivo se encuentra muy limitado.

Numerosas investigaciones realizadas en el país indican como necesaria la aplicación de un promedio de 160 kg N/ha para satisfacer los requerimientos del cultivo, del 75-80% de dichas necesidades son suplidas con la aplicación de *Rhizobium* para lo cual se cuenta con un sistema de producción y distribución a todo el país e igualmente de cepas autóctonas específicas para cada tipo de suelo, siendo las indicadas para los Ferralíticos Rojos, Gley Ferralíticos Cuarcíticos (Oxisoles) y Pardos sin Carbonatos (Mollisoles) las cepas CF1, NFK, y HG-1, respectivamente.

En base al tipo y contenido de P y K del suelo se recomiendan de 69 a 119 kg P₂O₄/ha y 37 kg K₂/ha. (González *et al.*, 2004).

- **Variedades cultivadas y preferencias.**

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

Producto del trabajo del Programa de Mejoramiento del país con el PROFRIJOL en la actualidad se posee en variedades resistentes al Mosaico Dorado del fríjol (DOR-390, DOR-445, DOR-446, DOR-364, DOR-482 y DOR-483), con buena adaptación, las cuales se encuentran en la fase de reproducción de semillas y se están extendiendo en algunos territorios como La Habana y Holguín, (Faure, 1995).

Por lo anterior, se cuenta con un buen número de variedades mejoradas con rendimientos elevados; no obstante, su introducción, adopción e impacto en la producción ésta determinado por la falta de áreas propias para el cultivo del fríjol. El consumo per cápita del fríjol por año en Cuba es de aproximadamente 10,22 kg.

La preferencia para el consumo y producción se basa en variedades de grano negro

pequeño opaco, de los cuales se siembra el 85% del área, las variedades de color rojo pequeño y grande el 13% y las de color blanco el 2%.

Por zonas existen preferencias: en el occidente del país se consume mayormente el frijol negro, mientras que en el oriente se prefiere el grano rojo y ocasionalmente el grano blanco. Los granos de color negro y rojo se consumen en caldos y cocinados junto al arroz, mientras el blanco se utiliza fundamentalmente en forma de fabada.

- **Factores bióticos.**

La incidencia de las plagas y enfermedades en Cuba condiciona estrictamente la obtención de elevados rendimientos en frijol; estas se presentan de manera variable según las características climáticas de las zonas, donde se cultiva el frijol difiriendo igualmente en su intensidad.

En los últimos años, se destaca como enfermedad de mayor importancia el virus del mosaico dorado del frijol el cual provoca pérdidas hasta el 100%, (Blanco y Faure 1994). Según Vázquez (1995), en 1990 este virus se presentó en casi todo el territorio nacional, con un promedio de áreas de siembras de frijol afectadas de 22,8%, en los años posteriores 91-93 fue de 33,1, 21,4 y 28,2 respectivamente. Su incidencia se encuentra muy asociada con la atención fitosanitaria deficiente, el bajo nivel agrotécnico y las condiciones de secano de acuerdo a la forma de tenencia de la tierra, (Blanco, 1995).

La bacteriosis (*Xanthamona campestris* pv.*phaseoli*) es la enfermedad bacteriana de mayor importancia económica, provoca pérdidas que varían de 9- 57%, (Faure 1995) mientras que la roya (*Uromyces appendiculatus*) se presenta en todo el país en siembras tardías, con pérdidas que son de 28-54% para las variedades más susceptibles y de 8-33% para las más resistentes. (González, 2004).

Estas enfermedades pueden presentarse de forma individual o coexistir varias al mismo tiempo lo que provoca pérdidas irreparables en las cosechas. Dentro de las plagas de mayor impacto se destaca el trips de las flores del frijol (*Megalurotrips usitatus*(Bagnall)) con reducciones significativas de los rendimientos.

En Cuba, el fríjol es invadido por más de 60 especies de malezas entre las que se destacan, por las pérdidas económicas que ocasiona: *Cyperus Rotondus*(Cebolleta), *Sorghun halepense*(Don Carlos), *Euphobia heterophilla* (Lechosa), *Echinochloa colona*(Metabravo) y la *Parthenium hysterophorus* (Escoba Amarga).

La necesidad de atenuar el impacto ambiental para el control de plagas, condiciona la necesidad de un manejo integrado del fríjol, para el cual se dispone de la información fundamental; es necesario completarlo e implementarlo en todas las áreas de siembra. Se utilizan en la lucha contra las moscas blancas, salta hojas y crisomélidos; el *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*; igualmente, se encuentra estructurado un sistema que permite la producción y comercialización de estos productos en todo el país.

- **Manejo del cultivo.**

La producción fundamental de fríjol en el país se basaba en monocultivo en ambiente favorable bajo riego ocupando en la mayoría de los casos áreas en sucesión con arroz. Para estas condiciones de cultivo se encuentran determinadas las distancias de plantación, la nutrición, el riego, etc. Faure (1990 a), Faure (1990 b) y Valdés (1990).

El Ministerio del Azúcar siembra, en sucesión y asociación con la caña, aproximadamente 23 00 ha. Las cooperativas de producción agropecuaria y campesinos individuales asocian sistemáticamente sus áreas de fríjol con cultivos como maíz, yuca, malanga, boniato, etc.

De modo general, a nivel empresarial agrícola en el país, la asociación del cultivo del fríjol es una práctica poco utilizada; en la actualidad, cobra cada día mayor importancia.

Tanto la sucesión de cultivos como la asociación, brindan grandes posibilidades para la ubicación del fríjol en áreas con otros cultivos, lo que permite ampliar su siembra. Es necesario incrementar las investigaciones en este sentido que permitan disponer de tecnologías completas para todos los sistemas de cultivo.

- **Riego.**

El fríjol en su época óptima de siembra (15 octubre-30 noviembre), requiere imprescindiblemente de regadío; las lluvias erráticas en este período no suministran las

necesidades de agua al cultivo.

Las siembras en épocas tempranas (1º septiembre-15 octubre) pueden prescindir del riego, aunque es un período altamente riesgoso por las fuertes lluvias que curren en esta época, las cuales pueden producir hasta la pérdida total del cultivo.

Las investigaciones realizadas en esta temática (Faure *et al.*, 1990) indican que para esta época de siembra con 3-4 riegos (germinación-floración-formación y llenado de vainas) puede garantizarse un nivel de rendimiento económicamente rentable.

- **Mano de obra y mecanización.**

En Cuba, las transformaciones producidas en el campo y con mayor incidencia la ampliación de las posibilidades de estudio del campesinado, han provocado la escasez de mano de obra dedicada a la agricultura, lo cual influye negativamente en el desarrollo de los cultivos, entre ellos el frijol.

La producción de frijol requiere de mucha mano de obra en un período muy corto; esto implica la necesidad de mecanizar eficientemente este cultivo. (Rodríguez, 1993). Esta necesidad es mayor cuando se cultiva el frijol en grandes áreas en monocultivo y sobre todo en el momento de la cosecha. En la siembra y cosecha de estas grandes áreas se utilizaba un sistema de máquina que suplía eficientemente la mano de obra y podía utilizarse para el arroz como cultivo principal y para el frijol en sucesión.

La diversificación actual del cultivo en pequeñas áreas facilita las labores manuales y la creciente utilización de la tracción animal. Mientras que el sistema de máquinas perfeccionado por el Programa de Mecanización para el cultivo deberá dedicarse a las grandes áreas en monocultivo.

- **Post-cosecha.**

La post-cosecha de los grandes volúmenes de producción se encuentra implementada empresarialmente a nivel estatal y es afectada por dificultades de infraestructura. Esta actividad en las pequeñas producciones se efectúa a nivel artesanal.

Es necesario mejorar las condiciones de post-cosecha y estimular la adopción de todos los métodos disponibles que puedan cubrir las diferentes modalidades de producción. En el plano investigativo, aunque se cuenta con algunos resultados es necesario

continuar trabajando para perfeccionar esta actividad.

- **Fisiología del frijol**

Son varios los factores que afectan negativamente su cultivo, provocando un bajo rendimiento. Entre ellos cabe citar la susceptibilidad a plagas y enfermedades, el empleo de variedades en decadencia, la falta de variedades mejoradas, lo que trae como consecuencias el empleo de semilla de baja calidad, la sensibilidad a factores climáticos y los problemas de agrotecnia en el cultivo (Rao., 2001).

La respuesta fisiológica de las plantas al estrés abiótico es multigénica, ya que varios procesos vinculados a los mecanismos de tolerancia se ven afectados, tales como producción de compuestos osmóticamente activos, la producción de especies reactivas del oxígeno y los mecanismos de defensa antioxidante (Sairam y Tyagi, 2004), así como mecanismos que implican la modificación de la pared celular (García, 2005).

La futura capacidad de recuperación de sus medios de vida en el campo dependerá significativamente del acceso fiable a semilla de frijol tolerante a la sequía, salinidad y a enfermedades. Así como la producción de semilla, utilizando herramientas biotecnológicas para la obtención de cultivares tolerantes a enfermedades, suelos ácidos, tolerancia estrés hídrico, y otros factores medioambientales que afectan producción y productividad (Quecini, y col., 2002).

- **Recomendaciones de variedades por época de siembra**

Durante varios años se ha estudiado el comportamiento de una amplio grupo de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), perteneciente a la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Se ha demostrado la existencia de una marcada interacción entre las variedades y la época de siembra, en respuesta a las características específicas, propias de cada época, relativas al complejo de plagas, enfermedades y condiciones agroclimáticas.

El período total de siembra del frijol en Cuba (septiembre a febrero) fue dividido en tres épocas: **Temprana** (septiembre-octubre), **Intermedia** (noviembre-diciembre) y **Tardía**

(enero-febrero), y clasificado el comportamiento integral de las variedades en cuatro categorías (**Sobresaliente, Bueno, Regular y Malo**). Dicho comportamiento se definió según su rendimiento relativo respecto a la media general del rendimiento de un amplio grupo de variedades para cada época en cuestión, según el siguiente criterio:

Para la época **temprana** se recomiendan nueve variedades del tipo negro (ICA Tuí, Porrillo sintético, CC-25Güira 12, ICA Pijao, BAT 304, BAT 58, Turrialba 4, ICTA Quetzal y Güira 89); dos del tipo rojo pequeño (BAT 202 y BAT 41); una de tipo jaspeado grande (Mulangri 112); una del tipo rojo grande (Rosas); y una de color amarillo claro (BAT 93).

En la época **intermedia** se incluyen cinco de color negro (Turrialba 4, BAT 58, BAT 448, CIAP 7247 y Güira 89); dos del tipo rojo pequeño (BAT 202 y BAT 41); cuatro del jaspeado grande (Línea 23, CIAP 24, Mulangri 112 y Pintado); una del rojo grande (Rosas); una de color amarillo claro (BAT 93); y una del tipo blanco pequeño (BAT 482).

Para la época **tardía** se sugieren siete variedades de color negro (BAT 58, CIAP 7247, ICTA Quetzal, BAT 304, BAT 448, Turrialba 4 y Güira 89); una del rojo pequeño (BAT 41); cuatro del jaspeado grande (Línea 23, Pintado, Mulangri 112 y CIAP 24); una del rojo grande (Rosas); una del tipo amarillo claro (BAT 93); y una del tipo blanco pequeño (BAT 482).

Como puede apreciarse, se dispone de una gama de variedades capaces de satisfacer las más variadas exigencias de consumidores y productores, ya que se reúnen características diversas en cuanto a color y tamaño del grano, así como otras características agronómicas.

2.4 Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo del cultivo

2.4.1. Factores climáticos

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo.

2.4.1 .1. Temperatura

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

2.4.1 .2. Luz

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a cuatro días. Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas 14 apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables (Ríos, 2003).

2.4.2. 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).

Estudios realizados para medir el consumo de agua del frijol a lo largo de las etapas de desarrollo han permitido determinar que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas (Ríos y Quirós, 2002).

2.4.3. Edáficos

Las propiedades del suelo que están directamente relacionadas con el desarrollo de este cultivo son la textura y la estructura. Uno de los elementos que más influye negativamente, es la acumulación de humedad en exceso, en suelos que por su textura arcillosa permitan dicha acumulación y sobre la estructura influye a su vez las labores a que este se somete, ya que si se hacen de forma inadecuada no favorece la granulación del suelo y por tanto se altera la estructura (Socorro y Martín, 1989). También otro factor limitante es la baja fertilidad del suelo en general y en particular, la deficiencia en nitrógeno y fósforo (Singh, 1999), además de las altas concentraciones de Aluminio y Magnesio (Wortmann *et al.*, 1998) que pueden llegar a niveles muy elevados siendo tóxico para las plantas. El frijol requiere para su desarrollo que el terreno tenga buena fertilidad, que sea suelto, con buen drenaje, tanto interno como superficial, y con un pH de 5,5 a 6.5 cerca de la neutralidad. Los mejores suelos son los ferralíticos rojos, los pardos y los aluviales (Ríos, 2003).

2.5 Época de siembra y manejo de cultivares.

La época de siembra más adecuada para el frijol común es aquella en 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. De esta forma se evitan los daños por exceso de humedad. El periodo de siembra en Cuba se extiende desde el primero de septiembre al 30 de enero, con la fecha óptima entre el 15 de octubre al 30 de noviembre. En las áreas sin riego se recomienda la siembra desde el primero de septiembre al 15 de octubre (Álvarez *et al.*, 2014).

La selección de cultivares de frijol común para la siembra debe estar en función del plan de producción, región edafoclimática, época de siembra e insumos disponibles. El Registro de Nacional de Cultivares Comerciales CNSV, MINAG (2015) registra 25 cultivares, de las cuales han sido seleccionadas 25 de ellas para conformar la estructura varietal del país, tomando en cuenta su comportamiento ante enfermedades (Martínez *et al.*, 2015).

2.6. Distancias y densidad de siembra

La distancia de siembra depende los cultivares a sembrar según la época de siembra. Álvarez *et al.* (2014) refirieron que el marco de siembra depende del hábito de crecimiento de la planta. Para hábitos de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) e indeterminado arbustivo (Tipo II) es de 45 y 70 cm entre surcos y entre 5,7-7,1 cm entre plantas (Densidad de plantación de 200000-250000 plantas/ha⁻¹). Mientras para las cultivares de hábito de crecimiento determinado (Tipo I) se deben sembrar surcos dobles de 30 + 60 cm a 7,3 cm entre plantas (300000 plantas/ha⁻¹).

2.7. Atenciones culturales

2.7.1 Fertilización

La siembra continuada de un suelo con un mismo cultivo limpio provoca grandes reducciones en el contenido de materia orgánica y de nutrientes minerales, y en consecuencia se originan condiciones desfavorables para obtener cosechas abundantes. Este peligro se reduce con una buena rotación; cuando se cultivan plantas con distintas exigencias alimentarias y se alternan aquellas cuyas raíces son diferentes, las reservas del suelo se explotan de manera más homogéneas y la ocurrencia de deficiencias críticas se aplaza, mientras que la distribución de la materia orgánica en el suelo coincide con la de los restos dejados por las plantas. (López, *et al.*, 2014)

La fertilidad del suelo dedicado al cultivo del frijol continúa afectada y por tanto la expresión de los rendimientos potenciales del mismo es limitada, debido a una excesiva explotación de esquemas de producción permanentes (Frijol+ maíz), que provoca el esquilamiento de los suelos, sin una adecuada restauración de los elementos nutritivos extraídos, así como por procesos de erosión que se presentan con pérdida de la cubierta vegetal (Nieto *et al.*, 2004)

Por su parte La creciente aplicación a escala internacional de fertilizantes minerales y sus alternativas (abonos orgánicos, rocas fosfóricas, etc.) y pesticidas; así como su exposición a los residuos industriales y de la combustión del carbono, aguas residuales, gases emitidos por los motores de combustión interna, etc; han constituido fuentes también crecientes de contaminación del suelo y el ambiente por Metales Pesados (MP), como el arsénico (As), selenio (Se), mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb),

níquel (Ni), zinc (Zn), cobre (Cu), etc. De tal forma que existen actualmente estrictas regulaciones internacionales al respecto, (Adriano, 1986 y 2001 y Malavolta y Ferreira de Moraes, 2006).

Los elementos esenciales para la nutrición de las plantas se clasifican desde el punto de vista agroquímico en macroelementos y microelementos. Los primeros son aquellos que las plantas necesitan en mayor cuantía y que a su vez juegan un papel ponderante en las funciones del vegetal y no pueden ser adquiridos por este de la atmósfera como el oxígeno y el carbono. Estos elementos a su vez se dividen en macroelementos primarios y secundarios; el grupo de los primarios está compuesto por el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). De estos tres, el nitrógeno es el que más influye en el crecimiento de los cultivos, denominado por muchos especialistas como " el rey del crecimiento".

No hay dudas de que la fertilización mineral nitrogenada incrementa los rendimientos agrícolas, hecho que ha sido demostrado en numerosas investigaciones a través de los años. Los productores con el afán de incrementar las producciones de sus cosechas, lo utilizan indiscriminadamente, obviando las consecuencias negativas que puede acarrear esta actividad, porque el uso excesivo del mismo perjudica el adecuado desarrollo de las plantas provocando un enorme crecimiento de las mismas ocasionando lo que llamamos " encamado" de los cultivos lo cual deprime los rendimientos agrícolas. Además de los efectos nocivos que tiene la aplicación de altas dosis de nitrógeno sobre los cultivos, existe otro aspecto fundamental que debe valorarse y que constituye un riesgo potencial para la salud humana y animal y es la contaminación ambiental que puede ocasionar el empleo indiscriminado de este fertilizante.

El nitrógeno es absorbido por las plantas en forma de iones de nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) disueltos en la solución acuosa que se forma en el suelo producto de la humedad existente a causa de las lluvias o regadío artificial. A esta solución acuosa se le denomina solución del suelo.

De estos iones el nitrato por estar cargado negativamente está expuesto a mayores pérdidas por lixiviación o lavado, lo que hace que estos aniones arrastrados por el

agua hacia capas inferiores del suelo pasen a formar parte de las aguas subterráneas, contaminándolas, a niveles tóxicos para la salud humana y animal. En tal sentido, Fundora (2006) informaron que en las aguas de pozos de la provincia de Villa Clara en la región central de Cuba se encontró un incremento del 200% del contenido de nitrato debido al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y que si las condiciones de fertilización continuaban se alcanzarían concentraciones de 40 mg/l en estas aguas haciéndolas inutilizables para el consumo humano y animal, pues el límite máximo permitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 10 mg/l. Además de las pérdidas por lavados de nitrógeno existen otras como la volatilización en forma de amoniaco que, aunque no sean contaminantes no son menos importantes desde el punto de vista agrícola pues contribuyen a un gran desaprovechamiento de este elemento y por tanto afectan la economía de los productores y a medida que las aplicaciones de este nutriente se hacen mayores se incrementan las pérdidas y disminuye el aprovechamiento del mismo.

La fertilización de los suelos tal y como se conoce, permite aportar a estos los nutrientes necesarios que utilizan las plantas durante su desarrollo, en la actualidad son conocidas fundamentalmente la fertilización mineral y la fertilización orgánica, teniendo esta última una especial atención desde los campos de la investigación agrícola, debido a las propiedades presentes en ella.

La restauración de la materia orgánica mineralizada al suelo se realiza por diferentes vías, incorporando estiércol, abono verde, preparación de compost, la aplicación de humus e incluso la preparación del resto de cosechas (Machado, et al., 2009). En especial se hará énfasis en la incorporación del estiércol vacuno y el humus de lombriz como formas de fertilización orgánica.

2.7.1.1 Tecnología de fertilización del fríjol común

Fertilización

- Inoculación con *Rhizobium*
- Fertilizante nitrogenado: 30-50 Kg/ha de N (120 sin *Rhizobium*)
- Fertilizante fosfórico: 60-90 Kg/ha de P₂O₅

- Fertilizante potásico: Hasta 135 Kg/ha de K₂O

Las condiciones físicas y químicas de los suelos para el cultivo del frijol común son muy variables. En los suelos con deficiencias nutricionales se puede afectar el crecimiento y desarrollo del cultivo y por tanto su rendimiento agrícola. La absorción de nutrientes varía en dependencia de los cultivares y la densidad de población. En poblaciones entre 250 000 y 300 000 plantas ha⁻¹, el promedio de absorción de nutrientes oscila entre 0,133- 0,016 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. Es recomendable realizar las aplicaciones de fertilizantes en el fondo del surco (Álvarez *et al.*, 2014).

En la actualidad ha cobrado gran auge el uso de productos ecológicamente inocuos que reporten beneficios a los cultivos, como el Biostán y Liplant, provenientes del humus de lombriz, Fitomas E, el análogo de brasinoesteroides Biobrás 16, compuestos que se han obtenido o sintetizado en Cuba a partir de materias primas nacionales y que se encuentran en estos momentos en fase de aplicación en la agricultura.

La Agricultura cubana se basó durante muchos años en un elevado consumo de insumos externos. Sin embargo, con la desaparición del campo socialista europeo en 1990, el país transformó su agricultura en una de bajos insumos, mediante el uso de alternativas nacionales a los fertilizantes minerales.

2.7.1.2 Fertilización orgánica

El uso de abonos orgánicos es una alternativa que puede proveer beneficios ecológicos y económicos a los productores de frijol; además, es una tecnología versátil y adaptable de interés particular para las familias agrícolas de pocos recursos (Faure, *et al.*, 2013). Sin embargo, la respuesta del frijol a la fertilización orgánica varía de una localidad a otra y esto se debe a múltiples factores, como las características varietales de la planta, las características del suelo donde se siembra y el tipo, época y forma de aplicación de los abonos empleados, entre otras.

El estiércol está constituido en su mayor parte por materia orgánica, cantidades importantes de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y microelementos que le confieren buenas cualidades como mejorador de las propiedades químicas y

físicas de los suelos y como portador de cantidades importantes de nutrimento para las plantas, este fue caracterizado Caballero (2005)

El uso de estiércol vacuno como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y mezo biológica del suelo, ha sido aplicado durante décadas en la agricultura. Fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes, contiene 1.1-3 % de N, 0.3-1 % de P y 0.8-2 % de K; estos nutrientes se liberan paulatinamente en dependencias de las características del suelo. El estiércol vacuno libera aproximadamente la mitad de sus nutrientes en el primer año. El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la clase de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación. Tiene como principales ventajas la reducción de los costos al no tener necesidad de emplear en los cultivos fertilizantes químicos. La mayor actividad microbiológica en el suelo reduce problemas de nematodos y varias enfermedades del suelo: en consecuencia, reduce el uso de plaguicidas (Nieto *et al.*, 2004)

El estiércol vacuno como componente principal de compuestos orgánicos para la fertilización de los suelos es altamente aceptado en la comunidad internacional. En experimentos realizados en distintos países los resultados obtenidos han sido superiores cuando se utiliza estiércol vacuno en la preparación del compostaje. Se ha aumentado en el caso de España en la producción de fresa se obtuvieron mayores índices de rendimiento y tamaño, así como se mejoraron características morfológicas de la fruta al obtenerse frutos con mayor índice de esfericidad (MINAGRI, 2001).

2.7.1.2.1 Vermicompost

El humus de lombriz o vermicompost se obtiene a partir de la transformación de los residuos orgánicos biodegradables por medio de la lombriz de tierra. Este producto es el resultado final de una intensa revolución microbiológica que se produce en el intestino de la lombriz, donde los fragmentos orgánicos, minerales y los propios microorganismos quedan estrechamente mezclados para formar una sustancia inodora y desmenuzable de muy alto valor como fertilizante (Rice, 2001)

Según Fernández (2004), el efecto del humus sobre las plantas puede ser muy profundo. La planta toma aspecto que se asemeja a la personalidad; el follaje cobra

aparición característica; las hojas adquieren el brillo de la salud; las flores desarrollan en sus colores tonos profundos; los diminutos caracteres morfológicos de la planta en conjunto se hacen más agudos y más claros. El desarrollo de las raíces es abundante; las raíces activas muestran no solamente la turgencia, sino también un estado floreciente.

Además, es posible agregar que sus características físico - químicas provocan efectos positivos tanto en el suelo como en la planta, permite mejorar la estructura del suelo, la retención de la humedad, facilita la absorción de nutrientes por parte de la planta y estimula su desarrollo (Fernández, 2004)

El humus aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo. Con la arcilla constituye la parte fundamental del complejo absorbente, regulador de la nutrición de la planta; es fuente y reserva de alimentos para las plantas; bajo la acción de los microorganismos del suelo, el humus se mineraliza poco a poco liberando no solamente el nitrógeno nítrico, sino también el conjunto de elementos fertilizantes o de los oligoelementos que se encontraban integrados en la materia orgánica, mantiene el fósforo en estado asimilable por las plantas y atenúa la retrogradación del potasio. El humus además es una fuente de gas carbónico que contribuye a solubilizar ciertos elementos minerales del suelo, facilitando así su absorción por la planta (Wong, 2003).

El uso de bioestimulantes se incrementa gradualmente en la agricultura nacional, al punto que en la actualidad su aplicación se ha hecho frecuente y casi imprescindible en muchos huertos frutales, así como en párales y también en el cultivo de hortalizas. (Cassanga, 2000). Las investigaciones sobre los llamados bioproductos son líneas fundamentales de los más importantes centros que en el país se dedican a la ciencia agrícola.

Actualmente se ensayan en el mundo y en Cuba, numerosos productos de carácter orgánico y mineral que son aplicados foliarmente como agentes nutricionales y/o estimulantes del crecimiento vegetal. El humus líquido, obtenido del vermicompost, es uno de los bioestimulantes vegetales que se han utilizado. El mismo ha sido probado en numerosos cultivos y se ha verificado que favorece el desarrollo radicular, crecimiento del tallo, área foliar y una mayor floración con fructificación acentuada,

obteniéndose elevados rendimientos por área de cultivo (Reyes et al, 2010).

Es humus líquido obtenido por métodos químico-físicos que aseguran la presencia de sustancias de alta actividad biológica sin que esté contaminado por sustancias dañinas al medio ambiente, facilitando el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y las hojas y el desarrollo de mayor floración con un fructificación acentuada; también está destinado para mejorar la cantidad y calidad del humus del suelo.

LIPLANT realiza dos efectos simultáneos: bioestimula el vegetal y a su vez lo nutre con los elementos inorgánicos que contiene. Estos fenómenos que provoca dan por resultado plantas más saludables y vigorosas que ofrecen mayor producción total y más rendimiento por área de cultivo. (Machado da Rosa, 2009).

2.7.1.3 Fertilización con Micorrizas.

La asociación entre microorganismos de diferente naturaleza microbiológica se emplea para promover el desarrollo de los cultivos y reducir su ciclo vegetativo (Martínez-Viera y Dibut, 2012). Desde hace varios años se reportan resultados sobre el efecto beneficioso que ejerce la simbiosis micorrízica en el crecimiento y la productividad de los cultivos, asociado en lo fundamental a una mayor absorción de nutrientes y agua (Ley-Rivas *et al.*, 2015; Ruiz-Sánchez *et al.*, 2015), así como a la mejora de la accesibilidad de las plantas a los nutrientes que se encuentran en formas menos asimilables (Velasco *et al.*, 2016).

En el ámbito mundial se reportan múltiples experiencias acerca de los beneficios de los hongos micorrízico-arbusculares –HMA– (Pérez *et al.*, 2015), y en Cuba también se han obtenido muy buenos resultados (mayor altura, vigor y área foliar, incremento de los rendimientos, mayor aprovechamiento de los nutrientes y disminución de los fertilizantes) con la inoculación de cepas eficientes de HMA en diferentes cultivos de importancia económica (Cruz *et al.*, 2014).

2.7.1.4 Microorganismo Eficiente.

Los microorganismos eficientes (EM) fueron desarrollados en la década de los 80 por el profesor Teruo Higa, de la Universidad del Ryukyus en Okinawa, Japón, como una

opción viable y sostenible para la producción agrícola y animal dentro de los parámetros orgánicos y biológicos, para no afectar al medio ambiente, así como para lograr productos de alta calidad con bajo costo (Salgado,2012 y Montaña,2012).

La tecnología de producción de EM se ha extendido a más de 180 países (Bueno, et al., 2013, ENRO, 2022) y sus campos de aplicación se han ampliado en la agricultura, el tratamiento de aguas, la gestión de residuos, la conservación del medio ambiente, los tratamientos de limpieza, salud animal y salud humana (Wordpress,2022).

Los microorganismos eficientes (EM) o inoculantes microbianos son una mezcla concentrada de microorganismos benéficos presentes en ecosistemas naturales, sin manipulación genética, que incluyen tanto especies aeróbicas como anaeróbicas, del tipo fotosintéticas y cuyo logro es que coexistan y se complementen fisiológicamente unos con otros (Directorio de empresas ecológicas,2014).

Los EM contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*), levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*), bacterias fotosintéticas o fototrópicas (*Rhodospseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*), actinomicetos (*Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*) y otros tipos de organismos como los hongos fermentadores (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*). Todos ellos, mutuamente compatibles unos con otros, coexisten en un cultivo líquido y ejercen una función específica o común (Andrew,2002).

En tal sentido, Lebame, es un producto obtenido a través de un proceso de fermentación, compuesto por microorganismos eficientes desarrollado por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca). El cual se presenta en forma líquida y está compuesto por una combinación de microorganismos eficientes de los géneros *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus bulgaricum* y *Saccharomyces cerevisiae*, contando con un título de 10^6 ufc mL⁻¹.

2.7.2. Riego y Drenaje

Si bien es cierto que este es un cultivo con tolerancia a la sequía, no es menos cierto que un buen balance de humedad permitirá mejores rendimientos, las exigencias por

etapas de desarrollo; la germinación exige que exista humedad en el suelo, para el crecimiento la exigencia es media, muy exigente en la floración, a la hora de la cosecha es bastante débil para la lluvia.

2.7.3. Control de malezas

Según estudios efectuados se coincide en que son necesarios de dos a tres deshierbes durante los primeros 45 días después de la siembra, periodo crítico para el establecimiento del cultivo y que este comience cubrir toda la superficie, reportándose como herbicidas de buenos resultados en fase de pre- emergencia y pre siembra entre otros el triflurarín (Treflán, Nitram) en dosis de 0,96 a 1,9 Kg i.a por ha. Esta actividad es de mucha importancia y no la debemos de descuidar sobre todo cuando es para semilla.

2.7.4. Manejo de plagas

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

2.7.5. Cosecha

La cosecha depende del área a cosechar y de la tecnología disponible para la trilla, ya sea manual o mecanizada. El momento óptimo del arranque y corte de las plantas es cuando el grano tiene entre un 15 y 17% de humedad (Álvarez *et al.*, 2014). 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 periodos prolongados después de que se alcanza la madurez fisiológica, o bien, si después del corte tarda en trillarse, además que al grano se le oscurece el color incrementa el tiempo de cocción (García , 2001)

2.7.6.Beneficio

La calidad del producto final depende del beneficio. La calidad está determinada por porcentaje óptimo de humedad de la semilla (14%), estar libre de impurezas, homogeneidad en el tamaño del grano y el empaquete de acuerdo a la distribución o almacenaje (Álvarez *et al.*, 2014)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en áreas de la CCS “Desembarco del Granma”, en la zona Guayabo, perteneciente al municipio de Mayarí. Ejecutándose durante la campaña de frío (2021-2022), en el período de 15 de octubre al 25 de enero 2022, utilizándose la especie *Phaseolus vulgaris* L (frijol), variedad CC-25-9, bajo riego con normas de 250 m³. ha⁻¹ durante la fase vegetativa y parte de la reproductiva; en un suelo pardo con carbonato (Hernández *et al.*, 1999).

3.1 Secuencia de realización del experimento

La siembra se realizó según normas técnicas del Instructivo Técnico del frijol (MINAG, 2001). Con una densidad de población de 200000 Pt. ha⁻¹, de forma directa a 0.70*0.07 a una semilla por golpe, el tape 3-5cm, fertilización de fondo P₂O₅ 60 Kg. ha⁻¹ y KCl 100 Kg. ha⁻¹. para todos los tratamientos y nitrogenada a los 25 días (85 Kg. ha⁻¹) para el tratamiento estandar. Los productos estudiados fueron Vermicompost, Lebame y Ecomic(Micorrizas arbusculares) a razón de 1.0 kg, cada 10kg de semilla de forma pelitizadas. Para las aplicaciones del Vermicompost y Lebame, se utilizaron mochilas Matabi, boquillas floodjet o deflectoras Lurmark AN 3 y una solución final de 300 l/ha a los 25 y 45 días de sembrado.

3.2 Tratamientos

Nro	Tratamiento	Dosis kg.ha ⁻¹
T1	Control	-
T2	Lebame	2.5
T3	Vermicompost	1.0
T4	Ecomic(Micorrizas arbusculares)	1.0 kg, cada 10kg de semilla pelitizadas.
T5	Lebame + Vermicompost	2 + 1

3.3. Generalidades de los métodos empleados

3.3.1. Métodos Teóricos.

- Histórico-Lógico: se emplea con el objetivo de estudiar el devenir histórico del problema.
- Analítico- Sintético: para el análisis de la información obtenida y la elaboración de las conclusiones

3.3.2. Método Lógico

- Hipotético- Deductivo: Se utiliza para la deducción de conclusiones a partir de hipótesis inferidas de las técnicas empleadas o sugeridas por el conjunto de datos empíricos

3.3.3. Métodos Empíricos.

- Observación: para obtener información primaria sobre el estado de los elementos relacionados con el objeto de investigación.
- Recopilación de la información: se emplea como método de indagación de información sobre la dinámica del objeto de investigación.
- Procesamiento y análisis de la información: se emplea para garantizar el análisis de la información obtenida por la investigación.

3.3.4. Métodos Estadísticos

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Cada parcela experimental contó con un área de 16 m², El análisis de los resultados se realizó con ANOVA de clasificación doble, comparaciones de medias y prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad de error, en los casos donde se presentaron diferencias significativas. Empleando paquete estadístico ANALEST.EXE y se elaboró los gráficos en el software Microsoft Excel 2007 de Windows XP.

Los datos de granos por legumbres y legumbres por planta serán elaborados a partir de 10 plantas y transformados según la expresión: $\sqrt{x} + 1$.

3.4 Indicadores del crecimiento evaluados

Altura de las plantas (cm): Con regla graduada, midiendo desde el suelo hasta el ápice apical de la rama principal, a los 25 y 50 días después de germinada.

3.5. Indicadores del rendimiento evaluados

(10 plantas/tratamiento)

- a) Legumbres por plantas (u): Se realizó un conteo al número de vainas a 10 plantas de cada réplica, calculándose la media de cada tratamiento.
- b) Números de granos por legumbre (u): Se realizó un conteo al número de granos y se calculó la media por cada tratamiento.
- c) Peso de 100 semillas (g): Se realizó el pesaje de 100 semillas de cada réplica, calculándose la media por cada tratamiento, para ello se utilizó la balanza eléctrica.
- d) Rendimiento ($t. ha^{-1}$): Se realizó la cosecha de las 2 carreras interiores de cada réplica, se le efectuó secado natural y luego se pesó en la balanza eléctrica

3.6. Evaluación económica de los resultados

Se realizó en base a la producción obtenida en $t. ha^{-1}$, por cada uno de los tratamientos utilizados, evaluándose los siguientes indicadores:

- Valor de la producción (\$): Rendimiento del cultivo en cada variante, multiplicado por el precio de una tonelada de frijol. \$20602.5 \$. (Cuba. MINAGRI. 2022).
- Valor de la producción adicional (\$): Valor de la producción de cada tratamiento menos el valor de la producción del testigo a comparar.
- Costo del biofertilizante (\$): Cantidad de biofertilizante aplicado por el precio unitario.
- costo (\$): Valor de la producción total según ficha de costo de 1ha.
- Utilidad (\$): Valor de la producción total, menos costo producción.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Comportamiento de las variables morfológicas o desarrollo (altura).

El indicador altura (Figura 1) mostró diferencias significativas entre las plantas tratadas con los productos evaluados y el control en todas las observaciones realizadas a los 25 días, las aplicaciones de microorganismos eficientes con el bioproducto Lebame a 2.5 lt.ha⁻¹, no se diferenciaron significativamente del tratamiento T4 (Lebame + Vermicompost 2+1 lt.ha⁻¹); el empleo de Micorrizas arbusculares (T4) no presentó diferencias significativa con respecto a T5 con 28.5cm respectivamente. A los 50 días se destacó significativamente del resto de los tratamientos evaluados la variante que incluyo la mezcla de Levame con Vermicompost con 45.63cm de altura, seguido por las aplicaciones de Levame (T2) y Ecomic (T4) con 44.45 y 44.42cm respectivamente. La combinación de microorganismo eficiente con Vermicompost, mostró un efecto positivo, lo cual evidencia que dichas plantas se encontraban en mejor estado, tanto metabólico como fisiológico para hacer un uso más eficiente de los nutrientes y de las condiciones ambientales.

Las sustancias húmicas presentes en el extracto líquido de Vermicompost en combinación con los microorganismos eficientes, alteraron favorablemente el metabolismo de las plantas y por consiguiente, influyeron positivamente en su crecimiento y desarrollo (Muscolo y col., 2007).

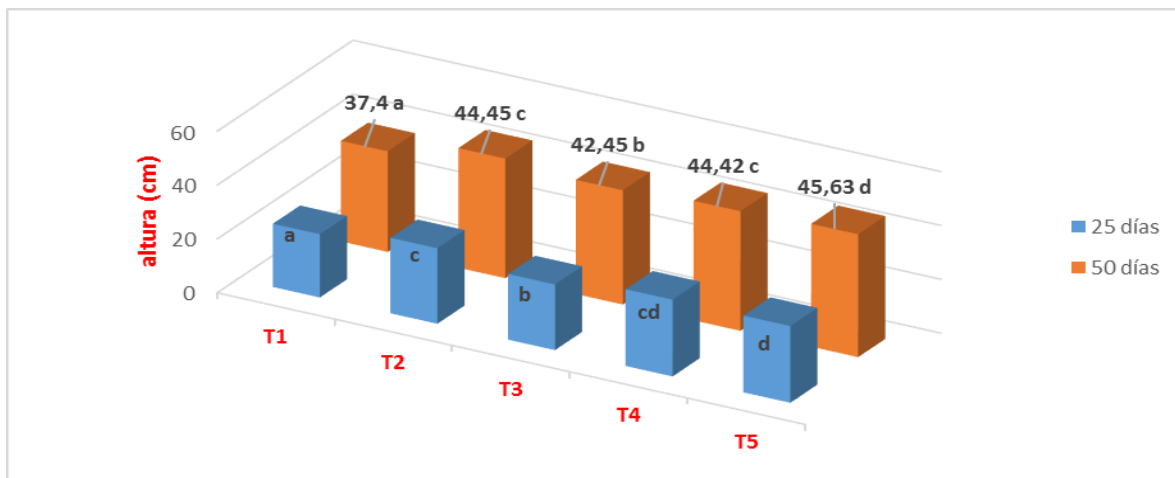


Figura 1. Efecto de los tratamientos evaluados en la altura de plantas de Fríjol (*Phaseolus vulgaris*. L) cv. Cuba Cueto 25 – 9.

Medias con letras diferentes difieren significativamente ($p \leq 0,05$) SE = 0.07 CV=1.0% 25 días

Medias con letras diferentes difieren significativamente ($p \leq 0,05$) SE = 0.05 CV=0.5% 50 días

En tal sentido existe un incremento de la actividad bioquímica y fisiológica provocada por los componentes orgánicos presentes en el extracto aplicado foliarmente. Los valores alcanzados por las plantas tratadas están dentro de los reportados por Vélez y col., (2007) en estudios ecofisiológicos de cultivo de frijol asociado a maíz (*Zea mays*).

4.2. Comportamiento de las variables Rendimiento en el cv. CC 25- 9

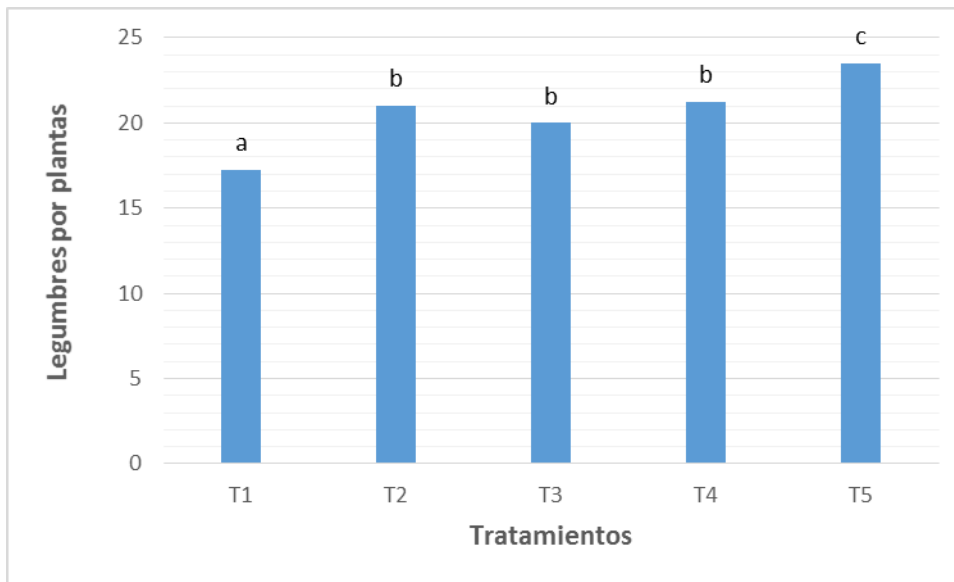


Figura 2. Efecto de los tratamientos evaluados en el indicador del rendimiento legumbre por planta en el cv. Cuba Cueto 25 – 9.

Medias con letras diferentes difieren significativamente ($p \leq 0,05$) SE = 0.77 CV=4.27%

El número de legumbres por planta (Figura 2), mostró diferencias significativas entre las plantas tratadas y control (T1), las aplicaciones de Lebame + Vermicompost 2+1 lt. ha^{-1} resultaron significativamente superior al resto de los tratamientos con valores de 24 legumbres por plantas, la cantidad de legumbre por planta en los tratamientos que incluyo Lebame a 2.5lt. ha^{-1} , Vermicopot 1lt. ha^{-1} y Micorrizas arbusculares (Ecomic) no se diferenciaron significativamente entre ellos. Por lo que sugiere que el estimulador del extracto líquido aplicado en combinación con los microorganismos eficientes (EM) durante la etapa de crecimiento vegetativo, tuvo un impacto concreto en la productividad biológica y el rendimiento de legumbre por planta en el cv.CC25-9.

Según Blum (1997) los rendimientos de un cultivo dependen gran parte de su eficiencia en la fotosíntesis y de las interconversiones posteriores de los productos

fotosintéticos. En tal sentido los componentes orgánicos del extracto con la acción de los microorganismos eficientes inducen una mayor eficiencia en el proceso fotosintético.

Vargas, 2021 y Peñafiel, 2005, coinciden en que algunos de los efectos demostrados de EM, son que promueven la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas, mejoran física, química y biológicamente el ambiente de los suelos y suprimen los patógenos y pestes que causan enfermedades, aumentan la capacidad fotosintética de los cultivos, aseguran mejor germinación, desarrollo de las plantas e incrementan la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.

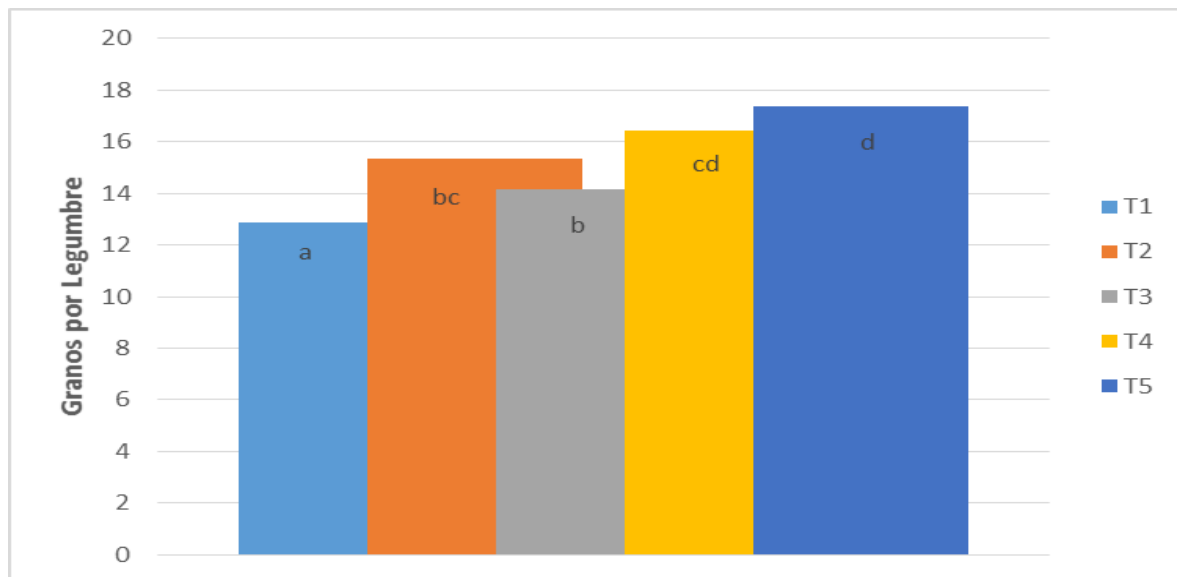


Figura 3. Efecto de los tratamientos evaluados en el indicador del rendimiento grano por legumbre en el cv. Cuba Cueto 25 – 9.

Medias con letras diferentes difieren significativamente ($p \leq 0,05$) SE = 1.38 CV=7.81%

Al evaluar el número de granos por legumbre (Figura.3.); todos los tratamientos superaron significativamente al control (T1), destacándose las aplicaciones de microorganismos eficientes con Vermicompost (T5) y la inoculación de micorriza arbustiva (T4) con 16 y 17 granos por legumbre con diferencias significativas de los tratamientos T3, T2 y T1. Las aplicaciones de los bioestimulantes Lebame y Vermicompost solo no se diferenciaron significativamente entre ellos alcanzando 15 y 14 granos por legumbre.

Este resultado está en correspondencia con lo obtenido por (Reyes et al, 2010): El

humus líquido, obtenido del vermicompost, es uno de los bioestimulantes vegetales que se han utilizado. El mismo ha sido probado en numerosos cultivos y se ha verificado que favorece el desarrollo radicular, crecimiento del tallo, área foliar y una mayor floración con fructificación acentuada, obteniéndose elevados rendimientos por área de cultivo.

Por su parte Tortoledo-Uriarte (2000) señala que aplicando producto a base de hongos micorrizógenos en el pepino, obtuvo 35% más de rendimiento en relación al testigo, las planta tratadas entraron en fase de producción 6 días antes que las no tratadas y fueron 20% más altas, incrementando la calidad de los frutos y la rentabilidad. Según Del” Amico (2007) en el caso del frijol, el uso del Ecomic puede tener un efecto de incrementar también el rendimiento hasta un 35%.

Gutiérrez-Castorena et al., (2015), encontraron, que usar biofertilizantes hace más eficiente el uso de nutrientes mediante prácticas de conservación y reducción de pérdidas en campo; a través del reciclaje de nutrientes orgánicos y el acceso a fuentes alternas de nitrógeno que es el nutriente de mayor demanda en la agricultura.

Tabla 1. Indicadores del rendimiento masa de 100 granos y rendimiento calculado en (t. ha⁻¹).

Tratamientos	Masa de 100gr(g)	Rendimiento en (t. ha⁻¹)
T1	16.02 a	0.70 a
T2	17.06 b	1.25 b
T3	17.12 b	1.24 b
T4	18.12 c	1.59 c
T5	18.47 d	1.78 d
C.V	1.30%	6.82%
ES	0.05	0.04

Medias con letras diferentes dieran significativamente ($p \leq 0,05$)

Los rendimientos del frijol aumentaron significativamente al aplicar Lebame (EM) en combinación con Vermicompost (T5), hasta 1.78 t. ha⁻¹ Tabla.1, superando todos los tratamientos en los indicadores masa de 100gr y rendimiento, seguido por la aplicación de micorriza arbustiva(Ecomic) con 1.59 t. ha⁻¹. Todos los tratamientos mostraron diferencias significativas con respecto al control rebasándolo cuantitativamente, en los indicadores masa de 100gr y rendimiento. Las aplicaciones de microorganismos eficientes(T2) y el bioproducto orgánico Vermicompost (T3) solo, no mostraron diferencias significativas en los indicadores masa de 100gr y rendimiento.

Ortega, *et al.*, (2015) refieren, que Investigaciones realizadas en relación con las aplicaciones de los EM en la agricultura han demostrado, mejora en la calidad y la salud de los suelos, así como el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los cultivos.

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).

Reyes *et al.* (2010) reportaron buenos resultados con la aplicación de vermicompost en la poscosecha del cultivo del tomate y Maria Margarita Díaz (2010) plantea que ha sido probado en cultivos como el frijol, maíz, plátano y, soya obteniéndose en todos buenos resultados.

4.3 Valoración Económica

Tabla.2. Valoración Económica

Tratamientos	Rendimiento	Producción Adicional	Precio (tn)	Valor de la producción Total	Valor de la producción adicional	Costo	(Utilidades)
	t/ha			\$/t		\$/ha	\$
Control	0,7	-	20602,50	14421,75	0,00	9374,14	5047,61
Lebame	1,25	0,55	20602,50	25753,13	11331,38	9696,66	16056,47
Vermicompost	1,24	0,54	20602,50	25547,10	11125,35	9546,66	16000,44
Ecomic(Micorrizas arbusculares)	1,59	0,89	20602,50	32757,98	18336,23	10228,66	22529,32
Lebame + Vermicompost	1,78	1,08	20602,50	36672,45	22250,70	9846,66	26825,79

Como puede apreciarse en la tabla 2, se destacan los tratamientos que incluyeron la aplicación de Lebame + Vermicompost (2+1 Lt.ha⁻¹) y Ecomic(Micorrizas arbusculares) con incremento de la producción adicional respecto al control de 1.08 y 0.89 tn respectivamente alcanzando 22.25 y 18.33 MP muy superior cuantitativamente al resto de los tratamientos en estudio; en sentido general todos los tratamientos mostraron utilidades pero estas resultaron cuantitativamente superior en los tratamiento T5 y T4 con 26.82 y 22.52 MP. El estudio mostro que cuando no se fertiliza los rendimientos obtenidos son bajo.

Otros de los beneficios, están relacionados con la posibilidad de producir frijol para satisfacer la demanda local con bioproductos libres de contaminantes a la atmosfera con un impacto positivo sobre el medio ambiente.

V.CONCLUSIONES

1. Se construyó una perspectiva teórica relacionado con el objeto de estudio a partir de las teorías recogida en la literatura internacional y nacional sobre el empleo de microorganismos eficientes y la fertilización orgánica con el empleo del bioproducto Vermicompost en el cultivo del frijol.
2. Las aplicaciones de microorganismos eficientes con el bioproducto Lebame 2lt.ha^{-1} y su combinación con Vermicompost 1lt.ha^{-1} obtuvo el mejor comportamiento en cuanto a las componentes del desarrollo y el rendimiento diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos en estudio con 45.63 cm de altura y 1.78t. ha^{-1} en el cultivar CC25-9 de la CCS Desembarco del Granma en Mayarí.
3. Todas las variantes que incluyeron abonos orgánicos y microorganismos eficientes resultaron significativamente superior al control en las componentes del desarrollo y el rendimiento.
4. Las aplicaciones de micorrizas arbustivas a través de producto Ecomic mostró buenos resultados con rendimientos de 1.59 t.ha^{-1} siendo superado por T5(Lebame + Vermicompost ($2+1\text{ lt.ha}^{-1}$)) con 1.78t. ha^{-1}
5. Las variantes que incluyeron, microorganismo eficiente(Lebame) y sus mezclas con Vermicompost ($2+1\text{ lt.ha}^{-1}$), así como las aplicaciones de Ecomic (micorrizas arbusculares), mostraron un crecimiento económico favorable alcanzando una producción adicional respecto al control de 1.08 y 0.89 t respectivamente, que representó $\$22.25$ y 18.33 MP superior en valores al resto de los tratamientos en estudio.
6. Todos los tratamientos mostraron utilidades, pero esta resultó cuantitativamente superior, con la aplicación de microorganismo eficiente(Lebame) y sus mezclas con Vermicompost ($2+1\text{ lt.ha}^{-1}$) con $\$26.82\text{ MP}$.

VI.RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de microorganismo eficiente(Lebame) y sus mezclas con Vermicompot (2+1 lt. ha⁻¹) en aplicaciones de la fase vegetativa del frijol en otras entidades del territorio con el empleo del cultivar cv CC25-9, bajo condiciones similares a las que fue realizado el estudio en el territorio de Mayarí.

BIBLIOGRAFÍA

ADRIANO, D.C. INTRODUCTION. *In*: ADRIANO, D.C., ED. (2001) Trace elements in the terrestrial environments: Biogeochemistry, bioavailability and Risks of metals. Ed. Springer Verlag, New York, pp. 1-27.

ADRIANO, D.C (1986). Introduction. *In*: Trace elements in the terrestrial environment. Ed. Springer Verlag, New York, p. 1-45.

AGUILERA, S. HERNANDEZ, D. (2018). Frijoles y maíz, producirlos "Una necesidad". La Habana, Cuba. MINAG. 9 p.

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.

ANDREW, K (2002). Evaluación de abonos orgánicos y biofertilizantes líquidos para el desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo el sistema de cultivo protegido en Panamá. Tesis Magíster, CATIE.

ARAYA, C.; BONILLA, P.; BECERRA, N.; LARA, A. (1995). Importancia, Síntomas y Manejo de las principales enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En: Fascículo 2 de la Serie: "Capacitación en Tecnología de Producción de Frijol". Publicación de PROFRIJOL y CIAT. Cali, Colombia, 69p.

ARREDONDO, ALEXEIS. (2005). Trabajo de Diploma. Influencia de los productos biactivos BB-16, el humus de lombriz líquido en el cultivo del frijol variedad Guamá 23.

ARTEAGA, MAYRA; GARCÉS; R. NOVO; F. GURIDI; J. A. PINO, (2020). Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante Liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo. Revista Protección Vegetal. Vol. 22 No. 2, 110 – 117.

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.

BLANCO, M. (1995). Incidencia del virus del Mosaico Dorado del frijol. La Habana, Cuba. INIFAT. (Comunicación personal).

BLANCO, S. N.; FAURE, B. (1994). Situación actual del Mosaico Dorado del frijol en la América Latina. Cuba.82-89 p. El Mosaico Dorado del frijol. Avances de investigación. 1994. PROFRIJOL-COSUDE. CIAT.

BLUM. A. (1997). Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. In: BELHASSN (Ed.). Drought tolerance in higher plant: genetical, physiological and molecular biological analysis. Dordreeht: Kluwer Academic. p.57 – 70.

BROUGHTON, W.J., G. HERNANDEZ, M. BLAIR, S. BEEBE, P. GEPTS & J. VANDERLEYDEN, (2003). Bean (*Phaseolus* spp.)-model food legumes. Plant Soil 252: 55–128.

Bueno, G.; Díaz de Villegas, M.E.; Delgado, G.; Bell, A.; Martínez, A.; Ochoa, N. (2013). Estado del arte de la tecnología de los Microorganismos Eficientes. Informe ICIDCA. Caballero., J. Gandarilla Y Denia Pérez (2005) Uso del residuo de la producción de biogás en la fertilización de hortalizas. Centro Agrícola.26 (4): 35- 38.

CASSANGA. E.M. (2000). Efectos de algunos bioestimulantes en el desarrollo y crecimiento de pimiento. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma.

CRUZ, YOANNA; GARCÍA, MILAGRO; LEÓN, YARILIS & ACOSTA, YENSSI. (2014). Influence the application of arbuscular mycorrhiza and the reduction of mineral fertilizer in tobacco seedlings. *Cultivos Tropicales*.35 (1):21-24. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-9362014000100003&lng=es&nrm=iso. [15/12/2016].

CUBA, INSTITUTO CUBANO DE GEODECIA Y CARTOGRAFIA (ICGC). (1978). Atlas de Cuba, La Habana, Cuba. 143 p.

CUBA. OFICINA NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMACIÓN (ONEI). (2013). Datos estadísticos de la producción de frijol en Cuba. Dirección Agropecuaria. La Habana.

DEBOUCK DG, HIDALGO R (1984). Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT.

DIRECTORIO DE EMPRESAS ECOLÓGICAS. Microorganismos efectivos [en línea]. <<http://www.ecototal.com/>> [2014].

ENRO. Prospecto Tecnología EM. EM Research Organization, Inc, <<http://www.microorganismosefectivos.com>>. [9/julio/2022.].

FAURE, B. (1990 a). Obtener una variedad de frijol común de grano rojo y blanco. Informe final del resultado 901-10, quinquenio 1986-1990. I.I.H.L.D. La Habana. Cuba. 12 p.

FAURE, B. (1990 b). Obtener una variedad de frijol común de grano negro. Informe final del resultado 901-11, quinquenio 1986-1990. I.I.H.L.D. La Habana. Cuba. 12p.

FAURE, B.; BENÍTEZ, R.; LEÓN, N.; CHAVECO, O. Y RODRÍGUEZ, O. (2013). *Guía técnica para el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. edit. Editora Agroecológica, Artemisa, Cuba, 35 p., ISBN 978-959-7210-67-2.

FAURE, M. (1995). Informe anual Subproyecto Desarrollo de variedades de grano pequeño con resistencia múltiple a plagas y enfermedades. PROFRIJOL. La Habana, Cuba.

FERNÁNDEZ, L. (2004). Efecto del análogo de brasinoesteroide Biobrás 16 sobre el crecimiento y rendimiento del tabaco negro (*Nicotiana tabacum L.*) cultivado en suelos Fluvisoles. Trabajo de Diploma, Universidad de Granma, 55 p.

FUNDORA MAYOR, Z. (2006). Proyecto “Fortalecimiento, manejo e intercambio de R.F.G.” en Cuba.60 p

GARCÍA MR, GARCÍA DG (2001). Notas sobre mercado y comercialización de productos agrícolas; México; Ed. Colegio de Posgraduados, Centro de Economía.

GARCÍA, J. (2005). Fenología de cuatro variedades de caraota (*Phaseolus vulgaris L.*), sembradas en dos localidades y dos fechas del periodo septiembre-enero (Longitud del día decreciente). Tesis de grado. Macaray, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Agronomía. 56 pp.

GONZÁLEZ, M. (2004). Caracterización fisiológica del efecto del estrés salino en

frijol (*Phaseolus vulgaris*).

GONZÁLEZ, A. M. (1984). Enfermedades fungosas del frijol en Cuba. ciudad de la Habana, Cuba. Editorial Científico-Técnica. 152 p.

GONZÁLEZ, M. (1984). Investigaciones sobre el comportamiento de variedades de frijol frente al patógeno causante de la roya (*Uromyces phaseoli* var *Typica* Arth.). Diez años de colaboración científica Cuba-R.D.A. INIFAT. Ciudad de La Habana, 216p.

GUTIÉRREZ-CASTORENA, E.V.; GUTIÉRREZ-CASTORENA; M.C.; ORTIZ-SOLORI, C.A. (2015). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos: revisión. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 6(1): 201 -15.

HANGEN, L.A. & M.R. BENNINK, (2003). Consumption of black beans and navy beans (*Phaseolus vulgaris*) reduced azoxymethaneinduced colon cancer in rats. *Nutr Cancer* 44: 60–65.

Hernández, A.; A. Cabrera; M. Ascanio; Marisol Morales; L. Rivero; N. Martin; J. Baisre y E. Frómeta. (1999). Nueva versión de Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. Ciudad Habana. CUBA.64 p.

INCA. (2003). Manual de instructivo técnico del EcoMic®. Permiso de Seguridad Biológica No. 41/02. Patente No. 22641. San José de las Lajas, Cuba.

LEY-RIVAS, J. F.; SÁNCHEZ, J. A.; RICARDO, NANCY E. & COLLAZO, ESTHER. (2015). Efecto de cuatro especies de hongos micorrizógenos arbusculares en la producción de frutos de tomate. *Agron. Costarricense*. 39 (1):47-59. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000100004&lng=en&nrm=iso. [09/07/2022].

LÓPEZ A, MANDADO L, MARTÍN B, GUTIÉRREZ R, ABREU E (2014). Efecto de la fertilización mineral y biológica sobre tres genotipos de frijol común en un suelo Ferralítico Rojo Típico. *Centro Agrícola*. UCLV, Santa Clara, Cuba, Año 41 (1), 5 p.

MACHADO DA ROSA, CARLA; VARGAS, ROSA MARÍA; VAHL, L. C.; DUFECH, D.; SPINELLI, L.F.; OLIVEIRA, ELISANDRA; LEAL, O. A. (2009). Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potasio, crescimento de plantas e

concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. Rev. Bras. Cienc. Solo. Vol. 33. No 4. July / Aug.

MAG. (1999). Guía del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.: Leguminosa). Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología de Frijol (PITTA - Frijol). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica, 8p.

MALAVOLTA, E. Y M. FERREIRA DE MORAES. (2006). Sobre a sugestao dos metais pesados tóxicos em fertilizantes e sobre a portaria 49 de 25/04/2005 da Secretaria de Defesaagropecuaria do Ministérioda Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. Informações Agronomicas 114: 10-14.

MARTÍNEZ S, LEIVA M, RODRÍGUEZ M, GÓMEZ O, QUINTERO E, RODRÍGUEZ G, GARCIA A, CÁRDENAS 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.

MARTÍNEZ, E.; BARRIOS, G.; ROVESTI, L.; SANTOS, L. (2007). Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico.CNSV. La Habana. Cuba. 526 p.

MARTÍNEZ-VIERA, R. & DIBUT, A. D. (2012). *Biofertilizantes bacterianos*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.

MENDOZA, F Y GÓMEZ, J. (1989). Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.

MINAGRI, (2001) Instructivo Técnico para el cultivo del frijol. Cuba. p. 27.

MINAGRI. (2015 a). Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central Cuba 93p.

MONTAÑO, R. GESTIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL. SENA [en línea]. <<http://www.slideshare.net/Ichimande/los-microorganismos-eficientes-em#btnLast>> [2012]

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>.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; ATTINA, E. (2007). Biological activity of Humin Substances is related to their chemical structure. *Soil Chemistry* 71: 75 – 83.

Muscolo, A.; Sidari, M.; Attina, E. Biological activity of Humin Substances is related to their chemical structure. *Soil Chemistry* 71: 75 – 83. 2007.

NIETO, M, (2004). Efecto de la rotación de cultivos sobre la agro productividad del suelo y su influencia en el crecimiento y rendimiento del tabaco negro (*Nicotiana tabacum* L). Tesis en opción al título académico de master en ciencias agrícolas. Universidad de Granma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2005). *Colección Estadística*. Roma, Italia.

Ortega-Arias-Carbajal, Grisel M.; Díaz de Villegas, María Elena; Delgado -ARRIETA, GRIZEL; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, AIDIN. (2015). Estudio de estabilidad del bioproducto Lebame ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 49, núm. 3, septiembre-diciembre, pp. 3-8.

PEDRAZA RO, FERNÁNDEZ A, AZCÓN R. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 11(2):155–64

PEÑAFIEL, B.R. (2005). Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficientes (ME) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) híbrido Atar Ha-435. [en línea]. <<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14617>>.

PÉREZ, L.; HERNÁN, D.; ORTIZ, Z. & MARCELA, NEHISY M. (2015). Evaluación del uso de micorrizas en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en etapa de producción en la finca El Petén comunidad Los Robles-Jinotega, Nicaragua. Tesis Doctoral. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

PHILLIP N. MIKLAS, JAMES D. KELLY, STEVE E. BEEBE & MATTHEW W. BLAIR. (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses. *Euphytica* 147: 105–131.

QUECINI, V.M.; DE OLIVEIRA, C.A.; ALVES, A.C.; VIEIRA, M.L.C. (2002). Factors influencing electroporation-mediated gene transfer to *Stylosanthes*

guianensis (Aubl.) Sw. protoplasts. *Genetics and Molecular Biology*. 25 (1): 73-80.

RAO, I.M., (2001). Role of physiology in improving crop adaptation to abiotic stresses in the tropics: The case of common bean and tropical forages. In: M. Pessaraki (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Physiology*, pp. 583–613. Marcel Dekker, New York, USA.

REYES J. et al. [tp://www.udg.co.cu/desarrollo_local/index.php?option=com_remository&Itemid=54&func=startdown&id=40](http://www.udg.co.cu/desarrollo_local/index.php?option=com_remository&Itemid=54&func=startdown&id=40). Consultado el 9 de julio de 2022.

REYES, J.J. (2008). Aplicación del humus líquido (Liplant) como alternativa ecológica para el cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentum*. Mill) en suelos afectados por salinidad. Tesis de Maestría en agroecología y Agricultura sostenible. UNAH. Rice, J. A, (2001) Humin. *Soil Science* 166 (11): 848 – 857.

RIOS H (2003). Farmer participation and access to agricultural biodiversity. Responses to plant breeding limitation in Cuba. En: CIP-UPWARD. 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.

RÍOS MJ Y QUIRÓS DJ (2002). El Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivo, beneficio y variedades. Boletín Técnico. FENALCE. Bogotá. 1 93 pp.

RODRÍGUEZ, M. R. (1993). La mecanización del frijol. Material de estudio. La Habana, Cuba. Cida. MINAG.38 p.

SAIRAM, R.K. Y TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science*. 86 (3). 2004.

SALGADO, L. Tecnología EM R- Microorganismos eficaces. Ecotecnologías [en línea]. <[http:// www.ecotecnologias.com.ve](http://www.ecotecnologias.com.ve)>. [2012].

SINGH SP (1 999). Production and Utilization. En: Singh, S.P. (eds). Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. 1 -24 pp.

SINGH SP, GEPTS P, DEBOUCK DG (1991). Races of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Econ. Bot.* 45:379-396.

SOCORRO, A.; MARTÍN S. (1989). Granos. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 367p.

STEPHEN BEEBE, MATTHEW BLAIR, (2006). Frijol Mejorado.

SUEIRO G., A., RODRÍGUEZ P., M. Y CRUZ M., S. (2011). El uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol: una alternativa para la agricultura sostenible en Sagua la Grande. En *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 159. recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2011/> ISSN 1696-8352.

TORTOLEDO-URIARTE, A. (2000). Evaluación de rendimiento en el cultivo del pepino en el Valle de Culiacan con la aplicación del producto comercial BuRIZE (hongos micorrizógenos). México; Guanajuato, 68 h. (Memorias de Reunión Latinoamericana y III Simposio Nacional sobre simbiosis micorrízica).

ULLOA, J. A., ROSAS, P., RAMÍREZ, J. C. Y ULLOA, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5-9.

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.

VÁZQUEZ, M. L. (1995). Sistemas de diagnóstico, inventario de plantas hospedantes de moscas blancas en Cuba. Tesis. PhD. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, MINAG. Ciudad de la Habana, Cuba. 150 p.

VELASCO, J.; AGUIRRE, G. & ORTUNO, N. (2016). Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en cultivo de hidroponía. *J. Selva Andina Biosph.* 4 (2):71-83. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200004&lng=es&nrm=iso. [05/09/2016].

VÉLEZ, L.D.; CLAVIJO, J.; LIGARETO, G. (2007). Análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz (*Zea mays* L.) – frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. 60 (2).

WONG, S.T, (2003) Manufacturers and Distributors of Humic Acid Products Regarding Acceptable Product Claims for Humic Acids. Agricultural Commodities and Regulatory Services, Department of Food and Agriculture, California, Estados Unidos.

WORDPRESS. Capacidades y aplicaciones de los Microorganismos Eficientes [en línea]. <http://microorganismoseficientes.wordpress.com/category/microorganismos-com/activacion_del_emy1®.php?idioma=1>. [julio 9,2022].