



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS AGRARIAS



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CENTRO UNIVERSITARIO
MUNICIPAL ABREUS

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

Efectos de abonos orgánicos y biofertilizante (Rhizobium) en rendimientos productivos del frijol (Phaseolus Vulgaris L), en la finca El Flamenco, UBPC Victoria de Girón, Abreus

Autor: Ariochy León Rodríguez

Tutores: Lic. Julio García Vega. Prof. Asistente
Lic. Iván López Rodríguez. MsC., Prof. Auxiliar

Asesor: Ing. Juan Pérez Lama, MsC., Dr C., Prof. Titular

Abreus, diciembre 2023



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CENTRO UNIVERSITARIO
MUNICIPAL ABREUS

Declaración de Autoridad

Hago constar que la presente investigación fue realizada en la Universidad de Cienfuegos como parte de la culminación de los estudios de Ingeniero Agrónomo; autorizando a que la misma sea utilizada por la institución para los fines que estime convenientes, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en evento ni publicado, sin la aprobación de la Universidad.

Firma del Autor.

Los que abajo firmamos, certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la Dirección de Nuestro Centro y que el mismo cumple con los requisitos de la investigación, y con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico–Técnica

Nombre y Apellidos. Firma

Computación

Nombre y Apellidos. Firma

Firma del Tutor

Aval



Título del Trabajo: Nivel productivo de una variedad de (*Phaseolus vulgaris*. L) (Frijol) utilizando diferentes alternativas de fertilización orgánica

Hago constar que el trabajo fue realizado en el área de la Finca El Flamenco, ubicada en la demarcación Horquita, municipio Abreus, que pertenece al productor Ariochoy León Rodríguez, como parte de la culminación de los estudios de la carrera de Ingeniería Agrónoma, que tiene como tutores a la Lic. Odalys Méndez Puerto y al Msc. Iván López Rodríguez, mostrándose el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Certifico que dicha investigación ha sido revisada según acuerdo de la dirección de la carrera en el CUM Abreus, y la misma cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de este tipo, referido a la temática señalada. Además, consideramos los resultados de esta investigación como valiosos para el trabajo en el municipio ya que, en la misma, se aportan herramientas para el incremento sostenido del rendimiento del cultivo del frijol.

Dada en Abreus, a los 30 días del mes de noviembre, 2023.

Ing. Islay Armando García Hernández, Msc.
Presidente de la UBPC Victoria de Girón

RESUMEN

En la investigación se presentan los Efectos de abonos orgánicos y biofertilizante (Rhizobium) en rendimientos productivos del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), en la finca El Flamenco; con el objetivo de Evaluar los efectos de los abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L). Estudio descriptivo, explicativo, experimental, empleándose métodos Teóricos, Empíricos, Matemático – estadísticos, en el desarrollo del experimento con la utilización de un (1) cultivar de frijol (Velasco Largo), aplicándose tres tipos de abonos orgánicos: Compost, Humus de lombriz, La Gallinaza y el biofertilizante (Rhizobium), en el experimento Bloque al azar uno, tratamiento y cinco réplicas se proyectó la preparación de la tierra, labranza, rotulación del suelo; en dos etapas: Trabajo de campo, Aplicación de la Metodología del experimento, con diez pasos. Resultados: caracterización de la finca, suelo Ferralítico rojo, ligeramente ondulado, relieve llano, todo lo cual permitió la evaluación de los efectos según rendimiento por ha, respuesta positiva del cultivo, e indicadores económicos. Conclusiones: suelos con propiedades físicas adecuadas y componente vegetal, favoreciéndose la siembra de frijol; riego con pozo artesanal, fuente natural que pueden suplir los requerimientos del cultivo. El manejo tuvo en cuenta: la calidad en la preparación del suelo, calidad de la semilla, la siembra, la fertilización, el riego, control de malezas y plagas y la cosecha; todo acorde a los parámetros establecidos y en función de resultados de rendimientos entre área sembrada y resultados cosechados.

Palabras claves: Abonos orgánicos, Compost, Humus de lombriz, Gallinaza, biofertilizante (Rhizobium)

SUMMARY

The research presents the effects of organic fertilizers and biofertilizer (Rhizobium) on productive yields of beans (*Phaseolus Vulgaris* L), in the farm El Flamenco; with the objective of evaluating the effects of organic fertilizers and biofertilizer (Rhizobium) in the cultivation of beans (*Phaseolus Vulgaris* L). Descriptive, explanatory and experimental study, using theoretical, empirical and mathematical-statistical methods in the development of the experiment with the use of one (1) bean cultivar (Velasco Largo), applying three types of organic fertilizers: Compost, Worm Humus, La Gallinaza and the biofertilizer (Rhizobium), in the experiment Randomized Block one, treatment and five replications were projected the preparation of the soil, tillage, labeling of the soil; in two stages: field work, Application of the Methodology of the experiment, with ten steps. Results: characterization of the farm, red Ferrallitic soil, slightly undulated, flat relief, all of which allowed the evaluation of the effects according to yield per ha, positive response of the crop, and economic indicators. Conclusions: soils with adequate physical properties and plant component, favoring the planting of beans; irrigation with artesian well, natural source that can supply the requirements of the crop. The management took into account: soil preparation quality, seed quality, sowing, fertilization, irrigation, weed and pest control and harvesting; all according to the established parameters and according to yield results between sown area and harvested results.

Key words: Organic fertilizers, compost, worm humus, poultry manure, biofertilizer (Rhizobium).

ÍNDICE

No	Contenidos	Pág.
	RESUMEN	
	INTRODUCCIÓN	1
	CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1	Origen, diversidad, clasificación y características taxonómicas del frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	7
1.2	Necesidades de nutrientes en el cultivo del frijol	10
1.3	Generalidades en las principales enfermedades que atacan al cultivo del frijol	14
1.4	Importancia en el uso de los Microorganismos eficientes (EM)	17
	CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1	Escenario de la investigación, y tipo de estudio	22
2.2	Métodos empleados en la realización del experimento	23
2.3	Desarrollo del experimento en la producción de frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L) en la finca El Flamenco	24
	CAPÍTULO III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1	Caracterización de la finca El Flamenco, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria de Girón, en el Municipio Abreus	28
3.2	Determinación de los abonos orgánicos empleados en el cultivo del frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L) en la finca El Flamenco	31
3.3	Evaluación de los efectos de los abonos orgánicos y el biofertilizante (<i>Rhizobium</i>) en el cultivo del frijol (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L), en la finca El Flamenco	33
	CONCLUSIONES	36
	RECOMENDACIONES	37
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
	ANEXOS	42

INTRODUCCIÓN

En espacios de reflexión y debate la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Roma. FAO, 2018), analiza la producción de granos como un tema capital en las agendas de agricultura, al considerarse como un eslabón fundamental para la seguridad alimentaria; hoy, a tono con las condiciones cambiantes en los ámbitos económicos, políticos y ambientales es analizado como un componente esencial del desarrollo sostenible agronómico (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Ministerio de la Agricultura, MINAG & Asociación cubana de técnicos forestales (Cuba. ACTAF, 2021); a tono con esa idea en Cuba se aplican políticas para el perfeccionamiento en la producción de alimentos.

En esa perspectiva, en Cuba, Díaz Canel, Núñez & Torres (2020), coinciden en la idea de impulsar el Desarrollo Territorial, como alternativa de una sólida base económico-productiva; que implica a los sistemas alimentarios locales para que sean soberanos y sostenibles, planteándose en la Ley y el Reglamento de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (2022), que estos sistemas están integrados por los actores vinculados tanto a la producción, transformación y comercialización de alimentos, como a otras actividades, entre otras, la producción de alimentos en equilibrio con el medio ambiente, y diferentes procesos en las cadenas alimentarias, dando autonomía a los actores, y reconoce a los productores de fincas como actores de gran interés para tales fines.

Estos aspectos están refrendados en la Constitución de la República de Cuba (2019), en sus artículos 77 y 78; en correspondencia con las ideas de la Asamblea General de las Naciones Unidas (Estados. Unidos. ONU, 2015); respecto a los Objetivos de desarrollo sostenible, mostrados en la Agenda 2030; y en ello Cuba, sostiene la búsqueda de alternativas para el desarrollo de una agricultura próspera y sostenible; planteándose la necesidad de la sensibilización en la aplicación de medidas para proyectarse hacia la transición de la agroecología en varias esferas, una de estas es el cultivo de granos y en ello, es esencial el aprovechar los avances científico - tecnológicos para el incremento y rendimiento de la productividad.

Tales ideas se complementan en la Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista, mostradas en los Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026, en los artículos del 115 al 131, con énfasis para esta investigación en el 123, que asume el incrementar la producción sostenible de viandas, hortalizas, granos, frutas y plantas medicinales; y convoca a las producciones para el consumo interno de la población con un enfoque territorial y local.

Varios autores comparten doctrinas que refieren el cultivo del (*Phaseolus vulgaris*, L.) o frijol común, ocupa un lugar importante en la agricultura mundial en cuanto a áreas cultivadas, nivel de producción y consumo, su producción se extiende en los cinco continentes, ya que es la leguminosa más consumida en el mundo; por su importancia alimenticia aporta a la nutrición humana 22 % de proteínas, 7 % de carbohidratos, 32 % de grasas y aceites, así, se ubica como un cultivo estratégico por su alto contenido en proteínas vegetales, por lo que el contenido proteico es aproximadamente el doble al de la mayoría de los cereales y es rico en micronutrientes esenciales como el hierro y el ácido fólico. (Martínez, Maqueira, Nápoles, Núñez, 2017).

Así, Calero, et al., (2019) analizan como dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 % al 33 %. Es rico en aminoácidos como la lisina (6.4 g a 7.6 g/100 g por cada 100 g de proteína) y la fenilalanina más tirosina (5.3 g a 8.2 g por cada 100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. Sin embargo, de acuerdo con evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta el 70 % comparada con una proteína testigo de origen animal, a la que se le asigna el 100 %: (Calero, et al., 2019).

El frijol común es la leguminosa de grano de mayor consumo en el mundo, la más importante para cerca de 300 millones de personas que, en su mayoría, viven en países en desarrollo, debido a que este cultivo, conocido también como "la carne de los pobres", es un alimento poco costoso para consumidores de bajos recursos, luego, se considera como la segunda fuente de proteínas en África Oriental y del Sur y la cuarta en América Tropical (Pacheco, et al., 2016).

La producción mundial de las leguminosas de grano, exceptuando la soja, sobre un total de 72 millones de hectáreas produce 47 millones de toneladas, con rendimientos de 650 kg.ha⁻¹; en tal sentido se reconoce que los rendimientos mundiales de frijol se comportan en 1.4 t ha⁻¹, con buenos rendimientos Puerto Rico, Alemania, Libia y Grecia; los mayores productores son Brasil y Estados Unidos de América; sin embargo en la actualidad los precios de los alimentos han ido en ascenso, lo que ha puesto en peligro de hambruna a numerosos países, en los cuales sus producciones no satisfacen las necesidades nutricionales de su población (Roma. FAO, 2017).

La producción de frijol está afectada por muchos factores agronómicos, como son la fertilidad del suelo, suelos con inadecuadas condiciones físicas, la presencia de plagas y enfermedades, deficiente calidad de la semilla y su conservación, condiciones climáticas adversas; lo que hace que la producción convencional resulta cada día menos sostenible, pues afecta la parte ambiental, económica y social de las zonas y regiones donde se práctica. El uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes químicos, sumado a la labranza inadecuada y la expansión de la frontera agrícola, ha generado desgaste en los ecosistemas (Calero, et al., 2016).

Asimismo, la aplicación sistemática de productos químicos en la agricultura implica algunas dificultades como el resurgimiento de plagas primarias y secundarias, el desarrollo de resistencia genética, la contaminación del medioambiente y afectaciones a la salud humana; en tal sentido se han desarrollado sistemas de producción alternativos, caracterizados por la ausencia de agroquímicos y la utilización frecuente de fuentes de materia orgánica.

Estas alternativas, permiten el manteniendo la fertilidad de la tierra como el humus, compost, abonos verdes, abonos líquidos y biofertilizantes; y con estos abonos se pueden conseguir mejores resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, la estabilidad estructural, regula el balance hídrico del suelo reteniendo los nutrientes y nivelando los niveles de pH. (Calero, Castillo, Quintero, Pérez & Olivera, 2018).

La producción de abonos orgánicos y biofertilizantes contribuye a la búsqueda de un modelo de agricultura sostenible en medio de las restricciones impuestas por el

bloqueo económico, comercial y financiero de Estados Unidos contra la isla. Hernández (2022), en tanto, se reconoce que tienen una gran importancia para mejoras en los resultados de la agricultura, pues contribuyen al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrimento y microorganismos (Rodríguez, 2021).

La producción de frijol está determinada por múltiples factores agronómicos, que comprometen sus rendimientos, situación que afecta a la provincia Cienfuegos, y de manera particular al municipio Abreus, en ello, varios investigadores han aportado estudios para mitigar dicha situación, que se consideraron como antecedentes de esta investigación.

Uno de estos estudios fue presentado por Yero, Parets, Marín, & Soto (2002), quienes realizaron una caracterización de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) prospectadas en la provincia de Cienfuegos, mediante la ejecución de un experimento de campo utilizando un diseño de bloque al azar, evaluándose las variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Siete Naciones (R), Cejita (r), América (n), CC-25-9 (N), CC-25-9 (b) y resultaron ser más precoces (85 días) en relación con las variedades reconocidas como comerciales, y en el rendimiento las variedades Siete Naciones y Cejita se mostraron con valores elevados no siendo superadas por la testigo CC-25-9 (n), para las condiciones en que se desarrolló este estudio, todas las variedades obtuvieron resultados económicos favorables, se percibió susceptibilidad de la variedad Cejita al ataque de roya.

Posteriormente otros autores cienfuegueros que asumen esa línea de investigación presentaron resultados al respecto, Yero, Padrón, Marín, & Castellanos (2006), Yero, Parets, Marín, & Soto (2002), valoraron la diseminación de variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el municipio Rodas; en tanto, Yero, Castellanos, Rey, Padrón, & Marín (2012), presentaron una caracterización morfoagronómica de 19 variedades de frijol común en un agroecosistema del municipio de Cruces; Machín (2012), presentó un diagnóstico productivo del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) a partir de la utilización del método participativo en la CCS Antonio Maceo, en Abreus, y Luque (2015), analizó el incremento de la biodiversidad de frijol

común (*Phaseolus vulgaris* L.) en el contexto de la CCS Jorge Alfonso en el municipio Cienfuegos.

Otro estudio fue realizado por Lobelle (2016), quien analizó el efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Delicias-364', con resultados positivos a partir de la utilización de los estimulantes; en tanto, García (2016), presentó el efecto de dos biopreparados a base de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Aguada de Pasajeros.

En Abreus, Montero (2019), valoró el comportamiento de ocho variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes colores de testa en su desarrollo morfoagronómico, en la Finca Integral de Semillas Guillermo Moncada, mostrando la presencia de agentes nocivos sobre el follaje en la totalidad de las variedades sin alcanzar los umbrales económicos esperados, luego reveló que todos los tratamientos mostraron rendimientos superiores a la media nacional e internacional y tuvieron viabilidad económica, siendo la variedades Buenaventur y Aluvias Blancas Españolas las de mayores rendimientos con 4,04 t.ha⁻¹ y 5,53 t.ha⁻¹ y una ganancia de 62 097,96 y 93 354,13 pesos respectivamente.

Los aportes realizados con estos estudios contribuyeron a resolver problemas a nivel micro y constituyen experiencias valiosas para la provincia Cienfuegos, sin embargo, la producción de granos y de manera particular el frijol no satisface las necesidades crecientes de alimentación en la población de manera general, y en ello se agrega la situación económica y ambiental que atenta negativamente en los niveles de rendimiento esperado, situación que convoca a especialistas de la rama agrícola para la búsqueda de alternativas en pos de una urgente solución a esa problemática. La Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Victoria de Girón, ubicada en la demarcación Horquita, no está ajena a ese fenómeno, y cuenta con 27 usufructuarios, uno de estos, es el productor de la finca El Flamenco, en la cual se han identificado deficiencias respecto a la aplicación de abonos orgánicos y el biofertilizante (*Rhizobium*) en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), situación que afecta el rendimiento productivo del mismo; identificándose, entre otras de menos efectos, la plaga de *Thrips palmi* (Karny) o *Megalurothrips usitatus* (*thrips de*

la flor), raspadora y chupadora, que impide la floración y el proceso de cauje del grano.

Atendiendo a esta problemática se plantea el siguiente **problema de investigación**: ¿Cuál será el efecto de los abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) en los rendimientos del frijol (Phaseolus Vulgaris L)?

Hipótesis: Si se evalúa el efecto de los abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) entonces se determinarán los rendimientos productivos en el cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris L), en la finca El Flamenco, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria de Girón, en el Municipio Abreus.

Objetivo de la investigación: Evaluar los efectos de los abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) en el cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris L), en la finca El Flamenco, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria de Girón, en el Municipio Abreus.

Objetivos específicos

1. Caracterizar la finca El Flamenco, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria de Girón, en el Municipio Abreus.
2. Determinar los abonos orgánicos que debían ser empleados en el cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris L) en la finca El Flamenco.

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En este Capítulo se analizan criterios de diferentes autores, quienes abordan, indistintamente, el origen, diversidad, clasificación y características taxonómicas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), a partir de considerar las necesidades de nutrientes en el cultivo, las generalidades en las principales enfermedades que pueden atacarlo y la importancia en el uso de los Microorganismos eficientes (EM), en la búsqueda de mayores rendimientos.

1.1 Origen, diversidad, clasificación y características taxonómicas del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más antiguos. Hallazgos arqueológicos indican que se conocía por lo menos 5000 años antes de la era cristiana, luego, se considera, que la trilogía de plantas americanas, maíz, frijol y calabaza no existía cuando el frijol estaba en el proceso de domesticación. (Rodríguez, 2022).

Varios autores plantean que el género *Phaseolus* agrupa a multitudes de especies, de las que solo cinco (*Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus polianthus* y *P. vulgaris*) han sido domesticadas. Solo *P. vulgaris* ocupa más del 85 % de la superficie mundial dedicada este cultivo. Se trata de una especie originaria de la región mesoamericana (México, América Central) pero con un importante centro de dispersión en Perú, Ecuador y Bolivia. *P. vulgaris* fue llevada de América a Europa por los españoles en el siglo XVI: (García, 2016 & Rodríguez, 2022).

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, es la siguiente: Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Subclase: Rosidae, Orden: Fabales, Familia: Fabaceae, Género: *Phaseolus*, Especie: *Phaseolus vulgaris*.

Las características botánicas se reconocen en el frijol propiamente dicho es una planta herbácea, de carácter anual, de tamaño y hábitos variables, ya que hay variedades que son de guía o trepadoras, y otras en forma de arbusto pequeño, cuando la semilla de frijol germina, se origina una plántula que posee una raíz

principal vigorosa y un hipocotíleo cilíndrico de color verde, en cuyo extremo están los cotiledones. Las dos primeras hojas que crecen no son las típicas del frijol, ya que no son compuestas, y además tienen forma acorazonada y según Vavilov la coloración del hipocotíleo y de los cotiledones sirve para predecir el color de las flores. Así, si dichos órganos son verdes, las flores serán de color blanco o rosa, y si el hipocotíleo y los cotiledones son violáceos, las flores serán color malva. (Lobelle 2016; Lamz, Cárdenas, Ortíz, Eladio, & Sandrino, 2017 & Rodríguez, 2022).

- **Raíz:** el sistema radical está compuesto por una raíz principal, así como por un gran número de raíces secundarias y raicillas. Es de crecimiento rápido, su mayor desarrollo se produce cerca de la superficie del suelo 20 a 40 cm de profundidad y de 15 a 30 cm laterales; Una característica importante es la formación, en el sistema radical, de nódulos más o menos abundante, formado por la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* y que tienen como función principal la fijación del nitrógeno atmosférico. Debido a esta característica, el frijol cuando está inoculado con una cepa de *Rhizobium* eficiente en lo que respecta a la fijación del nitrógeno, realiza un importante aporte de sustancias orgánicas, y sobre todo de nitrógeno al suelo.
- **Tallo:** la planta de frijol presenta tallos de altura variable, según sea de tipo determinado o indeterminado. En las de tipo determinado el tallo termina en una inflorescencia y la planta es de tipo enano (de 20 a 60 cm), mientras que, en las plantas de tipo trepador o voluble, el tallo es trepador o de guía, no produce inflorescencia en la yema terminal y logra alcanzar una longitud considerable (de 2 a 10 m), alcanzando su máximo desarrollo por medio de empleo de un tutor, o también de un cultivo asociado, como, por ejemplo, el maíz. El tallo presenta característica que son usadas en la identificación de cultivares como: color, pilosidad, tamaño, números de nudos, carácter de las partes terminales, se pueden encontrar pelos cortos o pelos largos, o de ambos tamaños. Pero se encuentran unos pelos pequeños en forma de gancho, llamados pelos unicelulares.
- **La hoja:** son simples y compuestas, están insertadas en los nudos del tallo y de las ramas, las primarias aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la

semilla durante la embriogénesis. Son simples, opuestas, cardiformes, unifoliadas, auriculadas, y acuminadas; caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las estípulas son bífidas. Son sencillas, lanceoladas y acuminadas, de tamaño variable según el cultivar. La textura puede ser liza y con la superficie irregular. El color varía desde el verde normal hasta el verde amarillento, pasando por el verde oscuro al verde violáceo.

- **Flores:** se agrupan en inflorescencia en forma de racimos que pueden ser laterales o terminales como sucede en las plantas de hábito de crecimiento determinado tipo I, desde el punto vista botánico se consideran como racimos de racimos, (un racimo principal compuesto de racimos secundarios, que podrían llamarse tríadas florales).

En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: 1. el eje de la inflorescencia: se compone de pedúnculo y de raquis, 2. las brácteas, 3. los botones florales. La flor de fríjol es típica flor papilionácea de simetría bilateral. La morfología floral favorece el mecanismo de auto polinización. En efecto las anteras están al mismo nivel que el estigma y demás, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla cuando se produce la dehiscencia de las anteras, el polen cae directamente sobre el estigma.

En los cultivares de tipo indeterminado todas las inflorescencias son de tipo axilar. Este cultivo es de días cortos por tanto la floración se ve favorecida por foto periodos inferiores a doce horas con largos períodos de oscuridad lo cual se muestra en Cuba a partir del mes de octubre por lo que podemos decir que los cultivares se comportaron favorablemente.

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

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

1.2 Necesidades de nutrientes en el cultivo del frijol

Varios autores coinciden en reconocer que de los elementos nutritivos necesarios para el frijol, el nitrógeno es el que más rápidamente provoca sus efectos en la planta. La cantidad de este elemento en el suelo generalmente es considerada insuficiente para satisfacer las necesidades del cultivo, luego el nitrógeno es un elemento indispensable para la multiplicación celular; el desarrollo de los órganos, aumente el área foliar y la masa protoplasmática activa: (Yero, Parets, Marín, & Soto 2002; Yero, Padrón, Marín, & Castellanos, 2006; Yero, Castellanos, Rey, Padrón, & Marín, 2012; Calero, Castillo, Quintero, Pérez, & Olivera, 2018 & Rodríguez, 2022).

Este elemento entra en la composición de la proteína, donde su contenido oscila entre 15 y 19, así como también en los ácidos nucleicos, los aminoácidos, los fermentos, las vitaminas, los lipoides, la clorofila y otros compuestos orgánicos que se forman en la planta. Por ello el nivel de la cosecha depende del grado de satisfacción de las necesidades de nitrógeno del cultivo, los valores menores que 3 % en las hojas superiores maduras al inicio de la floración, indican una nutrición inadecuada y el 5 % es símbolo de una buena nutrición. (Machín, 2012; Luque, 2015; Martínez, Maqueira, Nápoles, & Núñez, 2017 & Rodríguez (2022).

En Cuba no se encontraron síntomas de deficiencia con un contenido de 3,6 a 4,6 %, mostrándose que los requerimientos edafoclimáticos, son de gran importancia, para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), que en general no se adapta a los trópicos húmedos, más crece bien en áreas con lluvias regulares, desde los trópicos hasta las zonas templadas, luego es muy sensible tanto a las heladas como a las altas temperaturas, en la cual se presenta abscisión excesiva de los órganos reproductores, condiciones secas durante la época crítica de florecimiento e hinchamiento de las vainas son también muy perjudiciales. De la misma manera el exceso de lluvia causa la caída de las flores y aumenta la ocurrencia de

enfermedades: (Martínez, Leiva, Rodríguez, Gómez, Quintero, Rodríguez, García, Cardenas, 2015 & Rodríguez, 2022).

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, así se plantea 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: (Montero, 2019; Rodríguez, 2022 & Calzada, 2023).

Los suelos con drenaje interno y superficial deficiente no son aptos para el cultivo del frijol; no obstante, en suelos arroceros o de arcilla pesadas es posible realizar estas siembras siempre que se tengan en cuenta las medidas aerotécnicas especiales que garanticen el drenaje de los mismos; en esa dirección los mejores suelos para el cultivo del frijol son aquellos que contengan una buena proporción de materia orgánica, que ayude a la fertilidad de éstos, así como a la retención del agua, mejorando también sus propiedades físicas: (Peña, Rodríguez & Santana, 2015 & Rodríguez, 2022).

El pH óptimo para el frijol se encuentra entre 6,5 a 7,5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos de la planta presentan su máxima disponibilidad; sin embargo, Irañeta y Rodríguez (1993), plantean en suelos rojos el pH óptimo está comprendido entre 5, 8 y 6, 5, con pH por debajo de 0, 5 las plantas pueden tener problemas con el exceso de aluminio.

Se ha observado que los cultivares de frijol de semilla negras son menos sensibles a la acidez del suelo con altas concentraciones de Al que aquellos con semillas de otros colores: (Pacheco, et al., 2016; Rodríguez, 2022 & Calzada, 2023).

En Cuba el Ministerio de Agricultura se establece el período de siembra entre septiembre 10 y enero 31 donde se cuente con regadío. Se establecen algunas regulaciones en cuanto al uso de las variedades en relación a la fecha de siembra, sin embargo, en la lista oficial de variedades comerciales para el 2014 se relacionan

25 variedades comerciales de este cultivo, pero sin diferenciar el uso de las mismas en función de la época de siembra, así las altas temperaturas que ya se producen en marzo y abril estimulan el desarrollo vegetativo de la planta en detrimento de la maduración normal y uniforme, principalmente en las variedades de crecimiento indeterminado del tipo III: Rodríguez (2021), Terry, et al., (2021), Rodríguez (2022). También, estos autores reconocen que se corre el riesgo con las siembras muy tardías que el período de cosecha coincida con las primeras lluvias de la primavera (abril y mayo) lo que entorpece dicha operación y hasta puede ocasionar la pérdida total de la cosecha. Si no se dispone de riego el período de siembra se restringe obligatoriamente desde septiembre hasta mediados de octubre.

Además coinciden al plantear que en la época de siembra más adecuada para el frijol 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 para evitar daños en el grano por exceso humedad; y el periodo de siembra del frijol en Cuba se extiende desde el 1 de septiembre al 30 de enero, con fecha óptima del 15 de octubre al 30 de noviembre. En el caso de las áreas sin riego se recomienda desde 1 de septiembre al 15 de octubre.

Añaden que el esquema de producción de semilla, la primera categoría es la semilla del mejorador o genetista a partir de la cual se obtiene la categoría de básica que es responsabilidad del centro que obtuvo la variedad, de la reproducción de esta categoría se obtiene la semilla registrada y de la multiplicación de esta se obtiene la certificada que es responsabilidad de la empresa productora y comercializadora de semillas (EPCS).

El tema de la semilla es ampliamente debatido y se reconoce que la semilla, una vez tratada, la envoltura del tratamiento debe ser lo más homogéneo posible evitando se le adhieran partículas de tierra u otros que deforme las características de la variedad seleccionada y de esta forma no obstaculice su circulación por el órgano y disco de siembra seleccionado; en tanto la distancia de siembra varía según las variedades. En las variedades de frijol común de grano blanco las distancias de camellón varían desde 0,45 m hasta 0,70 m de distancia entre hileras

y entre 0,0057 m y 0,0089 m de distancia entre plantas con las que se siembran 0,0054 t ha⁻¹ (Rodríguez, 2022).

El manejo adecuado de las variedades es de las prácticas agrotécnicas la que reporta los incrementos más notables en la producción de una región o país sin ocasionar gastos adicionales de consideración por concepto de su introducción, pues simplemente se limita a la sustitución de unas variedades por otras, así el uso de unas o pocas variedades en los cultivos ha conducido a varios fracasos en la agricultura: (Machín 2012; Luque, 2015; Martínez, Maqueira, Nápoles, & Núñez, 2017 & Rodríguez, 2021).

Además, estos autores plantean que no es posible ni conveniente reunir, en una misma variedad, resistencia o tolerancia a las adversidades, lo más razonable es contar con una estructura varietal en el cultivo lo suficientemente amplia que minimice el efecto de las adversidades, manejándose adecuadamente, y coinciden que los suelos para el cultivo del frijol común poseen condiciones físicas y químicas muy variables, en ello, Rodríguez (2022), reconoce la existencias de suelos cuyas deficiencias nutricionales pueden afectar el desarrollo y rendimiento del cultivo, mostrándose en diferentes variedades y poblaciones (250 000 y 300 000 plantas ha⁻¹, el promedio de absorción de nutrientes oscila entre 0,133- 0,016 – 0,116 t ha⁻¹ y una media de extracción y exportación de 0,0322-0,054- 0,0172 t de nitrógeno, fosforo y potasio respectivamente por t de semillas para alcanzar elevados rendimientos agrícolas.

(Terry, et al., 2021 & Rodríguez, 2022), recomiendan que los fertilizantes a aplicar deben estar secos y sueltos para su fácil circulación por los órganos fertilizadores y ajustarse a las normas seleccionadas para cada cultivo en correspondencia con el paquete tecnológico aprobado, y se aplicará durante el proceso de siembra, y se colocará según regulación en la máquina sembradora a 0,5 cm por debajo de la semilla.

En el mundo existen una gran cantidad de variedades de frijol que se distinguen por el tamaño del grano, color de la testa, forma del grano, etc. Las de mayor preferencia en nuestro país son las de color negro y de testa opaca, no obstante, hay preferencias locales por determinadas variedades, luego, a la hora de

seleccionar una variedad para sembrar se deben de tener en cuenta, además, otros aspectos tales como: época en la que se va a realizar la siembra, recursos con los que se cuentan, incidencia de plagas y enfermedades, tolerancia de la variedad que pretendemos sembrar, etc. En nuestra región más del 70 % de las áreas que se siembran en la actualidad se emplean variedades mejoradas genéticamente: (Yero, Parets, Marín, & Soto, 2002 & Yero, Padrón, Marín, & Castellanos, 2006 ; Yero, Castellanos, Rey, Padrón, & Marín, 2012), proponen que la cosecha debe organizarse dependiendo del área a cosechar y la tecnología disponible para la trilla, ya sea manual o mecanizada y teniendo en cuenta que el momento óptimo del arranque y corte de las plantas es cuando el grano tiene entre un 15 y un 17% de humedad.

En experimentos realizados, se ha demostrado que la calidad del grano, en términos de tiempo de cocción y de color de la testa, es adecuada cuando la cosecha se realiza a más tardar hasta 10 días después de la madurez fisiológica, y se trilla en menos de 15 días después de la cosecha. Cuando el frijol se deja en la planta por períodos prolongados después de que se alcanza la madurez fisiológica, o bien, si después del corte tarda en trillarse, ya que además del grano, se oscurece el color y se incrementa el tiempo de cocción: (Peña, Rodríguez, & Santana 2015; Pacheco, et al., 2016 & Rodríguez, 2022).

1.3 Generalidades en las principales enfermedades que atacan al cultivo del frijol

En muchas zonas frijoleras del mundo, las enfermedades son los factores de mayor incidencia en los bajos rendimientos del cultivo. Se han informado varios cientos de agentes que causan enfermedades al cultivo del frijol; sin embargo, no todos tienen una distribución geográfica, prevalencia o importancia económica; pero existe la necesidad imperante de producir frijoles llevan en la actualidad a la planificación para incrementar la producción estatal de dichos granos, por lo que la lucha contra las principales enfermedades que afectan los cultivos constituye una tarea priorizada dentro de los objetivos de la biotecnología agrícola en la mayoría de los países: García, (2016), Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Roma. FAO, 2018).

Las enfermedades que afectan al cultivo del frijol pueden ser causadas por hongos, bacterias, virus, micoplasma, y nemátodos, principalmente en las regiones tropicales y subtropicales, donde además de haber más organismos fitopatogénicos que en las zonas templadas, éstos son con frecuencia más virulentos, los hongos se destacan por producir la mayor cantidad de enfermedades, señalándose que la distribución y frecuencia de aparición de las enfermedades de este cultivo no es la misma en las diferentes localidades edafoclimáticas: (Calero, Castillo, Quintero, Pérez, & Olivera, 2018 & Calzada 2023).

Varios investigadores aluden a las enfermedades y los efectos de biopreparados a base de microorganismos eficientes y bioestimulantes, sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.): (García, 2016; Lobelle, 2016; Rodríguez, 2021; Martínez, Maqueira, Nápoles, Núñez, 2017 & Rodríguez, 2022), y apuntan como afectan al cultivo, a partir de antecedentes que consideraron en estudios preliminares.

De las enfermedades fúngicas que afectan al sistema radical del frijol, una de las más conocidas es la pudrición de pie producida por *Rhizoctonia solani*. La enfermedad se desarrolla en temperaturas moderadas a bajas y en humedad del suelo de moderada a alta, el patógeno puede atacar severamente las plántulas y causar podredumbre del pie (damping-off). Además, puede producir pudrición radical y chancros en el tallo, debajo y encima de la superficie del suelo y puede atacar vainas y las ramas en contacto con el suelo

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

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

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

De las enfermedades bacterianas una de las más importante es la bacteriosis común del frijol producida por *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (Smith) Dye). Esta se pone de manifiesto fundamentalmente en condiciones de humedad y temperatura altas. Los síntomas se observan en el follaje. La infección inicial se manifiesta en forma de puntos acuosos en el envés de la hoja. Ataques severos resultan en un amplio necrosamiento de las hojas y defoliación prematura. Ocasionalmente también se puede observar una reducción del diámetro del tallo y pudrición en la unión del nudo cotiledonario, lo que hace que se quiebre el tallo totalmente.

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

una vez establecida. En el manejo integrado de las enfermedades generalmente se trata de disminuir el inóculo inicial y/o el progreso de la enfermedad.

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

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

1.4 Importancia en el uso de los Microorganismos eficientes (EM)

Los Microorganismos eficientes (EM), es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros (Rodríguez, 2022).

Varios autores (García, 2016; Rodríguez, 2021, 2022), exponen que cuando los EM son inoculados en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinérgica por su acción en comunidad; 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, así 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.

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

Según Rodríguez (2022), algunos de los efectos benéficos de la aplicación de los EM, se reconocen en son: promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas, mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos y suprime los patógenos que promueven enfermedades, aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos, asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas, incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante, reduce los malos olores y por lo tanto disminuye la utilización de desinfectantes, disminuye el consumo de agua de lavado, implementando el manejo de camas secas para colectar excretas.

Además, ayuda al aprovechamiento eficiente de desechos animales, mejora la calidad y aumenta la rapidez en la elaboración del abono, reincorpora aguas residuales como aguas de riego, mejora la calidad de los productos animales, promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evita la descomposición de la materia orgánica por oxidación, en la que se generan gases sulfurosos y amoniacales, reduce la producción de lodos en sistemas de tratamientos convencionales.

Los microorganismos eficientes, al ser un producto orgánico sin manipulación genética, son bien aceptados en toda clase de unidades productivas, ya sean agrícolas, pecuarias o ambientales. Su uso requiere de menores cantidades de materia orgánica, con el ahorro de costos de aplicación de esta al suelo. Con la aplicación de la tecnología EM se hace posible la transformación de los residuos orgánicos en abonos de excelente calidad, utilizados en programas de producción limpia: (García, 2016 & Rodríguez, 2022).

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

Existe una línea de pensamiento que reconoce a autores como: (García, 2016; Rodríguez, 2021, 2022), quienes apuntan que el uso de los EM puede tener las siguientes funciones:

- Agua potable: remueve la materia orgánica; optimiza procesos unitarios en las plantas de tratamiento; reduce la producción de compuestos organoclorados en sistemas convencionales y racionaliza el uso de agentes químicos.
- Agua residual: transforma la materia orgánica disminuyendo la producción de lodos; mejora la calidad física, química y microbiológica del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales e inhibe la producción de olores ofensivos.
- Residuos sólidos: en procesos de compostaje acelera la transformación de la materia orgánica y elimina olores molestos en botaderos, rellenos sanitarios, estaciones de manejo de residuos y en carros recolectores. Los desechos agrícolas, la descarga de aguas contaminadas y la emisión de dioxina que se desarrolla por la incineración y la desintegración de materia orgánica son algunos de los problemas que se pueden enfrentar de manera exitosa con la aplicación de la tecnología de los EM.

Rodríguez (2022), alude al humus de lombriz es un fertilizante orgánico que se produce por las transformaciones químicas de los residuos cuando son digeridos por las lombrices de tierra. Es altamente ecológico ya que se produce de manera natural y contribuye a la reutilización de los restos orgánicos. El humus es un producto soluble en agua y muy fino, cuando se mezcla con la tierra le aporta una textura esponjosa y sus nutrientes se incorporan rápidamente al suelo.

Es un material rico en materia orgánica y sales minerales fácilmente absorbidas por las plantas. Es un producto orgánico estable, uniforme, de coloración oscura,

semejante al polvo de café. Es un auténtico fertilizante biológico que actúa como un mejorador del suelo, elevando su productividad.

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

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

Para establecer la lombricultura es necesario considerar condiciones, que en primer lugar es necesario saber si hay materia orgánica disponible localmente y cuál es la finalidad de explotación, si de uso comercial o doméstico. En caso de ser comercial es importante que se piense en los costos de instalación, producción y transporte. Para esto es necesario que la instalación se ubique lo más próximo posible al mercado consumidor, con buenas vías de acceso. Otro aspecto importante es la fuente y calidad del agua, se ampliamente utilizado como abono orgánico, el humus de lombriz puede sustituir total o parcialmente las aplicaciones de fertilizantes químicos en diferentes cultivos. Se han hecho investigaciones en el cultivo de la papa, pimiento, pepino y tomate teniendo buenos resultados.

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

El macro y los micro elementos pueden ser asimilados por vía radical, en tanto las enzimas, vitaminas y auxinas ejercen su función en la rizosfera y a la vez estimulan el desarrollo de los microorganismos concurrentes en esa zona. La descomposición del humus proveniente tanto de procesos de compostaje como del lombricultivo y de los fenómenos de transformación natural en los suelos, y que da lugar a la formación de productos o sustancias asimilables por las plantas (amonio; nitratos y sustancias minerales), se conoce como mineralización; como proceso es una oxidación biológica en presencia de calcio (Ca) y fósforo (P) que transcurre lentamente; es ejecutada por organismos altamente especializados y tiene lugar bajo condiciones adecuadas de humedad, pH, temperatura y presencia de oxígeno. Así, se deberá tomar en cuenta la riqueza nutrimental de las distintas fuentes orgánicas empleadas en la agricultura; al respecto, cachaza, humus de lombriz y estiércoles de diverso origen, se cuentan entre los materiales de mayor consumo y reconocimiento: (García, 2016 & Rodríguez, 2022).

Rodríguez (2022), reconoce las ventajas y beneficios de la lombricultura.

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

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca El Flamenco, perteneciente Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria de Girón, ubicada en la demarcación Horquita del Municipio de Abreus, en el período comprendido de septiembre de 2021 a septiembre de 2022.

2.1 Escenario de la investigación, y tipo de estudio

El municipio de Abreus se encuentra integrado a la provincia de Cienfuegos. Limita al norte con los municipios Rodas y Aguada de Pasajeros, al este con Rodas y Municipio Cienfuegos, al sur con el Mar Caribe y al oeste con Aguada de Pasajeros (Figura 1).

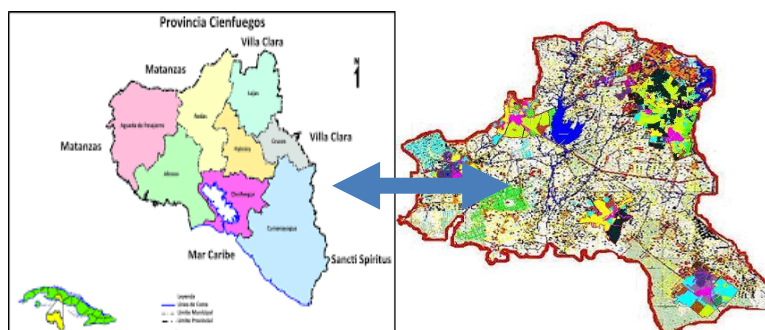


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio Abreus (Cienfuegos, Cuba).

Fuente: Elaboración propia

El estudio es de tipo descriptivo, explicativo, experimental, proyectándose un experimento que logrará la identificación de los efectos de los abonos orgánicos en los rendimientos del cultivo (*Phaseolus Vulgaris* L), frijol, para ello las semillas que serían utilizadas -en el proceso de investigación- fueron procedentes del Programa de Fitomejoramiento participativo del cultivo del frijol en la provincia Cienfuegos, y asesorado por la Unidad Empresarial Base Semillas Cienfuegos y el Centro Universitario Municipal Abreus(CUM).

A continuación, se exponen las características del escenario de la investigación.

- **Suelo:** para la caracterización del suelo objeto de estudio se tuvo en cuenta los datos aportados por el departamento de suelo de la delegación municipal de Abreus. (Minag, 2022).
- **Topografía:** los datos topográficos fueron aportados por el Departamento de Suelo de la delegación municipal de Abreus (Minag, 2022).
- **Clima:** los datos climáticos correspondientes a los valores de temperatura, humedad relativa, los brindó la Estación Territorial de Protección de Planta Yaguaramas en la provincia Cienfuegos 2022, y las precipitaciones se tomaron del registro del pluviómetro ubicado en el Manguito.
- **Presencia de arvense:** para determinar la presencia de arvense en el área de estudio se realizó a partir de la metodología INISAV.2010.

2. 2 Métodos empleados en la realización del experimento

Para el desarrollo de la investigación y la aplicación del experimento se emplearon los siguientes métodos:

Métodos teóricos

- Histórico-lógico, empleado en la determinación la evolución y las tendencias en la correcta aplicación de abonos orgánicos en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), a nivel internacional, nacional y municipal.
- Análisis y síntesis, favoreció la determinación de las necesidades de información respecto a las deficiencias y la correcta aplicación de abonos orgánicos en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), y su comparación con el rendimiento productivo.
- Hipotético deductivo, facilitó el trabajo con las fuentes de información y el establecimiento de regularidades respecto a las deficiencias y la correcta aplicación de abonos orgánicos en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), y su comparación con el rendimiento productivo.

Métodos empíricos

- Revisión de documentos: facilitó el análisis de las políticas y las teorías descritas en la literatura y su confrontación con otros documentos que relacionan las deficiencias y la correcta aplicación de abonos orgánicos en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), y su comparación con el rendimiento productivo.

- Observación participante: facilitó al investigador el acceso al campo de acción de la investigación, para obtener los datos necesarios, y luego conformar la caracterización de la producción del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L) en la finca El Flamenco, la identificación de las deficiencias en la aplicación de abonos orgánicos y la toma de decisiones para el diseño y elaboración de las acciones preventivas.
- Trabajo de campo experimental, permitió el establecimiento de comparaciones y estimaciones, devenidas de toda una labor que considero el procesamiento de datos.

Matemático – estadístico, posibilitó el procesamiento de los datos en números y porcentajes y representarlos en tablas, figuras y gráficos, según interés de la investigación y se procesaron en un documento Microsoft Excel.

2.3 Desarrollo del experimento en la producción de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L) en la finca El Flamenco

Para el desarrollo del experimento se planificó la utilización de un (1) cultivar de frijol (Velasco Largo), aplicándosele tres tipos de abonos orgánicos (Compost, Humus de lombriz, La Gallinaza) y el biofertilizante (*Rhizobium*) que fueron facilitados por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con la colaboración del Dr. C. Juan Pérez Lama.

En el experimento (Bloque al azar 1 tratamiento y 5 réplicas) se proyectó la preparación de la tierra, la labranza y rotulación del suelo; para ese fin, el investigador organizó un algoritmo de trabajo, representado en las siguientes figuras. La figura 3, muestra la familia y composición del frijol que se emplea en el experimento.

Frijol (Velasco Largo)

Familia: *Fabaceae*

Subfamilia: *Papilionoideae*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

Origen: Sur de México y América Central (incluyendo Las Antillas), Centro y Oeste de China.



Requerimientos climáticos:

- ✓ Temperaturas moderadas (20-28 °C)
- ✓ Suficientes (pero no excesivas) lluvias o riegos durante fase vegetativa y parte de la reproductiva.
- ✓ Período seco durante maduración y cosecha.
- ✓ Humedad del aire no mayor a 80 - 85 % HR por varios días consecutivos
- ✓ Período de siembra en Cuba: Septiembre-Febrero

Figura 3. Familia y composición del frijol que se emplea en el experimento

Fuente: elaboración del autor

En la figura 4, se muestran las distancias de las siembras.

Principales distancias de camellón empleadas	✓ 0.90 surco sencillo ✓ 0.90 doble surco ✓ 0.70 surco sencillo ✓ 0.45 surco sencillo ✓ 0.35 surco sencillo
Principales distancias de narigón empleadas	✓ 0.20 (dos a tres semillas por golpe) ✓ 0.30 (dos a tres semillas por golpe) ✓ 0.10 (1 semilla por golpe) ✓ 0.05 (1 semilla por golpe o chorrillo, ✓ 20 semillas por m lineal)
Densidad de población óptima	✓ 20 -30 pl/m² (200 -300 mil pl/ha) ✓ Norma de siembra: ✓ 50 -100 Kg/ha
Profundidad tape. Depende de:	✓ Humedad del suelo ✓ Características físicas del suelo ✓ Tamaño de la semilla
Recomendado	✓ 2-3 cm en suelos arcillosos y pesados ✓ o sin limitación de humedad para la germinación, ✓ 3-5 cm en suelos arenosos y ligeros - o con humedad limitante.

Figura 4. Distancias de las siembras del frijol en el experimento

Fuente: elaboración del autor

En la figura 5., se muestra el manejo del agua que se proyectará en el experimento

Manejo del agua

Etapas muy sensibles (máxima demanda):
Germinación, Floración, Fructificación.

Frecuencia de riego:
6 - 7 días en suelos desecantes;
10-12 días en suelos arcillosos de alta retención de humedad.

Norma parcial de riego: 250-300 m³/ha

Cantidad de riegos:
10 - 12 en suelos desecantes;
6 - 7 en suelos de alta retención de humedad.

Drenaje:
Evitar la saturación prolongada y el encharcamiento.

Figura 5. Manejo del agua que se proyecta en el experimento

Fuente: elaboración del autor

La investigación consideró dos etapas: 1. Trabajo de campo, 2. Aplicación de la Metodología del experimento.

En la Etapa I., se proyectó el trabajo de campo del experimento, que consideró el estudio y aplicación de las doctrinas de García (2014), para la selección de los abonos orgánicos y la cantidad de toneladas de materia orgánica x una ha.

En la preparación de 7 parcelas, con seis surcos cada una, que una vez sembrado el frijol se les aplicaría: parcela 0, se quedaría sin aplicación de nada, la 1ra Humus de lombriz, la 2da Compost, la 3ra Gallinaza, en tanto los tres restantes recibirían Biofertilizante (Rhizobiumla), todas miden 20m x 20m, en un área de 0,042 Ha.



Figura 6. Selección de materia orgánica x una ha, en la preparación de las parcelas, que conforman el bloque al azar.

Fuente: Elaboración del autor

En la etapa II., se proyectó la aplicación de la Metodología del experimento considerándose:

1ro. Selección de la semilla de la variedad frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), en coordinación con un productor de experiencia en semillas, que aportó 50 Kg., en buen estado, la cual fue conservada adecuadamente.

2do. Preparación del suelo, a partir de las proyecciones declaradas en la etapa I., la cual se realizó empleando maquinaria agrícola, por fases:

- Primera, roturación del suelo, a través de un arado de disco a una profundidad de aproximadamente 30 cm, en un intervalo de 20 días, permitiendo que se descomponga el suelo.
- Segunda, aplicación de una picadora pesada, en un término 7 días, que favorece el rompimiento de los terrones que deja el arado.
- Tercera, aplicación de una picadura fina, que permite el alistamiento del suelo.

3ra. Se procede a surcar el suelo de forma mecanizada, empleándose el implemento agrícola Camajuaní, que permite el surcado correcto.

4ta. Se procede a la fertilización manual del suelo, empleándose, según proyecciones de la primera etapa, los abonos orgánicos declarados. Para ello, se procedió a la aplicación del fertilizante, con el uso de un jolongo, de una película fina en el fondo del surco.

5ta. Se procede a la siembra de forma manual, según requerimientos de este experimento, con la técnica del chorreado, esparciendo de 30 a 40 granos aproximadamente, por metros.

6ta. Se procedió al tape y limpia del surco, con la maquinaria agrícola correspondiente.

7ma. Se procede al riego por Aniego, cada 7 días, empleándose energía eléctrica que permite el uso de una turbina y un pozo artesanal, a través de la zanja fluye el sistema de riego.

8va. Pasados 14 días se procede a la realización de labores culturales, indistintamente: escrache, surque Camajuaní, escarde, guataquea.

9no. Aplicación de biofertilizante orgánico Rhizobium, empleándose 5 litros en el experimento, con dosis de dos aplicaciones, cada 7 días, hasta la floración, que aparecerá a los 28 días.

10mo. Mantenimiento de riego y preparación para la cosecha.

Para la evaluación de los efectos, se tuvieron en cuenta los indicadores económicos relacionados a continuación:

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

CAPÍTULO III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo tienen salida los objetivos específicos y de la investigación a tono con la descripción de la metodología utilizada, para luego, proceder a la presentación de los resultados de la propuesta, en ese interés se describen los resultados obtenidos a partir de la realización del experimento.

3.1 Caracterización de la finca El Flamenco, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria de Girón, en el Municipio Abreus

En este municipio se encuentra la UBPC Victoria de Girón ubicada en la demarcación Horquita, que considera 27 formas productivas con la asunción de usufructuarios; una de estas es la Finca El Flamenco, que está en el Registro de Tenencia de la tierra No 1836371, en el municipio Abreus, determinado el productor como Usufructuario, en el barrio Babiney Prieto, con una extensión superficial de 6.95 ha. Limita al Norte con Empresa Agropecuaria Horquita, al Sur con el productor Mijaíl Jiménez Valero, al este con Empresa Agropecuaria Horquita, y al Oeste con el productor Adalberto Rodríguez Hernández.



En la figura 2., se muestra una vista de la finca El Flamenco.

El tipo de suelo predominante, en la finca El Flamenco, correspondió, según la Clasificación de Suelos de Cuba, representada por un suelo Ferralítico rojo, Subtipo Típico (A), en toda su extensión, abarcando una pequeña extensión de 6.95 ha.

Presenta un proceso principal de formación Alitización, con una alteración casi completa de los minerales primarios y materia orgánica bien evolucionada, originado a partir de roca caliza. Perfil del tipo ABC de color rojo en general a través de todo el perfil, friable, su horizonte A contiene de 2-4 % de Materia Orgánica; el pH muestra comportamiento Medianamente Acido a Neutro (5.4 – 6.9); ocupan pendientes desde Llano a ligeramente ondulado, en esta última posición topográfica se encuentran las áreas afectadas por poca erosión.

El mineral arcilloso predominante es la Arcilla Caolinítica (1:1 > 75 %), por ello su Capacidad de Cambio Catiónico es baja, generalmente menor a 25 cmol (+) Kg⁻¹, así como la fertilidad natural.

En la Topografía, de la finca El Flamenco, el área presenta un relieve llano, donde la actividad de cultivos varios se realiza sin dificultades utilizando equipos e

implementos mecanizados que facilitan el trabajo. Además, según la II clasificación de suelos de Cuba estas áreas son recomendables para cultivos agrícolas.

El Clima, que se analiza en la finca El Flamenco, dada su ubicación cuenta con condiciones climáticas donde los promedios de temperaturas oscilaron entre los 19.21 y 25.5° C, en los meses de septiembre/21 a febrero del año 2022. En el caso de la humedad relativa esta alcanzó un valor máximo de 80.6 % en el mes de septiembre y en los meses de octubre a febrero los rangos en esta variable se comportaron desde 74.3 a 78.8 %.

El Instituto de Meteorología Nacional (INSMET, 2001) refiere que el clima en Cuba es de tipo cálido tropical o tropical estacionalmente húmedo, con dos estaciones una lluvioso comprendida entre los meses de mayo a octubre y otra, poco lluviosa, desde noviembre hasta abril, lo que coincidió con el comportamiento de esta variable en el período en que se realizó el estudio. Debido a la gran variabilidad del clima en esta zona es que se reporta la presencia de la plaga (Malpica, 2019).

Las precipitaciones máximas que se registraron en los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre/2021 y enero, febrero de 2022, oscilaron entre 44.0mm, 129.0mm, 30.0mm, 15.0mm, 12.0mm y 10.0mm, comportándose a 40.0mm como promedio de la campaña de frío.

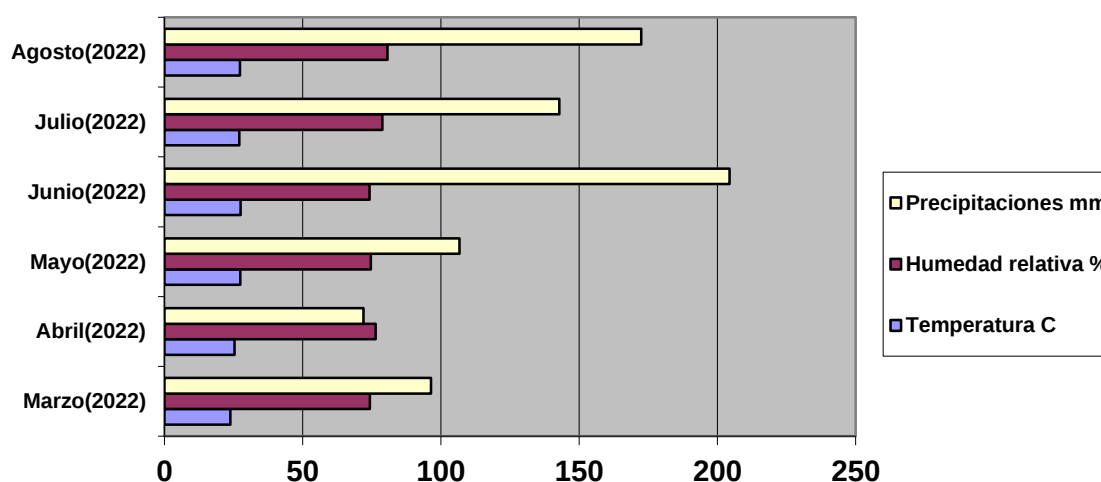


Figura 1. Promedio de temperaturas, humedad relativa y precipitaciones: Fuente Instituto de Meteorología Provincia Cienfuegos. (2022).

En la tabla 1 se presentan los resultados de la presencia de arvenses en el área de estudio, donde *Cyperus rotundus* (L) (Cebolleta), *Sorghum halepense* (L) Pers

(Don Carlos) mostraron gradología cuatro y *Achyranthes aspea* var indica L (rabo de gato) *Tridax procumbens* Jacq C. (romerillo americano) *Sida urnifolia* Mill (malva de caballo) *Walteria indica* L (malva blanca) gradologia dos.

Tabla 1. Presencia y grafología de arvenses

Especies	Presencia	Gradología
<i>Ruellia tuberosa</i> L (salta perico)	X	1
<i>Achyranthes aspea</i> var indica L (rabo de gato)	X	2
<i>Cyperus rotundus</i> (L) (Cebolleta)	X	4
<i>Tridax procumbens</i> Jacq C.(romerillo americano)	X	2
<i>Sorghum halepense</i> (L) Pers (Don Carlos)	X	4
<i>Sida urnifolia</i> Mill (malva de caballo)	X	2
<i>Walteria indica</i> L (malva blanca)	X	2
<i>Mimosa púdica</i> L (dormidera)	X	1

3.2 Determinación de los abonos orgánicos empleados en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L) en la finca El Flamenco

El experimento se desarrolló en el período del septiembre de 2021 a marzo 2022, se utilizó para ello un diseño experimental de bloque al azar compuesto por un tratamiento y 6 réplicas, y un T0 (testigo sin aplicación), T1 (testigo con abono orgánico humus de lombriz) T2 (testigo- compost), T3 (testigo-Gallinaza), T4-5-6 (testigos abonos orgánicos + biofertilizante *Rhizobium*).

El tamaño del área experimental representado por 7 parcelas de 20 m de largo por 20 m de ancho estableciéndose seis surcos en cada una de ellas, con una separación entre parcelas de 2 m. La siembra se realizó a los 20 días del mes de noviembre, a un marco de plantación de 0,90 m x 0,09 m., tomándose para la evaluación una muestra de 10 plantas/parcelas, evaluándose con una secuencia semanal (cada 7 días). Los tratamientos descritos anteriormente se aplicaron de forma simultánea con una frecuencia de 7 días, desde la fase del desarrollo vegetativo hasta la fase reproductiva o floración.

En la determinación de los abonos orgánicos y el biofertilizante (*Rhizobium*) que se emplearían en el experimento del cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), en la finca El Flamenco, se consideró la Metodología de las atenciones culturales al cultivo, según la guía técnica: Mejora genética y manejo del cultivo del frijol para la producción en Cuba (MINAGRI, 2015), y se tuvo en cuenta los objetivos de la investigación a punto de partida del tipo de suelo, la variedad del cultivo de frijol, el clima y las temperaturas, y las políticas agroecológicas que fomentan el uso de abonos orgánicos; luego fueron determinados para este experimento los siguientes:

- Gallinaza: abono de fácil elaboración, a partir del acopio de excremento fermentado de Gallina, al considerar que ese estiércol tiene alto contenido de nitrógeno, fosforo y potasio; se elaboró con la colaboración de las autoridades de la Empresa Avícola Cienfuegos, y la UEB Ponedora Yaguaramas.
- Humos de lombriz: abono de fácil elaboración, a partir del acopio de excremento de la lombriz roja californiana que consume composta o desperdicios de frutas, para ello se sembraron en el Área especial de la UEB Atención al productor No 4, que facilitó la materia prima para estos fines.
- Compost: abono de fácil elaboración, a partir del acopio de residuos orgánicos con desechos domésticos, hiervas, estiércol de animales y otros desperdicios que permiten el incremento de materia orgánica de los suelos y la mejora de la fertilidad, estructura y retención hídrica, previniendo la erosión y degradación.

En el experimento realizado en la finca El Flamenco, los abonos orgánicos y el biofertilizante (*Rhizobium*) que se emplearon en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), fueron favorables por su contenido de macroelementos valiosos y otros compuestos que favorecieron el desarrollo de las tierras de cultivo; y en ese sentido se corroboró que, estos abonos orgánicos aportaron al cultivo frijol:

- Nitrógeno, al notarse el cambio de las proteínas vegetales y la clorofila que determinó el crecimiento y la salud de las plantas, en las parcelas, siendo superior en la que recibió el Compost.

- Potasio, porque fue notorio que se estimuló el crecimiento de las plantas y fortaleció las células vegetales, siendo mayor en la parcela que recibió el Compost.
- Fósforo, porque se pudo observar un proceso de fotosíntesis, que permitió ver el crecimiento de las raíces, tallos y hojas, siendo significativo en la parcela, que se le aplicó el compost.
- Calcio, fue significativo en la parcela que recibió el compost como las plantas de frijol, resultaron más resistentes a la sequía y las enfermedades.
- Magnesio, se notó porque la parcela que recibió el compost mostró mayor calidad de la nutrición de las plantas, que fueron resistentes a las enfermedades de las hojas causadas por la pérdida de clorofila.

Las Variables evaluadas en la aplicación del experimento con la utilización de abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), en la finca El Flamenco, fueron:

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

3.3 Evaluación de los efectos de los abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), en la finca El Flamenco

La evaluación de los efectos del experimento aplicado en la finca El Flamenco, tuvo lugar a partir de considerarse los siguientes aspectos:

- Efecto 1. Rendimiento por ha.
- Efecto 2. Respuesta positiva del cultivo: reduciendo del ciclo de vida, del cultivo
- Efecto 3. Valoración de los indicadores económicos.

A continuación, se explican los efectos, según aspectos determinados.

Efecto 1. Rendimiento por ha.

Toda vez, aplicado el experimento se corroboró el efecto como resultado de la investigación, en el rendimiento por ha, mostrándose en la figura 4.

RESULTADOS DE LA PROPUESTA

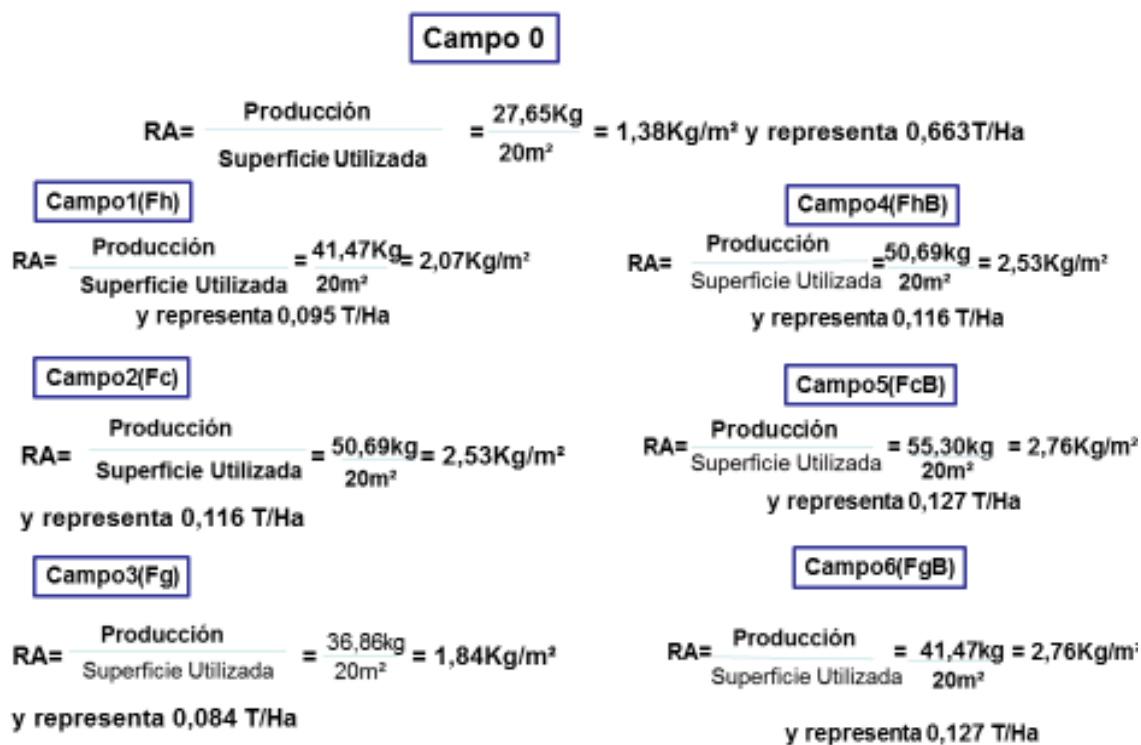


Figura 4. Rendimiento por ha.

Efecto 2. Respuesta positiva del cultivo: reduciendo del ciclo de vida, del cultivo

Al evaluar en el experimento de abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), en la finca El Flamenco, el efecto demuestra la respuesta positiva del cultivo ante la aplicación de abonos orgánicos,

que mejoraron la nutrición de las plantas y estimularon el desarrollo de las raíces, tallos, hojas y floración, reduciendo considerablemente el ciclo de vida, resultado que coincide con la propuesta de (Rodríguez , 2022).

También, se apreció que los abonos orgánicos: gallinaza, Humo de lombriz, y Compost ejercieron un efecto positivo sobre el rendimiento en fríjol, a partir de demostrar como los fertilizantes orgánicos permitieron disponibilidad de macro y micronutrientes que favorecieron la estructura de suelo para un normal desarrollo de las raíces, todo lo cual influyó en el incremento de los rendimientos del fríjol, en esta cosecha; resultado que coincide con el estudio presentado por Pupiales, Pupiales (Criollo & Silva, 2018).

En este efecto que valora la respuesta positiva del cultivo a partir de aplicación de los abonos orgánicos empleados en el cultivo del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L) en la finca El Flamenco, se corroboró las ventajas de la aplicación de dichos abonos, para el rendimiento del cultivo y la mejora en la fertilidad del suelo, coincidiendo con los resultados de Pupiales, Pupiales Criollo, & Silva (2018); sin embargo estos investigadores no utilizaron Compost, que en el caso de este experimento en la finca El flamenco, fue la parcela que mayor rendimiento propició, aunque no es significativo respecto a los resultados de la gallinaza y el Humo de lombriz.

Efecto 3. Valoración de los indicadores económicos.

- Valor de la producción (CUP/ha): 1 t x \$ 228 259.50 según rendimientos del cultivo multiplicado por el costo de una t de frijol, según los precios vigentes (2023).
- Costo de la producción (CUP/ha): 1 t x \$ 136 957.70 según la suma de los gastos incurridos en el proceso productivo, calculados para una hectárea.
- Ganancia (CUP/ha): 1 t x \$ 91 301.80, según valor de la producción menos sus correspondientes costos, calculados para una hectárea.

Los precios de los productos utilizados (MINAG, 2022), en el experimento de la finca El Flamenco:

- Precio de semilla (4.5 kg) (CUP): 746.73
- Una tonelada de frijol para venta (ton)(CUP): 746 730
- Una tonelada de Humo de lombriz (CUP): 2000.00

- Un litro de Microorganismos Eficientes (CUP): 11.00

Otros gastos relacionados con el experimento de abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) en el cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris L), en la finca El Flamenco, fueron: mano de obra, preparación de tierra, gastos de agua, energía, combustible, impuestos tributarios, entre otros.

En anexos se presenta una muestra gráfica de los resultados del experimento.

CONCLUSIONES

Con la caracterización de la finca El Flamenco, se pudieron precisar aspectos formales y legales de la misma que constan en el Registro de Tenencia de la tierra tiene una extensión superficial de 6.95 ha, en las cuales el tipo de suelo predominante, es Ferralítico rojo, Subtipo Típico (A), ligeramente ondulado, con un relieve llano, la actividad de cultivos varios se realiza utilizándose equipos e implementos mecanizados, siendo el Frijol y la Col los principales cultivos.

Los abonos orgánicos empleados en el experimento del cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris L) en la finca El Flamenco, fueron Gallinaza, Humos de lombriz, Compost, y el biofertilizante (Rhizobium), los cuales fueron favorables por su contenido de macroelementos valiosos y otros compuestos y favorecieron el desarrollo de las tierras de cultivo; aportando al cultivo de frijol, Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, siendo significativo el resultado en la parcela que recibió el Compost, pues fue notorio, que las plantas de frijol, resultaron más resistentes a la sequía y las enfermedades.

Los efectos de los abonos orgánicos y el biofertilizante (Rhizobium) aplicados en los rendimientos del frijol (Phaseolus Vulgaris L., mediante el experimento fueron identificados en: el rendimiento por ha, la respuesta positiva del cultivo, y la valoración de los indicadores económicos, corroborándose mejoras en la nutrición de las plantas, la estimulación en el desarrollo de las raíces, tallos, hojas y floración, reduciéndose el ciclo de vida, con un efecto positivo sobre el rendimiento pues permitieron la disponibilidad de macro y micronutrientes, siendo positiva la mejora en la fertilidad del suelo, y los resultados económicos.

RECOMENDACIONES

Generalización de los resultados de la investigación en otras fincas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Victoria de Girón, en el Municipio Abreus.

Identificación de otras variedades de frijol que se ajusten al experimento y que puedan emplearse en estudios similares, en la Unidad Básica de Producción Cooperativa, Victoria de Girón en el Municipio Abreus.

Diseñar proyectos que faciliten la participación de los productores y establecimiento de Estrategias locales para sustituir insumos químicos (importados) por biológicos (disponibles localmente), guiados por prácticas y métodos agroecológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calero, A, Castillo, Y., & Quintero, E. (2018). *Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. *Revista Fac. Ciencias*, 7 (1), 88-100. 7, 100.
- Calzada Díaz de Villegas, A. (2023). *Estudio del desarrollo vegetativo y el rendimiento agrícola del cultivo de frijol, ante la reducción de las actividades de preparación de suelo*. *Revista Científica Agroecosistemas*. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Calzada Díaz de Villegas, A. (2023). *Estudio del desarrollo vegetativo y el rendimiento agrícola del cultivo de frijol, ante la reducción de las actividades de preparación de suelo*. *Revista Científica Agroecosistemas*. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.
- Colombia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Cuba. Ministerio de la Agricultura, & Cuba. Asociación cubana de técnicos forestales (ACTAF). (2021). *Iniciativas y evidencias innovadoras de agricultura sostenible y agroecología para el desarrollo rural, escalables a políticas públicas en Cuba*. <https://doi.org/10.4060/cb5990es>
- Cuba. Comité Central del Partido Comunista de Cuba. (2021). *Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista. . Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026*. PCC
- Cuba. Ministerio de la Agricultura Cuba. (2015). *Plan estratégico de la cadena del frijol para la región central Cuba*. MINAGRI.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura Cuba. (2015a). *Informe del diagnóstico de la cadena del frijol en la región central Cuba*. MINAGRI
- Cuba. Ministerio de la Agricultura Cuba. (2015b). *Propuesta de tecnología para la producción de granos con el equipamiento previsto con el programa más alimentos*. MINAGRI.

- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (2019). *Constitución de la República de Cuba*. Gaceta Oficial No. 5. Extraordinaria. <http://www.gacetaoficial.gob.cu>
- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (2022). Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional. *Gaceta Oficial No. 77. Ley 148/2022*. Extraordinaria.
- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (2022). *Reglamento de la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional*. Gaceta Oficial No. 77. Decreto 67/2022.
- Estados Unidos. Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es>
- Díaz-Canel Bermúdez, M, Núñez Jover, J, & Torres Paez, C.C. (2020). *Ciencia e innovación como pilar de la gestión de gobierno: Un camino hacia los sistemas alimentario locales*. <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/372>
- García, C. (2016). *Efecto de dos biopreparados a base de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. (Tesis de Grado). Universidad Cienfuegos.
- Lamz, A, Cárdenas, R., M., Ortíz, R., Eladio, & L. y Sandrino, A. (2017). *Evaluación preliminar de líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) promisorios para siembras tempranas en Melena del Sur San José de las Lajas, Mayabeque*. Cultivos Tropicales. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Lobelle, L. (2016). *Efecto de los bioestimulantes Biobrás 16 y QuitoMax sobre el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedad Delicias-364*. (Tesis de Grado). Universidad Cienfuegos. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/208>
- Luque, L. (2015). *Incremento de la biodiversidad de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en la CCS Jorge* (Tesis de Grado). Universidad Cienfuegos.
- Machín, D. (2012). *Diagnóstico productivo del cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L) a partir de la utilización del método participativo en la CCS Antonio Maceo, Abreus*. (Tesis de Grado). Universidad Cienfuegos

- Martínez, L., & Maqueira, L. (2017). *Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.) biofertilizados*. Cultivos Tropicales.
- Martínez, S., Leiva, M, Rodríguez, M, Cardenas, M, & Garcia, A. (2015). *Nuevas variedades promisorias de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) para la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú*. Centro Agrícola.
- Montero Fraga, D. (2019). *Comportamiento de ocho variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) con diferentes colores de testa en su desarrollo morfoagronómico en el municipio de Abreus*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Núñez González, M. R, & Becerra Fonseca, E. J. (2023). *Acompañamiento del Centro Universitario Municipal Abreus al proyecto de innovación agropecuaria local*. *Revista Científica Agro ecosistema*.
<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/604>
- Roma. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2018). *Producción mundial de frijol*.
<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Pacheco, M, Hernández, A, Alonso, M, & Puldón, V. (2016). *La cadena de valor del frijol común en Cuba*. (Proyecto). AGROCadenas. Cuba.
- Peña, K., Rodríguez, J. C, & Santana, M. (2015). *Comportamiento productivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) Ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente*. *Avances*, 17.
- Pupiales Criollo, H.A, Pupiales Criollo, J.A, & Silva Parra, A. (2018). *Respuesta del frijol lima (phaseolus vulgaris l) a la aplicación de abono orgánico a base de residuos sólidos de fique, tambo, departamento de Nariño, Colombia*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Rodríguez Pérez, C. I. (2022). *Evaluación del efecto de la aplicación de humus de lombriz líquido y microorganismos eficientes en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris, L)*. (Tesis de Grado). Universidad de Holguín.
- Rodríguez Pérez, I. (2021). *Evaluación del efecto de la aplicación de humus de*

- lombriz líquido y microorganismos eficientes en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris, L).* Tesis de Grado). Universidad de Holguín.
- Terry Alfonso, E., Gómez Santiesteban, E, & Ruiz Padrón, J. (2021). *Respuesta agronómica del cultivo de frijol a los bioproductos FitoMás-EC® + Gluticid®.* (Icidca sobre los derivados de la caña de azúcar). Tesis de Grado. Universidad de Holguín.
- Yero Mosquera, Y, Parets Selva, E, Marín Hautrive, L.R, & Soto Ortiz, R. (2002). *Caracterización de variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L) prospectadas en la provincia de Cienfuegos.* Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS).).
- Yero, Y., Castellanos, L, Rey, J. A, Padrón, W. R, & Marín L. R. (2012). *Caracterización morfoagronómica de 19 variedades de frijol común en un agroecosistema del municipio de Cruces.* Centro Agrícola, 39.
- Yero, Y., Padrón, W. R., Marín, L. R., & Castellanos, L. (2006). *Diseminación de variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) En el municipio Rodas.* Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS),).

Muestra gráfica: aplicación y resultados del experimento en la finca El Flamenco

