



CIENCIAS AGRARIAS

Título: Evaluación productiva de la variedad de frijol común Velasco Largo con la inoculación de diferentes alternativas de fertilización orgánica.

Autor: Aguedo Rafael Rodríguez Cosme.

Tutor: MsC: Yanet Yero Mosquera.

Año: 2012.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, por su dedicación, contribución y ayuda desinteresada.

A la revolución y a nuestro comandante en jefe, por darme la oportunidad de convertirme en ingeniero Agrónomo y de esta forma, contribuir como profesional en el desarrollo del programa agropecuario.

Al colectivo de profesores, que a lo largo de estos años, lleno de sacrificio, se esforzaron por transmitirme sus conocimientos, asiendo de mí, una mejor persona y un buen profesional.

A todas esas personas que de una forma u otra y en ocasiones con tan solo una pequeña pero alentadora frase, me brindaron su ayuda desinteresada y contribuyeron hacer realidad un sueño.

A mis padres Blas y Maria Caridad, mis Hermanos Luís Bárbaro, José Blas y Francisco.

A mi esposa Tamara y mis hijos Rafael, David, Gretel.

A mis Amigos, Compañeros de trabajo y de estudio: Orlando, Ásael, Villito, Pablo, Regla, Yoel, Berkis, José, Felipe, Maria. A todos Gracias.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que entregaron parte de su vida desinteresadamente a la noble y humana tarea de educar especialmente a:

Mis padres Blas y Maria mis hermanos Luis Barbar, José Blas, Francisco.

Mi esposa Tamara, mis hijos Rafael, David, Gretel.

A mis amigos, compañeros de trabajo, de estudio y a todas esas personas que de una forma u otra, me brindaron su ayuda desinteresada.

SINTESIS

El presente trabajo se desarrolló en la localidad del Altamira, en áreas de la finca del campesino Blas Rodríguez Alemán, en el período comprendido desde diciembre 2011 a febrero 2012, sobre un suelo pardo sin carbonato. Evaluándose la variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Velasco Largo con la inoculación de fertilizantes orgánicos, Rhizobium y Micorrizas en cuatro variantes de 1 cordel cuadrado con los siguientes métodos: testigo, Rhizobium, Micorrizas y la combinación Rhizobium+ Micorrizas, evaluándose: fenología del cultivo, alturas de las plantas, rendimiento, observándose que en la madures fenológica se obtuvo a los 78 días de sembrado en todas las combinaciones. Con relación a la altura de las plantas para todos los casos la máxima altura se obtuvo a los 35días la variante 1, la máxima altura se obtuvo a los 30cm, en la variante 2 y 3 a los 32cm y en la variante 4 a los 35cm. En cuanto al rendimiento se aprecia que para la variante 1 se obtuvo 91 libras (1, T/ha⁻¹), en el variante 2, 124 libras (1.36, T/ha⁻¹), para la variante 3, 128 libras (1.41, T/ha⁻¹) y en la variante 4, 174 libras (1.92, T/ha⁻¹). Las plagas y enfermedades no fueron significativas, no afectando los resultados.

ABSTRACT

This work was developed in the town of Altamira, in areas of the estate of Blas Rodriguez German peasant, in the period from December 2011 to February 2012 on a brown soil without carbonate. Evaluating the variety of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Long Velasco inoculation of organic fertilizers, Rhizobium and Mycorrhizae in four combinations of 1 square string with the following methods: control, Rhizobium, mycorrhizae and Rhizobium + Mycorrhizae combination, evaluating: phenology crop, plant height, yield, watching on the phenological maturity was obtained at 78 days of planting in all combinations. With regard to plant height in all cases the maximum height was obtained at 35días, option 1, with 30cm, in option 2 and 3 to 32cm and in variant 4 to 35cm. In performance is observed that for the variant 1 was 91 pounds (1, T/ha-1), in the variant 2.124 pounds (1.36, T/ha-1) for variant 3, 128 pounds (1.41, T/ha-1) and variant 4, 174 pounds (1.92, T/ha-1). pests and diseases were not significant and does not affect the results.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.	2
1.1. Problema de Investigación.....	3
1.2. Objetivo General.....	4
2. DESARROLLO	5
2.1. Origen del frijol común.....	5
2.2. Domesticación en el mundo.....	5
2.3. Origen y distribución en Cuba.....	6
2.4. Clasificación Taxonómica.....	6
2.5. Características Distintivas del Frijol.....	7
2.6. Enfermedades más importantes de la región.....	7
2.7. Suelos.....	8
2.8. Fertilización.....	10
3. MATERIALES Y METODOS	15
3.1. Descripción del experimento.....	15
3.2. <i>Selección del terreno</i>	15
3.3. Preparación del suelo.....	15
3.4. Siembra.....	15
3.5. Riego.....	16
3.6. Fertilización.....	16
3.7. Limpia.....	16
3.8. Condiciones Climáticas.....	17
3.9. Control de plagas y enfermedades.....	17
3.10. Valoración económica.....	17
3.11. Procesamiento estadístico.....	18
4. Resultado	19

4.1. Análisis de las condiciones climáticas durante el periodo de estudio.....	19
4.2. Fenología del cultivo durante el periodo de estudio.....	19
4.3. Alturas de las plantas.....	21
4.4. Análisis de los componentes de rendimientos.....	22
4.5. Rendimiento final.....	26
4.6. Análisis económico.....	26
4.7. Incidencia de plagas y enfermedades.....	27
Conclusiones.....	29
Recomendaciones.....	30
Bibliografía.....	30
Anexos.....	35

INTRODUCCION

Se ha expresado de forma metafórica la trascendencia de los frijoles en nuestro país en una célebre frase. **De que son tan importantes en la seguridad de la nación como los cañones** Raúl (2009). Su alto contenido en proteínas vegetales los sitúa como un **cultivo estratégico**, puesto que garantiza un nivel de proteínas muy rentables si se analiza el elevado precio de la proteína animal en el mercado nacional e internacional y el bajo nivel de ingresos que aún posee la población cubana.

El frijol como planta milenaria, los estudios datan que su existencia en la antigüedad es de unos 8000 mil años en algunos lugares de México, Estados Unidos y Perú, según Paredes et al (2006); aún se trabaja para determinar la exactitud del origen y clasifican tres regiones de Latinoamérica, sur de los Andes en Perú, Argentina norte de los Andes y Mezo América que incluye a México y Costa Rica, según Voysest (2000), En México se han encontrado restos de frijol que datan entre cuatro mil y seis mil años, Voysest aclara que los restos de estas plantas son de frijol domesticado. En particular Paredes et al (2006) plantea, que es posible identificar en este país por encontrar prototipos de especies silvestres de los cinco grupos más cultivados: P. Vulgaris, (Frijol Común); P. acutifolius, (Frijol tépari); P lunatus, (Frijol lima); P. coccineus, (Frijol escarlata); y P. polyanthus, (Frijol Anual).

El en la actualidad el frijol, a nivel internacional, resulta ser un producto de menor significación en cuanto a volumen, su importancia trasciende como forma de alimento y sustituto de otros nutrientes en la sociedad, sobre todos en los países donde los niveles de adquisición de las sociedades son bajos y no le permiten acceder a otras fuentes de nutrientes de mayor valor económico, según la FAO para 300 millones de personas la mayoría de América Latina (donde el cultivo fue domesticado) y de África. El Frijol Común (*Phaseolus Vulgaris* L) es rico en proteína, hierro y otros requisitos alimenticios, y se conoce como el alimento casi perfecto. Además de apoyar la nutrición humana tiene una gran importancia económica, generando ingresos para millones de pequeños agricultores (CIAT, 2006) en el mundo, la producción de frijol se concentra en 129 países, de los cinco continentes, que como promedio se produce unas 20 millones de toneladas al año, esto puede variar de un año a otro por los regímenes lluviosos, ya que las principales cosecha se recogen en esta etapa.

Dentro de los primeros productores de frijol del mundo se destacan La India, 3.1 millones de toneladas, Brasil con 3.1 millones de toneladas, Myanmar con 2.1 millones de toneladas, China con 1.7 millones de toneladas, México con 1 millón de toneladas, entre este grupo de países se produce mas del 50% de la leguminosa que se consume en el planeta, El mayor consumo de la leguminosa se considera que sean los países de estándares de vidas bajos, fundamentalmente en los países en vías de desarrollo, dado este nivel se considera que los países de América Latina,

Asia y África son las regiones de mayor consumo, considerando que en los Estados Unidos esta leguminosa es consumida en lo fundamental por los emigrantes proveniente de estos lugares.

Según la FAO (2010) los rendimientos mundiales de la campaña 2009-2010 de frijol se situó a 1.27 toneladas por hectáreas (ton/ha). De los principales países productores del mundo, solo Estados Unidos y China obtuvieron rendimientos de 1.86 y 1.53 T/ha, respectivamente. Países productores como Indonesia, Brasil, India, Myanmar y México obtuvieron un rendimiento promedio inferior al rendimiento mundial, es decir, de menos de una tonelada de frijol por hectárea. Para precisar lo anterior Brasil el principal productor del mundo, obtuvo un rendimiento de 0.8 T/ha, India 0.4 T/ha, Myanmar con 0.93 T/ha y México 0.7 T/ha. Por lo que el nivel de producción alcanzado por la mayoría de estos países esta basada en la escala de producción o extensión de tierras cultivadas, y no por la intensificación en los recursos técnicos empleados para su producción. Mientras que en nuestro país solo se alcanza 1 T/ha, como promedio, y se invierten anualmente más de 32.8 millones de dólares en la compra de alrededor de 140 mil T/m³ de granos. La producción total no satisface la demanda de la población, por lo que aún en momentos actuales existe la necesidad de importar miles de toneladas anuales.

Según FAO (2008), de los trece países mayores consumidores del mundo nueve son de América Latina; Nicaragua, Cuba, Brasil, México, Paraguay, Belice, Costa Rica, Guatemala y Honduras, lo que confirma los niveles de consumo y de los ingresos de los países menos y más desarrollados. El consumo de esta leguminosa a nivel mundial en un año está en 2.5 Kg por persona, solo un grupo de países consumen por encima de esta media, con un consumo de: Burundi 29.9kg por persona, Ruanda 25.1kg por persona, Cuba 17.5kg por persona, Nicaragua 16.9kg por persona, Brasil con 16.1 kg por persona, y Salvador con 15.3kg por personas.

El suelo, el agua y los recursos genéticos constituye en fundamento en el que se basan los agricultura y la seguridad alimentaria mundial. De los tres elementos, el menos conocido y menos valorado son los recursos fitogenéticos. También son de los que más dependen de nuestros cuidados, nuestra salvaguarda y tal vez sean los más amenazado (FAO ,2006).

Actualmente se han condicionados cambios en la agricultura cubana, por imperativos del orden económico- financieros, debido a las reiteradas constancia de los efectos adverso de la agricultura convencional y signos de deterioros e in efectividad de las relaciones de trabajos en la agricultura desde la década de los años ochenta, a la existencia de la una política orientada hacia un desarrollo nacional de adaptación y creación de tecnologías, en funciones de nuestro desarrollo, lo que permitió detectar entre otros aspectos que el suministro de variedades mejoradas, no satisfacen plenamente las necesidades de los agricultores (Martín et al., 2006).

1.1 Título: Evaluación productiva de la variedad de frijol común Velasco Largo con la inoculación de diferentes alternativas de fertilización orgánica.

1.2. Problema de Investigación.

¿Cuál será la respuesta productiva de la variedad Velasco Largo (*Phaseolus Vulgaris* L), ante la inoculación de abonos orgánicos (Rhizobium y Micorrizas)?

Hipótesis de la Investigación.

Si se demuestra que con la aplicación de abonos orgánicos se puede tener resultados productivos, entonces se podrá superar los rendimientos actuales de la zona sin necesidad de químicos.

1.3. Objetivo General.

Caracterizar la variedad Velasco Largo ante la aplicación de alternativas de abonos orgánicos.

Objetivos Específicos.

- ✓ Evaluar los resultados productivos de la variedad ante las diferentes alternativas de abono orgánico Rhizobium, Micorrizas y la combinación de Rhizobium + Micorrizas.
- ✓ Incidencia de plagas y enfermedades.

DESARROLLO

2-1 Origen del frijol común.

El frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L) es una de las plantas alimenticias más importante en la vida de unos 300 millones de habitantes en el mundo, fundamentalmente en las América, tiene su origen en el nuevo mundo, siendo trasladada al viejo mundo como una planta ornamental. Considerado como uno de los cultivos más antiguos arqueológicamente, estos hallazgos datan de unos 8000 mil años y en Sudamérica datan de unos 5000 años A. E. C (Infante.1990).

2.2. Domesticación en el mundo.

El frijol del genero *Phaseolus* está distribuido por todo el mundo. Se cultiva en los trópicos, subtrópicos y zonas templadas. Dentro del genero *Phaseolus*, las especies *Phaseolus Vulgaris* L., *Phaseolus cocinius* L., *Phaseolus Lunatus* L. y *Phaseolus Acutifolius* Gray son las más importante agronómicamente (Mejía et., al 1987). Estudios consta de 50 especies encontradas en las América, 5 especies domesticadas, cuatro de ellas cultivadas, siendo la más expandida la *Phaseolus Vulgaris* L, ocupando más del 85% de las áreas actuales dedicada a todas las especies *Phaseolus* en el mundo. (Singh, 2001).

Pereira, (1990) plantea que el proceso de domesticación redujo la diversidad genética, como lo muestra los patrones de faseolina presente en forma silvestre y cultivada de la especies. En contraste durante y después del proceso de domesticación, la selección por los agricultores del pasado aumentó la variabilidad genética.

Castiñeiras et al., (1992) considera interesante la hipótesis de que los frijoles hayan sido esparcido por el hombre más que por sus propios mecanismo de dispersión.

Gepts, (1991) propone dos rutas de dispersión, la primera, para las de los tipos de semillas pequeñas y faseolina S, la cual comienza en México, continua por la costa del Caribe, Colombia, Venezuela y llega eventualmente al Brasil. Alternativamente pudo ver comenzado en México, continuar por las Islas del Caribe y de ahí a Venezuela, Colombia y Brasil. La segunda ruta para cultivares de semillas grandes y faseolina T comienza en Los Andes y llega al Brasil. (Castiñeiras et al., (1992) Consideran que esta ruta debe haber sido la vía de la introducción de los cultivares cubanos. Colombia parece ser el punto de encuentro de los cultivares de origen mesoamericano y andino.

2.3. Origen y distribución en Cuba.

A la llegada de los conquistadores a Cuba encontraron una gama de variedades que se cultivaban en la isla, entre ellos la clase del genero *Phaseolus*, Voyset, (1983) y citado por Castiñeiras, (1992), en colectas realizadas a lo largo de la isla, ha confirmado la amplia gama de variedad que se cultiva.

Las primeras introducciones en Cuba fueron de las variedades de semillas grandes con Faseolina tipo T, que pudieron haber llegados con los indios Tainos del Sur. Las razas con semillas negras y pequeñas y Faseolina tipo S que prevalece en el germoplasma cubano pudieron haber llegados de México, por la costa norte, de América del Sur y el Arco Antillano y reintroducido después desde México, después de la conquista, sin embargo Dacal y Rivero de la Calle en 1984, Consideran al Golfo de México como ruta imposible de entrada del frijol a Cuba a pesar de la corta distancia, basado en las fuertes corrientes del golfo que hicieron imposible la navegación precolombina.

Es importante seguir buscando información sobre la dispersión del frijol por las islas del Caribe desde los centros de domesticación, para poder determinas su filogenia.

2.4. Clasificación Taxonómica.

Desde el punto de vista taxonómico esta especie es el prototipo del género Phaseolus y su nombre científico es **Phaseolus Vulgaris L.** asignado por Linneo, (1753). Según Melchior, (1964) citado por Weiss et al. (1988). El frijol común se clasifica de la siguiente manera:

- ✓ División: Angiosperma.
- ✓ Clase: Archichlamydae.
- ✓ Orden: Rosales.
- ✓ Suborden: Leguminosinae.
- ✓ Familia: Fabaceae.
- ✓ Subfamilia: Fabaideae.
- ✓ Tribu: Phaseoleae.
- ✓ Subtribu: Phaseolineae.
- ✓ Género: Phaseolus.
- ✓ Especie: Phaseolus Vulgaris L.

2.6. Características Distintivas del Frijol.

El frijol presenta un grupo de características que se tienen que tener presentes y son las siguientes.

- ✓ Es una planta C-3, realiza la fotosíntesis exclusivamente mediante el ciclo de Calvin.

- ✓ Tiene la capacidad de formar nódulos en las raíces, que le permiten la fijación biológica del nitrógeno.
- ✓ Es principalmente autogama, aunque presenta cierto porcentaje de polinización cruzada.
- ✓ El hábito de crecimiento, el cual está controlado genéticamente, puede ser modificado por el medio, es importante, porque esta relacionado con características agronómicas y fisiológicas.

La floración y el desarrollo de los frutos, son secuenciados o escalonados, en el frijol, la antesis o apertura de las flores de una planta ocurre de forma continua, en un Lapso. De 2 a 4 semanas, según la variedad, el hábito de crecimiento y las condiciones ambientales. Este ritmo de floración continua también ocurre a nivel de inflorescencia individual:

- ✓ La producción de números de botones, flores y vainas jóvenes, es mucho mayor que el vainas normales que llegan finalmente a alcanzar la madurez, debido a la abscisión o caída controlada fisiológicamente, pero modulada por el ambiente; además por la ocurrencia de vainas (vanas) que son aquellas retenidas en la planta hasta la madurez, pero no contiene ninguna semilla normal.
- ✓ Aborto de óvulos y semillas.

2.8. Enfermedades más importantes de la región.

El frijol es atacado por un amplio rango de enfermedades foliares, caulinares y radicales. Entre ellas las más importantes son: Roya, Antracnosis, Mancha Angular, Ascochyta, Añublo Bacteriano Común (Henríquez et al., 1995) y (Araya et al., 1995).

- ✓ Virosis: Mosaico común (BCMV) y Mosaico Dorado (BGMV).
- ✓ Enfermedades Bacterianas: Bacteriosis común o añublo Bacteriano Común u Añublo el Halo.
- ✓ Enfermedades Fúngicas: Antracnosis, Mancha Angular, Roya, Mustia y Pudriciones Radicales causadas generalmente por un complejo de hongos.

En los países donde se han informado la menor cantidad de enfermedades en el frijol son: Belice, Cuba y Panamá. En Cuba se reportan como las principales enfermedades: La Roya (*Uromyces phaseolus*), Añublo Bacteriano Común y el virus del Mosaico Común (BCMV) (Castiñeiras et al., 1992) (Araya et al., 1995). Algunos de los agentes patógenos del frijol están asociados con un tipo de clima. En climas calidos se observa el Mosaico Común, el Mosaico Dorado, la Bacteriosis o Añublo Bacteriano Común, la Mustia, la Roya y las pudriciones Radicales y el tallo asociado con *Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina phaseolina*. En clima frío aparecen la Antracnosis, Ascochyta, *Phytophthora*, el Moho Blanco y las pudriciones asociadas

con Rhizoctonia. La Mancha Angular es más común en los climas moderados, sin embargo, es posible encontrar en una misma zona y en un mismo campo y aun en una misma variedad, Ataques de Añublo Común, Añublo del Halo, Antracnosis, Roya y Mancha Angular (Araya et al., 1995).

2.9 Suelos.

Actualmente existe una justificada preocupación por la degradación de los suelos y sus efectos adversos sobre la productividad agrícola la calidad del ambiente. El deterioro de los suelos, que comprende procesos tales como: erosión, pérdida de materia orgánica, compactación, salinización, contaminación y reducida actividad biológica se ha extendido ampliamente en los suelos agrícolas, como consecuencias de practicas de producción más intensiva y por la expansión de la agricultura en ambientes mas frágiles (RAAA, 1995; FAO, 1996; Troncoso, 1997; Vidal, 1997).

Una de las alternativas para resolver algunos problemas físicos del suelo es la adicción de materiales orgánicos, como es el caso del estiércol, ya que se ha observado mejor físicas, además aporta cantidades considerables de materias orgánicas que constituye uno de los cuatro principales componente físico del suelo, por esta razón es conveniente mantener un nivel adecuado, sobre todo en aquellos suelo que mantienen una baja actabilidad estructural (Ramírez, 1985; Muñoz 1990; Novoa, 1992).

Las situaciones que favorecen la acumulación de materias orgánica en el suelo, incrementa la cantidad y proporción de biomasa en materia orgánica total del suelo. Los organismo del suelo pueden promover una mayor estabilidad de los agregados del suelo, la perdida de materia orgánica y en particular, pérdida en componente microbiano, puede afectar adversamente las características, físicas, biológicas y nutricionales del suelo. Las mediciones de la biomasa pueden relevar los cambios ocasionado por el manejo del suelo (Troncoso 1997).

Vidal, (1997) plantea la cero labranza con retención de residuos incrementa los valores de la población microbiana, los hongos son particularmente sensibles al efecto de la labranza.

Para evaluar forma tradicionales de mantener la fertilidad del suelo, Edye (1991), concluyeron que: tradicionalmente; los agricultores que producían frijol y otros cultivos dependían de los árboles y de la vegetación arbustiva en pie para proveer el nutrimento necesario para restablecer la fertilidad del suelo y la productividad. Además de proveer nutrimentos a través de las cenizas y la quema de la vegetación también proporciona cobertura para los suelos tropicales frágiles.

Los suelos con drenaje interno y superficial deficiente no son aptos para el cultivo del frijol; no obstante, en suelos arroceros o de arcilla pesada es posible realizar estas siembras siempre que se tengan en cuenta las medidas agrotécnicas especiales que garanticen el drenaje de los mismos. Los mejores suelos para el cultivo del frijol son aquellos que contengan una buena

proporción de materia orgánica, que ayude a la fertilidad de estos, así como la retención del agua, mejora también sus propiedades físicas (Irañeta y Rodríguez 1993).

En suelos deficientes, para obtener una cosecha abundante de frijol se requiere entre 30 y 60 Kg/ha de N, 90 y 150 Kg/ha de P₂O₅, 30 y 60 Kg/ha de K₂O, 250 y 500 Kg/ha de cal dolomítica y/o 500 y 1000 Kg/ha de gallinaza (Muñoz, 1990).

El PH óptimo del suelo para el cultivo del frijol se encuentra entre 6,5 a 7,5 dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos de las plantas presentan su máxima disponibilidad. (Castillo, 1988); sin embargo Irañeta y Rodríguez (1993) plantean que en suelos rojos el Ph está comprendido 5.8 y 6.5 con Ph por debajo de 5.0 las plantas pueden tener problemas con el exceso de aluminio soluble. Se ha observado que los cultivares de frijol de semillas negras son menos sensibles a la acidez del suelo con alta concentración de Al que aquellos con semillas de otros colores (Pesanha, 1994).

El frijol se siembra en una gama de suelos, generalmente llanos o con pendiente menor que 2,4% predominan los suelos ferralíticos (oxisoles y utisoles) muy productivos, mientras que en la región oriental son más fértiles pardos (mullisoles y utisoles), vertisuelos (Vertisoles) y aluviales (Chailloux, y col 1996).

Una alternativa para resolver algunos problemas de física de los suelos es la adición de materiales orgánicos, como es el caso del estiércol, ya que se ha observado mejora las propiedades físicas, además aporta propiedades considerables de materia orgánica que constituye uno de los cuatro componentes principales del suelo, por esta razón, es conveniente mantener un nivel adecuado, sobre todo en aquellos suelos, con una baja estabilidad estructural (Ramírez, 1985); (Muñoz et al., 1990) y (Novoa et al., 1992).

A los precios actuales, la aplicación inicial de 6 t/ha de estiércol complementa con una aplicación anual de 2 t/ha es más ventajosa que aplicar fertilizantes químicos. (Schener y Bartz, 1992).

Dyer y Razvi, (1992) plantean que se puede utilizar el compost derivados de desechos como enmienda del suelo o fuente de nutrientes para las plantas sin ocasionar impacto desfavorable al ambiente.

La aplicación de suficiente abono orgánicos de buena calidad ejerce un efecto directo y residual notable en rendimiento del frijol, mientras que el fertilizante mineral escasamente ejerce un efecto residual (Shahutu, 1992).

El incremento de materia orgánica provoca una disminución del efecto tóxico de los herbicidas; sin embargo, la aplicación de iones al suelo produce una liberación de los herbicidas absorbidos al mismo, por lo que la fertilización, práctica indispensable en la agricultura, contribuye a incrementar el efecto tóxico en las plantas (Crespo, 1995).

2.10. Fertilización.

Micorrizas.

Las micorrizas fueron descubierta por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885 en las raíces de árboles forestales en 1900 el Francés Bernard puso de manifiesto su importancia estudiando las orquídeas Por lo que las micorrizas eran consideradas acepciones, en 1910 cuando se comienza el estudio de las micorrizas, es en 1955 cuando con los trabajos realizados por Mosse en Inglaterra que se empieza a reconocer la importancia y la generalidad de esta simbiosis. El micelio de los hongos penetra en el tejido cortical de la raíz de la planta provocando una infección progresiva de las células de la corteza, que es de esta forma que entra el mecanismo simbiótico entre hongo y planta. Además se forman versículos como órganos de reservas, de la corteza. Por lo que genera aspectos importantes tales como:

Los hongos de las Micorrizas una vez inoculados en las semillas pasan por un proceso que se cataloga en tres pasos según Bidwel, 1980 y Brown, 1982 hay una coincidencia general en que las misma se producen en tres etapas.

Primera etapa, se produce una identificación mutua planta hongo/ hongo-planta en las regiones próxima de las raíces nutricias o pelos radicales. Este reconocimiento lo facilita al parece sustancias exudadas o emitidas por las raíz, que provocan el crecimiento de lo micelio y un biotropismo positivo del mismo hacia la raíz.

Segunda etapa, consiste en el acercamiento y acoplamiento progresivo y gradual del micelio de las raicillas produciéndose el contacto intercelular, al formarse una estructura que amarra y atan ambas biomasas.

Tercera etapa se realiza la colonización produciéndose cambios morfológicos y estructurales tanto en los tejidos colonizados por el hongo, como en la organización de la pared celular de la raíz. Posteriormente se produce la integración fisiológica de ambos simbioses (hongo-raíz) y por último se procede una aceleración de la actividad enzimática, que se coordinan para llegar sus procesos metabólicos.

Este proceso de asociación para la formación de micorrizas, provoca alteraciones morfológicas y anatómicas en las plantas colonizadas tales como: cambios en la relación de tallo y raíz, en la estructura de los tejidos radicales, en el numero de cloroplasto, aumento de la lignificación, alteración de los balances hormonales, etc. Efectos que no son solo explicables, como una mejora nutritiva de la planta, con el aumento de la absorción de nutriente por la raíz.

Beneficios de las micorrizas para las plantas.

- ✓ Una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas, que facilita el aumento de la producción y mayor calidad biológica de esta.
- ✓ Una mayor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de estrés: sequía, desequilibrio del PH, altos contenidos de sales, exceso de vientos, entre otros. Esto se

debe a que facilita una adecuada evado-transpiración de las plantas y un mejor funcionamiento fisiológico en sentido general.

- ✓ Al estar mejor nutridas las plantas, promueve a estas una mayor protección ante agentes patógenos, mejorando su salud sin la aplicación de actos tóxicos.
- ✓ Aumenta la adsorción y tras locación de los nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Mn, entre otros.
- ✓ Un aspecto importante en esta simbiosis esta relacionado con la absorción del fósforo (P) principalmente en las zonas tropicales donde su contenido es bajos poco asimilables a las plantas.
- ✓ Se logra una mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes Fosfóricos aplicados al suelo.
- ✓ Además del efecto directo del crecimiento de las plantas, el crecimiento de las raíz, y la fijación biológica del Nitrógeno al suelo.

Beneficios de las Micorrizas para el suelo.

Según Bernaza y Acosta,(2006), los efectos de las micorrizas sobre el suelo están relacionados con los mismo efectos que ejercen sobre las plantas por estar esto(suelo-Planta) , estrechamente relacionados, sin embargo podemos relacionar muchos efectos que favorecen el sistema agro-productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies de plantas. Por lo que se declara los siguientes efectos.

- ✓ Las micorrizas prologan el sistema radicular de las plantas, y ello facilita provoca una mayor resistencia de partículas del suelo, limitando los efectos dañinos de la erosión.
- ✓ Son las micorrizas generadoras de suelos degradados, ya que facilita el mejoramiento de la estructura de este, se incrementa su capacidad de retención de la humedad, aireación y descomposición de la materia orgánica.
- ✓ La presencia de la micorriza en el suelo, moviliza una gran cantidad de nutrientes que antes no estaba a disposición de las plantas, por lo que incrementa la fertilidad de estos.
- ✓ Uno de los efectos mas importante de las micorrizas en el suelo es su capacidad de interactúan con los ecosistemas en el que se desarrollan; interactúan con diferentes microorganismos del suelo, estableciendo provechosas con unos y compitiendo con otros generalmente del tipo patógeno, e incluso interactuando con la micro fauna de la rizos ferra (Nematodos, Afidios, Ácaros, entre otros).

- ✓ Las micorrizas prolongan la vida de los suelos productivos, contribuyendo a su uso más diverso y económico

Rhizobium.

Las rizovias son alfa proteo bacterias, bacilos cortos, a veces pleomórficas, de tinción negativa de Gram. no forma esporas, inocua para el hombre, habita comúnmente en el suelo y la rizósfera; es muy conocida su asociación simbiótica con plantas leguminosa, (Bahlawane et al., 2008), en esta relación la bacteria proporciona armonio derivado de la fijación del nitrógeno atmosférico, y recibe la planta, a cambio, compuestos de carbono provenientes de la fotosíntesis.

La asociación entre estos organismos es muy especializada, debido a que a sido seleccionada durante millones de años, porque tiene que haber un intercambio de señales químicas para que la bacteria se introduzca en las raíces, y forme, en conjunto con la planta, estructuras llamadas nódulos, en los cuales habitara y fijara nitrógeno. En el nódulo, la leghemoglobina de origen vegetal proporciona oxígeno esencial para su supervivencia y metabolismo.

Las leguminosas incluyen plantas de interés agronómico, como el frijol, zoya, chícharo, alba, lentejas y cacahuete, para la alimentación humana y otras utilizadas como forraje.

Rhizobium etli es el simbiote predominante del frijol en campos agrícolas de mesoamérica y la que se encuentra en el biofertilizante de las Biofábrica. Se obtuvo a través del mejoramiento genético de la regulación de la fijación de nitrógeno (Peralta et al., 2004).

El nitrógeno es muy abundante en la atmósfera, sin embargo, las plantas no pueden utilizarlo en su forma elemental y tiene que obtenerlo del suelo, principalmente en forma de nitrato, la fijación biológica de nitrógeno es un proceso clave en la biosfera, por el cual microorganismos portadores de las enzimas nitrogenasa convierten el nitrógeno gaseoso en nitrógeno combinado. El grupo de bacterias, que se conoce colectivamente como *Rhizobium*, induce en raíces o tallos de la leguminosa la formación de estructuras especializadas, los nódulos, dentro los cuales el nitrógeno gaseoso es reducido a armonio. Se estima que el proceso contribuye entre un 60 y 80 % a la fijación biológica del nitrógeno. La simbiosis es inhibida si existe un exceso de nitrato o de armonio en el suelo.

El nitrógeno es un elemento necesario en los procesos químicos vitales, forma parte de macromolécula informacionales, como los ácidos nucleicos y las proteínas, se encuentran presente en el 80% de los gases que conforman la atmósfera y su asimilación forma parte del proceso más importante después de la fotosíntesis, para el crecimiento y el desarrollo óptimo de los vegetales. La necesidad del nitrógeno y su presencia ambiental se convierten en un proceso paradójico, porque su fijación solo puede ser fijada por un selecto grupo de bacterias. Esto se

debe a la incapacidad de las plantas y los animales de asimilar el nitrógeno atmosférico. Durante mucho tiempo la reducción química del nitrógeno a servido para la producción del fertilizantes, los que a su vez, ha hecho posible alimentar al 40% de la población mundial. sin embargo la producción y el consumo de los fertilizantes químico se incrementan enormemente en las últimas décadas, lo cual ocasiona enormes disturbios en el ecosistema del planeta.

El establecimiento de la simbiosis para atrapar el nitrógeno entre el Rhizobium y la leguminosa es un proceso complejo, donde la formación de nódulos y la captación de nitrógeno, se dan en etapas sucesivas. el Rhizobium induce en la planta de leguminosa el desarrollo de nódulos es sus raíz , luego los dos organismos establecen una cooperación metabólica: las bacterias reducen Nitrógeno a amonio, el cual aportan al tejido vegetal para su asimilación en proteínas y otros compuestos nitrogenados complejos, las reducen a CO^2 en azúcares durante la fotosíntesis y lo transportan a la raíz donde las batero ideas de Rhizobium lo usan como fuente de energía para proveer ATP al proceso de inmovilizar N^2 .

Pero ¿Cómo se produce la simbiosis? El Rhizobium y la planta establecen un dialogo molecular que prepara en las células de la raíz un hábitat (Nódulos y estructuras globulares), donde la bacteria se establece y evade la defensa de la planta. En esta estructura se realiza el proceso de fijación del Nitrógeno atmosférico que es reducido para crear amonio, compuesto utilizado por el frijol para crecer. Esta forma de fijación de nitrógeno equivale a una fertilización biológica anticontaminante, porque no incrementa los nitratos del suelo y promueve una agricultura sostenible.

Dentro de los nódulos las bacterias se convierten en bacterorides, que son células mas grandes que los Rhizobium, que se encuentran en el suelo y que llevan a cabo la fijación de nitrógeno, porque son capas de formar encimas nitrogenasa, responsables de la convención del nitrógeno molecular en amonio. Debido a esta simbiosis, la planta recibe nitrógeno que puede utilizar para si misma, mientras que la bacteria utilizan moléculas que le proporciona la planta, la simbiosis se inhibe si hay exceso de nitrato o amonio en el suelo.

La asociación Rhizobium – leguminosa es responsable de la fijación de por lo menos 35 millones de toneladas anualmente, lo cual es altamente importante en los países de América tropical, donde la deficiencia de nitrógeno es uno de los factores que más limitan la producción de cultivos. Sin embargo, es importante considerar que la cantidad de nitrógeno fijado por el frijol es muy diversa; depende de la variedad, de la eficiencia fijadora de la bacteria de Rhizobium y de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Ballester y Lozano, 1994).

En general, la inoculación se puede recomendar para una zona agrícola que se debe sembrar con una nueva especie de leguminosa. Para controlar la efectividad de la inoculación de una leguminosa especifica, es necesario mantener un numero de Rhizobium de aproximadamente

106 bacterias gramos de inoculante (FAO, 1995), y determinar si es específico para leguminosa a prueba. Así, un producto microbiano o inoculante debe por lo menos mantener la productividad de un cultivo agrícola con menos dosis de fertilizante Nitrogenado, lograr con ellos un ahorro en el costo de producción, minimizar la contaminación de aguas superficiales y mantos acuíferos por supuesto ayudar a la conservación del suelo, en un esquema de producción sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del experimento.

El presente trabajo se desarrollo en el municipio de Palmira, Provincia de Cienfuegos, situando en el centro de la provincia, limita al Norte con los Municipios de Cruces y Lajas, al Este con municipio de Cruces y Cumanayagua, Al Sur con el municipio de Cienfuegos y al Oeste con el Municipio de Rodas siendo objeto de estudio en la localidad de Altamira, la Finca del Campesino Blas Rodríguez Alemán, desarrollándose en el periodo comprendido del 4 de diciembre del 2011 al 24 de febrero del 2012.

3.2. Selección del terreno.

El terreno seleccionado fue una parcela de suelo pardo sin carbonato, con fuente de abasto de agua de río, donde se tomo una parcela de tierra de 4 cordeles cuadrados, divida en 4 bloques, de un cordel por variantes, en esta parcela de tierra se plantó la variedad de frijol común (*Phaseolus Vulgaris* L.) variedad Velasco largo sembrada durante 5 años consecutivos, dicha variedad es la más sembrada en la zona de Altamira por casi la totalidad de productores de dicha zona.

3.3 Preparación del suelo.

Para la preparación del suelo, se aplicó una rotura con arado^{1/2}, con bueyes, 21 días después se aplicó la grada ligera de buey, se realizó un cruce con buey y arado ^{1/2} a los 15 días posteriores.

3.4 Siembra.

El método de siembra utilizado fue el tradicional efectuado por los productores de la zona, montándose un diseño de bloques al azar con 4 replicas, los mismos están formados por 4 cuadrantes y cada variante con un área de un cordel cuadrado (0.041ha), enumerándose los variantes 1; 2; 3; 4; para la siembra del frijol se utilizaron las diferentes alternativas orgánicas. El marco de siembra usado es el que los campesinos de la zona aplican para la siembra de frijol, Se realizaron surcos de 50 cm. de narigón regando la semilla y posteriormente se parte el surco al centro con los bueyes, aprovechando el surco para el riego. Se utiliza 10lib, de semillas por variante.

Materiales Utilizados

- 40lib de semillas de frijol.

- 300 gramos de Rhizobium.
- 300 gramos de Micorrizas.

3.5 Riego.

Se realizó un riego a las parcelas cuatro días antes de la siembra, buscando la capacidad de campo, una vez brotado a los seis días se le realizó el primer riego, después cada 8 días se le realizó un riego con un total de 8 riegos, para el control de las aguas del riego se sembró de forma tal que las aguas sobrante de los surcos fueran a parar a un colector final de las parcelas y de este al arrollo.

3.6 Fertilización.

Los fertilizantes orgánicos utilizados fueron micorrizas, rhizobium y la combinación de ambos, los mismos fueron inoculados a las semillas del frijol momentos antes de la siembra.

Variante 1: Testigo

Variante 2: Rhizobium

Variante 3: Micorriza

Variante 4: Combinación de Micorriza +Rhizobium

3.7 Limpia.

Se efectuó a los 12 días de germinado, al aparecer la primera hoja verdadera comenzó la labor de deshierbe con guataca, reconstruyendo los surcos para el posterior riego, a los veintiún días se le realizó otra labor de cultivo deshierbe, predominando las plantas no objeto de cultivo como son los bledos, pata gallina y don Carlos, las cuales fueron controladas con las labores manuales realizadas.

Variedad utilizada

La selección y el tipo de variedad utilizado en el experimento fue la Velasco largo, ya que la misma es de un ciclo corto aproximadamente de (80) días, la cual es resistente, a las plagas y enfermedades, en la zona de buenos rendimientos y por su periodo mas corto, Es económica la misma disminuye gastos en las labores de riego y atenciones culturales, la semilla usada es la misma que cosecho el campesino en la campaña anterior.

Cosecha

La cosecha se procedió a realizar en un ciclo de 75 a 82 días de germinado el frijol con una madures fisiológica

3.8 Condiciones Climáticas.

En la tabla 1 se observan las condiciones climáticas imperantes durante el período de la ejecución del trabajo.

Tabla 1. Condiciones Climáticas imperadas durante el periodo de ejecución del trabajo.

Año; dic /2011 a feb/ 2012.

Años	Meses	Tmax med	Tmin med	T med	Hr med	Lluvia (mm)	Hr max med	Hr min Med
2011	Diciembre	28.8	18.7	22.9	80	52.6	96	55
2012	Enero	28.6	17	22.1	74	0	93	46
2012	febrero	29.3	18.6	23.5	79	42.3	94	55

3.9 Control de plagas y enfermedades.

Para el control de plagas y enfermedades se realizó un muestreo por el técnico de la ETPP, recomendando la aplicación de los siguientes productos.

- ✓ Titán a razón de 1-1.5 L/ha para el control del salta hojas (Empoasca Kramerii Ross Moore) a los 20 y 35 días.
- ✓ Zineb para combatir la Roya a los 32, 40 y 48 días con una dosis de 20mm por mochila de 16 litros.

3.10 Valoración económica.

Para la valoración económica se tuvo en cuenta el costo de la producción, la semilla y el precio de compra según Res353/2011 donde el frijol colorado tiene un precio de \$650.00 el quintal.

3.11 Procesamiento estadístico.

Para el análisis de la investigación se tomaron 25 plantas al azar en el interior de la parcela, tomándose las plantas de los surcos del interior y centro desechándose los de la orilla para evitar el efecto del borde.

Evaluándose:

- . Fenología del cultivo
- . Altura de las plantas en diferentes momentos
- . Componentes del rendimiento
- . Rendimiento final.

. Plagas y enfermedades.

Los resultados fueron analizados por ANOVA para un solo factor, las medias se compararon según la dística LSD (T), previo análisis de homogeneidad de varianzas utilizando el paquete estadístico de SPSS versión 12.1 para Windows.

RESULTADOS

4.1 Análisis de las condiciones climáticas durante el periodo de estudio.

Para su normal desarrollo el frijol necesita que su ciclo vital transcurra en un período con temperaturas moderadas, suficientes pero no excesiva de lluvias durante la fase vegetativa y parte de la reproductiva, un periodo seco durante la fase de maduración y cosecha del grano no permite que la humedad del aire permanezca superiores a los 80 a 85 % por varios días consecutivos durante el periodo vegetativo, ya que se pueden presentar enfermedades fungosas o bacterianas capaces de destruir la cosecha, o al menos disminuir los rendimientos (Quintero, 1996).

En la tabla 1 de los materiales y métodos se observan las condiciones climáticas imperantes durante el periodo de la ejecución del trabajo.

Como se puede apreciar en tabla los factores climáticos estuvieron marcados por la temperatura media en el mes de diciembre de 22.0°C, enero de 22.1°C y Febrero 23.5°C, la humedad relativa se comportó en diciembre 80%, enero 74% y febrero 79%, la lluvia en diciembre 52.6mm y febrero 42.3mm, los parámetros antes expuesto de temperatura y humedad relativa están de acorde con los requerimientos que necesita el frijol para su desarrollo, tampoco hubo afectación por lluvias que pudieran afectar los resultados del experimento, dando a demostrar que los valores obtenidos en los diferentes parámetros evaluados durante la ejecución de la investigación están enmarcados en las diferencias de alternativas de fertilización.

Los factores climáticos, sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol son de gran importancia debido a las afectaciones que pueden producir. Esta se puede presentar con gran variabilidad tanto en su forma como en magnitud en que se presente.

Es necesario conocer de estos factores en la zona y a partir de este ajustar la época de siembra de forma que no incidan las condiciones adversas cuando más daño le causen al cultivo En Cuba la temperatura óptima para el cultivo del frijol es de 24 a 25°C y la humedad relativa del 70% (Socorro y Martín, 1989).

4.2. Fenología del cultivo durante el periodo de estudio.

Las fenología del cultivo depende en primer término de la constitución de la variedad y de los factores del medio ambiente, especialmente de los factores climáticos como temperatura, humedad y energía luminosa, en la tabla 2 se aprecia el comportamiento fenológico de la variedad ante la aplicación de diferentes alternativas orgánicas.

TABLA 2 Fenología del cultivo. (DDS).

Tratamiento	Germinación	1era hoja	Inicio del primer	Floración 50%	Formación vaina 50%	Madures fisiológica	Cosecha
-------------	-------------	-----------	-------------------	---------------	---------------------	---------------------	---------

			botón floral				
Testigo	6	12	30	38	44	62	75
Rrizobium	6	12	30	36	42	64	77
Micorrizas	6	12	31	36	42	64	77
Rrizobium + Micorrizas	6	11	32	40	48	68	82

Apreciándose que para el Variante 1 (testigo) a los 12dds broto su primera hojas verdadera, que las misma no fueron de un gran tamaño, a los 30dds comenzó la emisión de botones florales, a los 38dds tenia el 50% de la floración, a los 44dds ya tenia la formación de vainas, a los 62dds ya la planta mostraba su madures fisiológica, a los 75dds se procedió a la cosecha de la parcela.

Para el Variante 2 y 3 la fenología del cultivo, se compor to sin diferencias significativas de una variante a otro, por lo que su comportamiento fenológico, tuvo una respuesta casi similar a la respuesta del fertilizante orgánico.

Para este evaluación lo mas significativo es el comportamiento de la variante Rhizobium + Micorrizas, donde los periodos de cada fase no estuvieron en correspondencia con las anteriores variantes, la aparición de las primeras hojas verdaderas fueron a los 11dds, la aparición de los botones florales ocurre a los 32dds, a los 40dds se puede ver el 50% de la floración, a los 48dds ya estaba la formación de vainas, a los 68dds las vainas tenían madures fisiológica pero la planta mantenía todo su follaje verde lo que indica que las plantas tenían reservas y prolongaron su ciclo y no pudo ser cosechada hasta los 82 días.

Estos resultados deben estar asociados a un mejor estado nutricional de las plantas inoculadas y fundamentalmente por el incremento del nitrógeno foliar. El nitrógeno y el fósforo son constituyentes de estructuras orgánicas, siendo el nitrógeno el elemento mineral utilizado en mayores proporciones en las plantas ya que forma parte de sustancias tan necesarias para la vida como las proteínas, los ácidos nucleicos, las clorofilas, algunas hormonas del crecimiento y muchas vitaminas (Valdés y Balbín, 2000). De hay se deriva la influencia que ejerce estos elementos en la producción de biomasa y del área foliar.

Resultados similares han sido obtenidos por Halos y col., (1982), Hernández y Hernández (1996) y Corbeta (1998), en el cultivo de la soya reportando incrementos en la altura de las plantas, cuando se realizó la aplicación conjunta de los microorganismos. Pacovski (1986) señala que las Fabaceas cuando se encuentran en simbiosis conjunta con *Rhizobium* y HMA, alcanzan un desarrollo generalmente superior que cuando los simbiosites actúan por separado.

4.3 Alturas de las plantas.

Tabla. No 3 Altura de las plantas a los 12, 18, 25 y 35 dds en cm.

Variante	12 dds	18 dds	25 dds	40dds
Testigo	9	16	24	30bc
Rhizobium	10	18	26	32 b
Micorrizas	10	19	25	32b
Rhizobium + Micorrizas	10	20	30	35a
CV (%)				13.43

Medias con letras diferentes difieren significativamente, $P < 0.05$.

Como se aprecia en la tabla No 3 la altura del cultivo en los primeros 12dds no hay variación entre las variantes, en la variante 1 las plantas solo alcanzaron la altura de 9cm, y las variantes 2, 3 y 4 las plantas tenían una altura de 10cm, la altura de las plantas a los 18dds fluctuó entre los 16 cm y los 20 cm de altura, en la variante 1 se presentó una altura de 16cm y en la variante 4 con 20cm observándose un mayor follaje, en el caso de la variante 4, las variantes 2 y 3 se mantuvo un crecimiento similar tanto en follaje como en las alturas de las plantas obteniendo un valor de 18 y 19cm, a los 25dds la altura fluctúa entre los 24 y 30cm donde la variante 1 las plantas alcanzaron una altura de 24cm, en la variante 4 la altura de las plantas fue de 30cm. a los 40dds se comporta de la siguiente forma variante 1 (30cm), variante 2 (32cm.), v 3 (32cm.) variante 4 (35cm.). Siendo la variante 4 durante todo el periodo de crecimiento el que mayor índice de crecimiento obtuvo y mayor follaje.

A los 40 días de sembrado se realizó el análisis estadístico para este parámetro observándose que para el tratamiento de la combinación de rhizobium + micorriza se obtuvieron los mejores resultados difiriendo del resto de los variantes.

Se tomo a los 40 días de sembrado para el análisis estadístico debido que la variedad Velasco largo es de ciclo corto y en esa fecha dicha variedades esta el en 50% de floración, según la literatura la máxima aporte de estas alternativas biológicas se produce en el momento de la floración.

4.4 Análisis de los componentes de rendimientos.

En la investigación se analizaron diferentes parámetros del rendimiento, el número de vainas por plantas se aprecia en la Tabla 4 donde se muestra un incremento progresivo del números de vainas, en la variante 1 con 8 vainas por planta, el 2 con 11 vainas, el 3 con 12 vainas, logrando alcanzar el mayor número de vainas la variante 4 con 18 vainas.

Tabla No 4 Promedio de vainas por plantas.

Variantes	Número de vainas por planta
-----------	-----------------------------

Testigo	8c
Rhizobium	11b
Micorrizas	12b
Rhizobium + Micorrizas	18a
CV (%)	13.46

Medias con letras diferentes difieren significativamente, P<0.05.

Analizando estadísticamente este parámetro se pudo corroborar que la combinación de micorriza + rhizobium obtuvo los mejores resultados difiriendo del resto de las variantes, el testigo obtuvo los resultados más bajo para este parámetro.

Los resultados alcanzados coinciden con los obtenidos por Amaya y col., (1996), quienes al inocular cepas nativas de *Rhizobium* y HMA en frijol, lograron incrementos en los rendimientos respecto al testigo. Díaz-Franco y col., (2000) obtuvieron un 14 % de incremento en el rendimiento de este cultivo con la inoculación de *R. eliti* + *G. intrradices* sin diferencias con la variante donde se utilizó el HMA, mientras que en investigaciones realizadas en Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” sobre un suelo Ferralítico rojo compactado, no se observó respuesta a la coinoculación HMA + *Rhizobium* del frijol común (INCA, 1999). Por otra parte Hernández y Hernández (1996) y Corbera (1998) obtuvieron el mayor rendimiento en el cultivo de la soya al utilizar la combinación de las cepas de *Bradyrhizobium japonicum* y el HMA *Glomus clarum* respecto a la inoculación por separado de los organismos.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Parets (2003) al realizar un experimento en frijol con la variante de rhizobium, micorriza y la combinación de ambas.

Para el número de granos por plantas se obtuvo, tabla 5, que para el número de granos no es la diferencia significativa en la variedad Velasco Largo sino principalmente esta marcado en el peso de las semillas para las diferentes variantes.

Como se aprecia en la tabla 5 no se observó diferencias estadísticas significativas para este parámetro obteniendo resultados menores el testigo con 4 granos vaina la aplicación de los fertilizantes orgánicos con 5 granos vainas.

Tabla No 5 Promedio de granos por plantas.

Variantes	Número de Granos Vaina
Testigo	4
Rhizobium	5
Micorrizas	5
Rhizobium + Micorrizas	5

Medias con letras diferentes difieren significativamente, P<0.05.

En el tabla 6 se observa el peso de 100 semillas donde a pesar de haber trabajado con una misma variedad considerada de grano de tamaño grande, existe diferencias marcadas en cuanto a uso de las diferentes alternativas de nutrición, donde la combinación de micorriza +rhizobium obtuvo los semilla de mayor peso (46.7 gramos), para la variante 1 (33.8 gramos), variante 2 (38.7 gramos) variante 3 de 40.8 gramos.

Analizando estadísticamente este parámetro se pudo comprobar que la variantes de rhizobium + micorriza obtiene resultados favorables no siendo así para la testigo

Tabla 6 Peso de 100 semillas en gramos.

Variedad	Testigo	Rhizobium	Micorrizas	Rhizobium + Micorrizas
Velazco largo	33.8d	38.7c	40.8b	46.7a
C.V(%)	14.20			

Medias con letras diferentes difieren significativamente, $P < 0.05$.

Al evaluar la masa de 100 semillas se puso de manifiesto nuevamente que el tratamiento con el que se logra un mayor valor es *Micorrizas + Rhizobium*, seguido de *Micorrizas* entre los cuales no se detectan diferencias significativas. La inoculación con *Rhizobium* logra una respuesta intermedia y el testigo tuvo los resultados más bajos.

La masa de los granos por planta como expresión del rendimiento agrícola individual, es un elemento indicador de la efectividad de la acción de los biofertilizantes objeto de estudio. La producción individual de las plantas de frijol tuvo una mayor respuesta a la inoculación combinada *Micorrizas + Rhizobium*. Los valores de las variables número de vainas por planta y la masa de los granos por planta cuando los dos microorganismos se inocularon conjuntamente respecto a la inoculación por separado. Por el contrario la *Micorrizas* y su utilización combinada con la bacteria *Rhizobium* inducen la mejor respuesta tanto en la evaluación del crecimiento como en las variables que son componentes del rendimiento.

Evaluando los resultados de la fertilización en el rendimiento final

Testigo

Teniendo los resultados una vez terminado el experimento montado y cosechado el frijol, el rendimiento se obtuvo 91lib.

Rhizobium

Para esta alternativa biológica el rendimiento se comporto de 124lib.

Micorrizas

Para la micorriza rendimiento obtenido es de 128lib.

Rhizobium + Micorrizas

Una ve terminado el experimento el rendimiento se comporto de 174lib.

Observando los resultados obtenidos y comparando los mismos se aprecia que para la variante 1 se alcanza un rendimiento de 91lib (0.23T), comparado con la cosecha del año anterior de la finca

del campesino es el rendimiento, alcanzado cuando no se aplica fertilizante químico. En el caso de la variante 2; donde se aplica Rhizobium se logra un rendimiento de 124lib (0.17T) por cordel, comparando con la variante 1, 33lib más; que es el testigo, en el caso de la variante 3; donde se aplica la Micorrizas se logra un rendimiento de 128lib (0.16T) por cordel cuadrado, comparando con la variante 1 se alcanzó 37lib más, con la variante 2 4lib. En la variante 4 se puede ver que se obtiene un rendimiento de 174lib (0.12T) por cordel, comparando con la variante 1 de 83lib más, con la variante 2 de 50lib más, con la variante 3 de 46lib. Evaluando los alternativas se pudo apreciar que la variante 4 en la combinación de los fertilizantes orgánicos se alcanza un rendimiento comparado a los obtenidos en la zona por los campesinos que reciben el paquete tecnológico de sustitución de importaciones donde se recibe 300 kg de NPK y 50 Kg de Urea o Nitrógeno por ha, con la utilización de una buena combinación de fertilizantes orgánicos se obtendrá rendimientos satisfactorios del cultivo y no depender de los químicos. Como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7 Rendimiento de los fertilizantes orgánicos. U/M Libras y toneladas.

Variante	1 Cordel. U/M libras.	1 ha. U/M libras.	1 Cordel. U/M T	1ha. U/M T
Testigo	91	2184	0.23	1
Rrizobium	124	2976	0.17	1.36
Micorrizas	128	3072	0.16	1.41
Rrizobium + Micorrizas	174	4176	0.12	1.92

Rendimiento final.

En la variante 4 donde se aplica la combinación de Rhizobium + Micorrizas, se logra alcanzar un rendimiento de 174lib por cordel cuadrado, llevado a una ha se alcanzaría un rendimiento de 4176lib, que es igual a 1.92 T.ha⁻¹, este rendimiento supera a los obtenidos por algunos productores de la localidad que aplican fertilizantes químicos. Entre las variante 2 se logra un rendimiento de 124lib (1.36 T.ha⁻¹), variante 3 se obtiene 128lib (1.41T.ha⁻¹) estos rendimientos

están por encima de los obtenidos en la zona, son viables y sostenibles si le damos un buen uso a los fertilizantes orgánicos.

4.6 Análisis económico.

Para los resultados económicos como se puede apreciar en la tabla 38 Después de deducido los gastos de las variantes económicamente son rentables, pero la variante 4 donde se aplica la combinación de fertilizantes orgánicos es el de mayor ganancia con \$ 26311.27.

Tabla 8 Resultados económicos.

Variante	Producción TM.ha ⁻¹	Precio Mp	Valor de la producción	Costo de la Producción	Ganancia
1	1.0	650.00	14130.35	810.00	13320.35
2	1.36	650.00	19217.27	813.00	18404.27
3	1.41	650.00	19923.79	813.00	19110.79
4	1.92	650.00	27130.27	819.00	26311.27

Para la valoración económica se toma el precio de referencia del estado de la resolución 353/2011.

Incidencia de plagas y enfermedades.

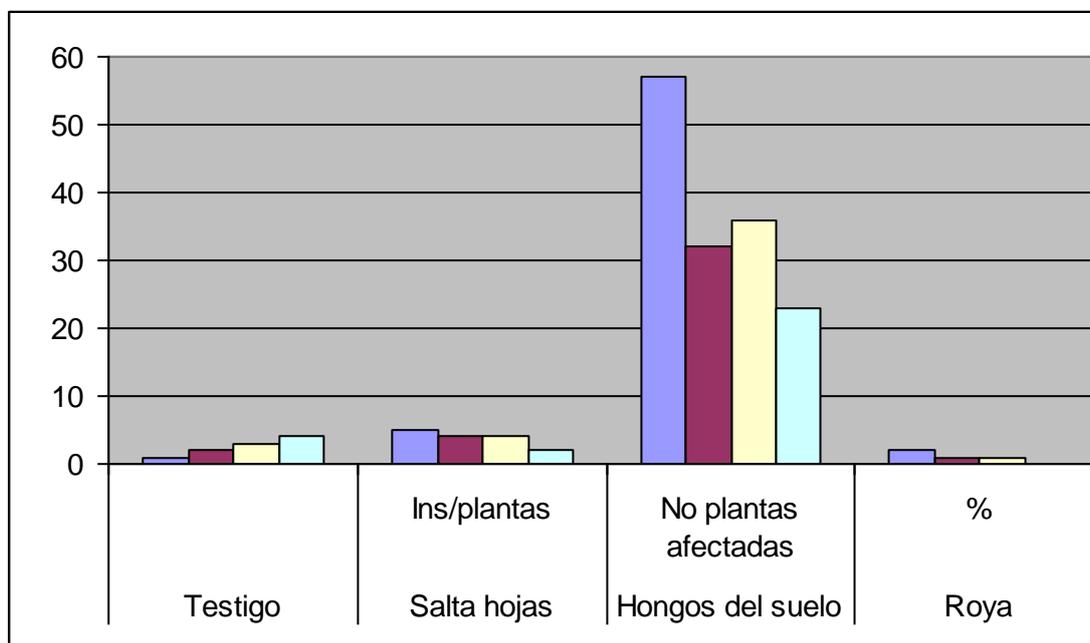


Grafico 1 comportamiento de afectación de las principales enfermedades detectadas en el periodo del experimento.

Como se puede apreciar en la grafico 1 as principales afectación de plagas y enfermedades estuvieron marcadas, por los insectos Salta hojas, los hongos del suelo que atacaron las raíz de las plantas y roya. El salta hojas tuvo una afectación de un 5 % en la variante 1, variantes 2 y 3 afectación de un 4 % y variante 4 una afectación del 2 %. Los hongos del suelo tuvieron una

mayor afectación en la variante 1 el cual fue el más afectado con 57 plantas, y disminuyendo hacia las variantes 3 con 36 plantas, variante 2 con 32 plantas y variante 4 sólo se afectan por este concepto 23 plantas. Afectación de la roya, variante 1 fue afectado en un 2 %, los variantes 2 y 3 la afectación estuvo en un 1 %, no muestrándose esta afectaciones en la variante 4. Que también es el que menor afectado por salta hojas y hongos del suelo.

Conclusiones

- 1- La altura de las plantas para cada experimento se comporta de forma diferente, obtuvo una mejor respuesta la variante rhizobium + micorriza
- 2- Fenológicamente la testigo fue el que presentó su madurez fonológica a los 75 días resultando la más temprana.
- 3- Para los componentes de rendimiento la variante rhizobium + micorriza fue el que mejor comportamiento con 18 vainas plantas.
- 4- El número granos plantas tuvo un comportamiento estable en las variantes rhizobium, Micorrizas y la combinación rhizobium + micorriza.
- 5- El peso de 100 semillas sí fue un factor determinante con 46.7g en la variante rhizobium + micorriza.
- 6- El rendimiento final estuvo marcado en la combinación de Rhizobium + Micorrizas con 174lib por cordel, (1.92T/ha).
- 7- Económicamente las cuatro variantes son rentable.
- 8- La incidencia de plagas y enfermedades no fue muy marcada ya que al plantarse en una buena época de siembra solo fue afectada en los primeros días por salta hoja.

Recomendaciones

- ✓ Proponer realizar el experimento con otros campesinos de la zona para validar el experimento.
- ✓ Mostrar los resultados en talleres participativos dentro de la CCS José Antonio Echeverría sobre el uso y ventaja económica de los abonos orgánicos.

Bibliografía

- Acuña, A. y Uribe. L. (1996). *Inoculación del frijol común con tres cepas seleccionadas de Rhizobium leguminosarum bv Phaseoli. Agronomía Mesoamericana.*
- Araya G., & J.A.H. Sánchez A.; A. Lagunas T. D. Mota S. (1996). Control de plagas de maíz y frijol almacenados mediante polvos minerales y vegetales. *Agro ciencia*, 30, 223-231.
- Araya. C. (1995). Importancia, síntomas y manejo de las principales enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), (CIAT.), 69.
- Arines, J. (1991). *Aspectos físico-químicos de la fijación y movilización biológica de nutrientes en el suelo y su incidencia en la formación y efectos de las micorrizas VA. En fijación y movilización de nutrientes.*
- Azcón- Aguilar, C, & Barea, J. M. (1996). *Interacción de las micorrizas arbusculares con microorganismos de la rizofera.*
- Barea, J. M. C. Azcón- Aguilar y Roldán- Fajardo, B. Barea, J. M. C. ; Azcón- Aguilar y Roldán- Fajardo, B. (1984). *Avances recientes en el estudio de las micorrizas VA (I) : Formación, funcionamiento y efectos en nutrición vegetal.*
- Barea, J.M, Azcón, Aguilar, C. & Ocampo, J. A. (1991). *Morfología, anatomía y citología de las micorrizas vesículo arbusculares. En fijación y movilización biológica de nutrientes.* Madrid.
- Bernaza, G, & M.A. (2006). Las Micorrizas: Alternativa para una Agricultura Sostenible. Retrieved April 2, 2012, from about:blank.
- BIDWELL, R. G. (1980). *Fisiología Vegetal.* México.
- Brown, M.F.; E.J. King. (1982). Morphology and histology of vesicular-arbuscular mycorrhizae. A. Anatomy and cytology. En methods and principles of micorrhizal research. *USA, the American Phytopathological Society*, , 15-21.
- Castillo P., T. (1988). *Dos condiciones de producción en el rendimiento de variedades de frijol (P. vulgaris) en las montañas de Guerrero.*

- Castiñeira, L. (1992). Origen, diversidad y utilización del germoplasma cubano de frijol. : *CIAT. Cali. Colombia*, 15 (2).
- Castiñeiras, L. (1994). .The origin of the *P.vulgaris* L. in Cuba: phasolin patterns and their relationships with morpho-agronomical traits. *Plant Genetic Resources news letter*. p.99 25-28.
- Castiñeiras, L. (1992). *Germoplasma de (Phaseolus vulgaris L.) en Cuba: Colecta, caracterización y evaluación*. Tesis de grado Dr. en Ciencias Agrícolas. INIFAT.
- Castro, R. (2009). Discurso por el 26 de julio. *Ediciones Oficina de Publicaciones del consejo de estado, L a Habana, 2009*.
- CIAT. (2006). http://www.ciat.cgiar.org/webciat/about_ciat/acerca/presencia.htm/. Retrieved February 19, 2012.
- Corbeta Gorotiza, J. (1998). *Evaluación agronómica de la inoculación de Bradyrhizobium japonicum y micorrizas arbusculares en el cultivo de la soya (Glycine max.* opción al título de Maestro en Ciencias en nutrición de plantas y biofertilizantes) Instituto Nacional de Ciencias Agrarias INCA.
- Crespo Mesa, A. (1995). . Comportamiento de los residuos de Atrazina y Diuron sobre las variedades de frijol Ica Pijao y CC 25-9 en suelo Ferralítico Rojo. *Centro Agrícola.*, 22 (2): 32-38.
- Cultivos básicos. (n.d.). . Retrieved January 1, 2002, from file:///C:/Users/PCCASA/Favorites/Desktop/tesis%20areglada%20de%20la%20memoria/Cuco/cultivos-basicos-8427695.htm.
- Díaz- Franco, A.; González- Cu,G. y Aguirre, J.F. (2000). . Rendimiento del maíz y frijol mediante el uso de biofertilizantes -. Guanajuato. México. En: programas y Resúmenes Reunión Iberoamericana y III Simposio Nacional sobre simbiosis micorrízica. México.20-21.
- Edey, O. T. (1991). Formas tradicionales de mantener la fertilidad del suelo. *CIAT. Resúmenes sobre frijol*, 16 (1): 26.
- Enriquez, K. O. y González, A. J. (1996). . *Evaluación del comportamiento ante la inoculación de Rhizobium de 15 variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*.
- FAO. (1996). Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación del suelo.
- FAO. (2006a). <http://www.fao.org>.

- FAO. (2006b). <http://www.fao.org>.
- FAO. (2008). <http://www.fao.org>.
- FAO. (2010). http://www.fao.org/ag/AGP/AGPS/Pgrfa/pdf/swrshr_s.pdf/.
- Fernández, F. Gómez, R. ; Martínez, M. y Pijeira, L. (1997). Tecnología de recubrimiento de semillas con biofertilizantes micorrizógenos, alternativa sostenible de bajo costo. (p : 76). Universidad Central de las Villas.
- Funes, F.; Garcia L. Bourque.M. ; Pérez, N. y Rosset, P. (2001). Transformando el campo cubano : Avances de la agricultura sostenible. *ACTAF*, 959-246-032-9.
- Gepts, P. (1991). Información bioquímica acerca de la domesticación de los frijoles *Phaseolus*. *CIAT. Resúmenes sobre frijol*, 16 (1):
- Guzmán- Plazola, R. y Ferrera- Cerrato, R. (1990). . *La endomicorriza vesículo-Arbuscular en las leguminosas. Sección de microbiología*. Centro de Edafología.
- Halos, P. M.; Mendoza, E. y Borja, M. (1982). *Synergism between endomicorrhizas, Rhizobium japonicum CB 1809 and Soybean. Philipp. Agric.*
- Hernández, A. y Hernández, A. N. (1996). Efecto de la interacción *Rhizobium* – MA en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L.) Merrill).). *Cultivos Tropicales*, 17 (1): 5 – 7.
- Hernández, G. Drevon, J. J. y Faure, B. (1998). Fijación simbioótica del nitrógeno. Resultados obtenidos en Cuba para el frijol común. (p. 215p). Presented at the XI Seminario Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana INCA.
- INCA. (1999). Final del Proyecto:PNCT 00200106. Uso y manejo de micorrizas arbusculares y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en los principales cultivos de interés económicos para Cuba.
- Infante V., D. (1990). *Uso de técnicas nucleares en la obtención de nuevas variedades de frijol*. Tesis de grado (Dr. En Ciencias Agrícolas), ISACA.
- Irañeta, M.; R. Rodríguez. (1983). *Agrotécnia del frijol en IV Curso Intensivo de Postgrado del frijol*.
- Leydi Pupo. (2009). *Evaluacion de 9 lineas de frijol rojo (phaseolus Vulgaris L) en las condiciones edafoclimáticas del Municipio de Majibacoa*.

- Mejias D., C.; Ri. Ferrera Cerrato y Kohaschi Shibata. (1987). *Inoculación con Rhizobium y su efecto en los componentes del rendimiento en cuatro especies de Phaseolus.Chapingo.*
- Morales, Y. (2000). *Uso combinado de hongos micorrizógenos (Glomus manihotis) y bacterias del género Rhizobium en el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.), en suelos Pardos con Carbonato.* Universidad Central de las Villas.
- Muñoz A, R. (1990). Características de los suelos y la fertilización del Frijol en Colombia. *CIAT*, 12 (1): 15.
- Muñoz V., J. A. (1990.). El uso de estiércol como mejorador de algunas propiedades del suelo arcilloso de la comarca Lagunera. . *Agrociencia*, 1(4)127- 141.
- Novoa, S. A. (1992). Comparación de un sistema de fertilización mineral con uno de fertilización orgánica., 12 (1): 24.
- Pacovsky, R. S. (1986). *Nutrient and distribution En: micorrhizal on phosphorus- fertilized soybeans.*
- Parest Selva, E.R. (2003). *Evaluación agronómica de la coinoculación de hongos micorrizogenos Arbusculares y Rhizobium tropici A en el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) Sobre un suelo Pardo con diferenciación de carbonato*”. Tesis en opción al título académico de Maestro en Ciencias Agrícolas,, Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez.
- Pereira, P.A.A. (1990). Evidencia de domesticación y diseminación del frijol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, . 25(2): 19-23.
- Quintero F.E. (1996). *Manejo de algunos factores fitotécnicos en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de una agricultura sostenible.*
- RAAA. (1995). Uso de biofertilizantes en frijol. *Boletín 18. p. 12.*
- Ramírez, C. J. A. (1985).). *El efecto de la aplicación de estiércol sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento del cultivo algodonero.*
- Schener, F. F. y H. R. Bartz. (1992) . Abonamiento del Frijol con estiércol de Aves, Nitrógeno, Fósforo y Potasio. *CIAT. Resúmenes sobre frijol*, 12 (1): 11.
- Singh S. (2001). Broadening the genetic Base of Common Bean Cultivars: A review. *Crop Sci.*

- Socorro Q. y Martín F. (1989). *Granos. Editorial Pueblo y Educación*, 200p.
- Troncoso. (1997). *Variación estacional del nitrógeno de la biomasa microbiana en un suelo bajo diferentes sistemas de manejo.*
- Valdés, R. y Balbin, M. (2000). *Fisiología Vegetal*. La Habana.UNAH.
- Vidal P. (1997). *Biomasa microbiana en un suelo sometido a diferente manejo de labranza y rotación.* (Agricultura Técnica., Vol. 57).
- Voysset V. O. (1983). Variedades de frijol en América Latina y su origen, *Centro Americano de Agricultura Tropical*, , 86 p.
- Voysset V. O. (2000.) Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*), .), *Centro Americano de Agricultura Tropical*, 195 p.
- Weiss V., B.; M.E. Burin y V. H. Handolfi Weiss V., B.; M.E. Burin y V. H. Handolfi. . (1988). *Morfología en cultura do Feijoeiro. Factores que afetam a produtividade. Associação Brasileira para pesquisa do potassa e do fosfato.* Piracicaba. Sp.

Anexo No1 Números de vainas por plantas del testigo.

No plantas	No vainas								
1	7	6	5	11	9	16	8	21	7
2	6	7	6	12	7	17	10	22	6
3	6	8	9	13	7	18	10	23	6
4	8	9	7	14	8	19	6	24	7
5	8	10	5	15	6	20	6	25	9

Tabla No 2 Números de vainas por plantas del la variante (Rhizobium).

No plantas	No vainas								
1	14	6	11	11	9	16	15	21	12
2	11	7	11	12	14	17	12	22	8
3	16	8	15	13	10	18	14	23	13
4	13	9	13	14	15	19	8	24	8
5	12	10	13	15	11	20	10	25	12

Anexo 3: Números de vainas por plantas de la variante (micorrizas).

No plantas	No vainas								
1	9	6	14	11	8	16	13	21	13
2	13	7	11	12	14	17	14	22	15
3	10	8	8	13	9	18	10	23	8
4	12	9	12	14	11	19	11	24	9
5	9	10	9	15	8	20	13	25	12

Anexo 4: Números de vainas por plantas del la variante (Rhizobium + micorrizas).

No plantas	No vainas								
1	16	6	19	11	20	16	18	21	16
2	20	7	21	12	17	17	18	22	14
3	18	8	18	13	19	18	14	23	18
4	19	9	14	14	16	19	17	24	22
5	16	10	20	15	19	20	19	25	18