

**Universidad de Holguín**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

# **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Título: Evaluación del comportamiento de diferentes fuentes orgánicas en el cultivo del *Phaseolus vulgaris* (L.) (Frijol común) en la CCS “Antonio Bayzán” de Sagua de Tánamo.**

**Autor:** Yosvani Sablón Soler

**Tutor:** MSc. Rolando Ramírez Olivera

**Curso 2016-2017**

## *Pensamiento*

*“Quien abona bien su tierra, trabaja menos, tiene tierra para más tiempo, y gana más” (...)*

*José Martí*

# *Agradecimiento*

*Quiero de esta forma hacerles saber mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que desinteresadamente me apoyaron y muy especialmente:*

*A Dios: Por estar siempre conmigo y por darme el conocimiento y la fe para graduarme.*

*A la Universidad de Holguín: Por brindarme la enseñanza para ser un profesional.*

*A mi Tutor: MSc. Rolando Ramírez Olivera, por guiarme y de esa manera poder culminar este trabajo de diploma con excelencia.*

*A mis profesores: Gracias por todos los conocimientos impartidos durante la carrera.*

*A mi familia: Por su apoyo durante toda la etapa universitaria.*

*Así también a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron para la realización del presente trabajo.*

## *Dedicatoria*

*A Dios: Por darme la oportunidad de escalar un peldaño más en mi vida.*

*A mis Padres: Carlos Manuel e Isabel, por todo ese amor y sus tantos consejos que me sirvieron para mi formación profesional y porque hoy cumplo uno de sus sueños y que esta victoria sea para ambos un fruto de su trabajo en mi.*

*A mi Hermana y su Esposo: Yudelmis y Yordenis. Gracias por ese apoyo incondicional que me brindaron para poder alcanzar mi meta.*

*A mis Sobrinos: Marcos y Lisandra que este triunfo sea un ejemplo a seguir.*

*A toda mi familia: Por siempre darme ánimo a seguir adelante.*

*A mis amigos: Gracias por todos los momentos especiales que me regalaron y que nunca olvidaré.*

## **RESUMEN**

El presente trabajo se desarrolló en áreas de la CCS “Antonio Bayzán” perteneciente al municipio de Sagua de Tánamo, en el período comprendido entre diciembre-febrero 2016-2017, con el objetivo de evaluar el comportamiento de diferentes fuentes orgánicas en el cultivo del *Phaseolus Vulgaris*, L (Frijol Común) en la variedad BAT 304. El experimento se montó utilizando un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres réplicas de: Estiércol bovino, Estiércol Ovino, Humus de Lombriz, Compost y NPK, evaluándose las variables fisiológicas y del rendimiento agrícola tales como: Germinación de las plantas, Altura, Nodulación, Número de vainas, Número de granos por vaina, Peso de 100 granos y Rendimiento. No se encontraron respuestas en la germinación de las semillas, sino en el crecimiento de las plantas, donde el compost alcanzó la mayor altura, de la misma forma hubo respuesta en la nodulación natural siendo el estiércol ovino el que presentó mayor cantidad de nódulos, mientras en los componentes del rendimiento y rendimientos del frijol el compost mostró mejores respuestas con un mayor número de granos por vainas, peso de los granos y rendimientos que fueron de 2,37 t ha<sup>-1</sup>. Por eso en condiciones de clima y suelo similares a los estudiados puede emplearse esta alternativa más productiva y económica para la fertilización de este cultivo.

**Palabras-claves:** Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), abonos orgánicos, fertilizante.

## ABSTRACT

The present work was developed in areas of CCS “Antonio Bayzán” belonging to the municipality of Sagua de Tánamo, in the period between December-February 2016-2017, with the objective of evaluating the behavior of different organic sources in the cultivation of *Phaseolus vulgaris*, L (Common Bean) in the BAT 304 variety. The experiment was assembled using a randomized block design with five treatments and three replicates of: Bovine Styrofoam, Sheep Manure, Worm Humus, Compost and NPK, evaluating the physiological and Agricultural yields such as: Germination of plants, Height, Nodulation, number of pods, number of grains per pod, weight of 100 grains and yield. No responses were found in seed germination, but in the growth of the plants, where compost reached the highest height, in the same way there was response in natural nodulation, with sheep manure presenting the highest number of nodules, while In the components of yield and yield of the bean compost showed better responses with a higher number of grains per pods, grain weight and yields were 2.37 t ha<sup>-1</sup>. Therefore, in conditions of climate and soil similar to those studied, it is possible to use this more productive and economical alternative for the fertilization of this crop.

**Key words:** Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), organic fertilizers, fertilizer.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | 8  |
| <b>I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....   | 12 |
| 1.1. Origen e importancia del cultivo del frijol .....   | 12 |
| 1.2. Botánica (taxonomía y morfología del frijol) .....  | 14 |
| 1.3. Genética del cultivo.....   | 17 |
| 1.4. Principales elementos nutritivos .....  | 18 |
| 1.5. Requerimientos edafoclimáticos del frijol .....   | 20 |
| 1.6. Plagas importantes que atacan al frijol .....   | 22 |
| 1.7. Abonos orgánicos.....   | 27 |
| 1.8. El Compost .....  | 31 |
| 1.9. El Humus de lombriz.....  | 33 |
| <b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....  | 39 |
| 2.1. Localización y condiciones experimentales .....   | 39 |
| 2.2. Diseño experimental y tratamientos evaluados.....   | 39 |
| 2.3. Siembra y labores culturales .....  | 41 |
| 2.4. Variables evaluadas .....   | 41 |
| 2.5. Valoración económica de los resultados alcanzados .....   | 42 |
| 2.6. Análisis estadístico de los datos .....   | 43 |
| <b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....   | 44 |
| 3.1. Análisis del crecimiento de las plantas según los abonos utilizados .....   | 44 |
| 3.2. Respuestas de la nodulación natural del frijol en los diferentes tratamientos .....   | 45 |
| 3.3. Análisis de los componentes del rendimiento y los rendimientos del frijol con el uso de los diferentes abonos orgánicos ..... | 47 |
| 3.4. Valoración económica de los resultados obtenidos .....  | 49 |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....  | 51 |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....   | 51 |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 53 |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 61 |

## INTRODUCCIÓN

La producción de granos juega un importante papel para suplir parte de los alimentos requeridos por el hombre por su reconocida influencia en el balance nutricional de las dietas (Vázquez *et al.*, 2014).

El frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) es uno de los más utilizados para el consumo y forma parte de la dieta de los habitantes del continente americano desde tiempos anteriores a la conquista, especialmente en la zona de Mesoamérica (Muñoz, 2012). Es entre las leguminosas de granos alimenticios una de las especies más importantes para el consumo humano. Su producción abarca áreas diversas, siendo América Latina la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45 % de la producción mundial proviene de esta región específicamente del sur de México, Bolivia y Perú, donde se encuentran incluso formas silvestres que se cruzan sin dificultad con especies cultivadas (Voyses, 2000).

El frijol es importante, por su valor alimenticio (proteínas, aminoácidos esenciales, hierro, etc.) y es un producto que puede suministrar alimentos por largos períodos de tiempo, ya que es posible almacenarlo sin muchas dificultades. Es la más importante entre las especies de este género, pues su cultivo ocupa más del 85 % de la superficie sembrada de todas las especies de *Phaseolus* en el mundo (Celis *et al.*, 2008). Constituyendo un complemento indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Centro y Sur América, el Lejano Oriente y África y en los últimos años es uno de los principales cultivos generadores de ingresos en las fincas de Cuba (Alonso, 2011).

En el Caribe es básico en la dieta de países como Cuba y Haití (Rodríguez *et al.*, 2009), que junto al arroz, constituye un plato cotidiano en la dieta de nuestro pueblo.

El país dispone de más de 20 variedades mejoradas y seleccionadas así como una amplia experiencia que posibilita acometer y sistematizar elevadas cifras de tierra en este cultivo (Mosquera *et al.*, 2005).

Por otra parte la esfera agroalimentaria ha pasado a jugar un papel fundamental en la economía e indispensable socialmente para el bienestar del pueblo, la búsqueda de alternativas productivas, la rotación de cultivos, la diversificación, la capacitación de la fuerza, la utilización de métodos agroecológicos, el estudio de variedades, la obtención



de semillas de calidad, entre otros, son temas fundamentales para el aumento gradual de la suficiencia agrícola en Cuba. En los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en su sexto congreso y en la conferencia Nacional del Partido Comunista de Cuba, se destaca asegurar la producción de granos que garanticen el incremento de la producción y la gradual reducción de las importaciones, donde la producción de frijol constituye un reto a resolver (PCC, 2012).

La tecnología orgánica biointensiva puede incrementar los rendimientos en comparación al sistema tradicional. Además, esta tecnología presenta las ventajas de no contaminar el ambiente y producir alimentos inocuos (Gómez-Álvarez y Castañeda-Ceja, 2000 y Gómez-Cruz *et al.* 2005).

Cuando son agregados restos orgánicos de origen vegetal o animal, los microorganismos del suelo transforman los compuestos complejos de origen orgánico en nutrientes en forma mineral que son solubles para las plantas; pero este proceso es lento, por lo tanto la materia orgánica no representa una fuente inmediata de nutrientes para las plantas, sino más bien una reserva de estos nutrientes para su liberación lenta en el suelo (Molina, 2011). Los abonos orgánicos aportan muchas bacterias y elementos necesarios para las plantas; pero, en general, no tienen efectos tan rápidos. Sin embargo, a medio plazo, aportan fertilidad al suelo.

Además, determinadas sustancias minerales se utilizan para corregir las deficiencias del suelo, tales como la acidez o la carencia de algún oligoelemento (Suquilanda, 1996), sosteniendo que el objetivo de la fertilización es efectuar los aportes necesarios para que el suelo sea capaz, por medio de los fenómenos físico- químicos de proporcionar a las plantas una alimentación suficiente y equilibrada. Para lograr este objetivo, es indispensable que los aportes orgánicos constituyan la base de la fertilización, indicando que el método de fertilización orgánica, propone alimentar a la inmensa cantidad de microorganismos del suelo de manera correcta y abundante, dejando a cargo de ella la preparación de sustancias nutritivas en forma altamente biológica y más provechosa para las plantas.

Los beneficios del uso de abonos orgánicos son muy amplios ya que además de aportar materia orgánica y nutrientes al suelo se ha demostrado que pueden prevenir, controlar e influir en la severidad del ataque de patógenos del suelo (Pedroza y Samaniego, 2003).

Es uno de los factores de mayor importancia para mantener la productividad del suelo en forma sostenida, pues determina la fertilidad del suelo (Carrión, 1996). La utilización de los abonos orgánicos como una alternativa de agricultura, surge como complemento para satisfacer la necesidad de restituir a los suelos, los minerales que se extraen de ellos (Paneque y Calaña, 2004). De la misma forma, es una manera de aprovechar las habilidades de los organismos que reemplazan o complementan a los fertilizantes y pesticidas (Nova, 1999).

Estos a lo largo del tiempo han sido estudiados en diferentes cultivos, sin embargo las condiciones actuales de continuo deterioro químico, físico y biológico de los suelos, la influencia de otros factores bióticos y abióticos y el abuso indiscriminado de fertilizantes minerales, ha contribuido a una disminución drástica de los rendimientos de los cultivos.

Por lo antes expuesto el **problema científico** de la investigación es ¿Cuál de las diferentes fuentes orgánicas aplicadas al cultivo del frijol, es la más efectiva que contribuya a mejorar la nutrición y los rendimientos del mismo?

### **Hipótesis**

Si comparamos diferentes fuentes orgánicas en el cultivo del frijol común en las condiciones edafoclimáticas de la CCS “Antonio Bayzán” de Sagua de Tánamo, evaluando el crecimiento, la nodulación natural y los rendimientos del cultivo, podremos determinar cuál de los materiales orgánicos es más efectivo que mejore la nutrición y mantenga o eleve los resultados productivos y económicos del mismo.

### **Objetivo general**

Evaluar el comportamiento del frijol con aplicaciones de diferentes fuentes orgánicas en la CCS “Antonio Bayzán” de Sagua de Tánamo.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el efecto de los tipos de materiales orgánicos en el crecimiento del cultivo del frijol.
2. Medir el comportamiento de la nodulación natural del frijol con la utilización de las diferentes fuentes orgánicas.

3. Determinar la influencia de las diferentes fuentes orgánicas en los componentes del rendimiento del frijol y su efecto económico sobre el cultivo.

## DESARROLLO

### I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1. Origen e importancia del cultivo del frijol

Los estudios arqueológicos revelan que el frijol, del género *Phaseolus*, se origina en el continente americano. Al respecto se han encontrado evidencias con antigüedad de 500 a 8 mil años en algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú. No obstante, existe un relativo acuerdo respecto a su origen: México según Paredes *et al.*, (2006:), aunque aún se trabaja para determinar con exactitud el origen y el proceso de domesticación que incluye a tres regiones principales: 1) sur de los Andes, que va desde el sur de Perú hasta San Luis, Argentina; 2) norte de los Andes, que comprende el occidente de Venezuela y el norte de Perú, y 3) Mesoamérica, que va desde la región de los valles, que conforman los ríos Pánuco y Santiago en México hasta el norte de Costa Rica. Según (Voystest, 2000), en México se han descubierto restos en Ocampo, Tamaulipas entre 4 300 y 6 000 años de antigüedad en Río Zape Durango con 1 300 años y en Tehuacán, Pue con 7 000 años.

Así mismo se aclara que los descubrimientos consisten en plantas domesticadas, lo que sugiere que dicha domesticación pudo ocurrir desde mucho tiempo atrás. En Estados Unidos, dichos descubrimientos se ubican en Basketmaker II, en la cueva de Tularosa y Snaketown, cuyos restos datan de entre 1000 y 2 300 años. En el caso de Perú, en sitios como Huaca Prieta, Valle de Nazca, Cueva de Guitarrero y Callejón de Huaylas, Ancash, las pruebas realizadas mediante la técnica del carbono catorce permiten estimar una antigüedad de 7 680 + 280 años a 10 000 + 300 años.

También el lugar donde se diseminaron las primeras semillas hacia el sur del continente americano, sitio en el que llega a cultivarse (Voystest, 2000 y Paredes *et al.*, 2006). En particular destacan que es posible identificar a este país como lugar de origen 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.

## Importancia del cultivo

El frijol común es un alimento básico y una de las principales fuentes proteicas en la alimentación de la población de Latinoamérica y África (Cruz de Carvahlo *et al.*, 2000; Delgado-Sánchez *et al.*, 2006; Varisai-Mohamed *et al.*, 2006).

Diversos autores (Castellanos *et al.*, 1997; Pérez *et al.*, 2002; Serrano y Goñi, 2004; Salinas *et al.*, 2005; Iniestra *et al.*, 2005 y Herrera *et al.*, 2005), han destacado las propiedades nutritivas que posee el frijol, de manera fundamental por su alto contenido en proteínas y en menor medida en carbohidratos. Se cultiva prácticamente en todo el mundo, reportándose su producción en 129 países de los cinco continentes. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45% de la producción mundial proviene de esta región, donde es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina (Muñoz, 2010; Ulloa, 2011; Vázquez *et al.*, 2014).

En Cuba constituye uno de los granos fundamentales en la alimentación del pueblo. Su alto contenido en proteínas lo sitúa como un cultivo estratégico, ya que permite atenuar el déficit de estas en la dieta alimentaria que constituye actualmente uno de los principales problemas del trópico (Chailloux *et al.*, 1996), sin embargo en la actualidad los rendimientos obtenidos son bajos. El bajo porcentaje de disponibilidad de este grano evidencia la necesidad de aumentar las producciones y los rendimientos a través de diferentes vías, siendo en las condiciones actuales del país, la selección una opción, pues en un menor período de tiempo se pueden encontrar genotipos sobresalientes (Negrín *et al.*, 2013).

Además en la mayoría de las zonas productoras de frijol, los rendimientos potenciales nunca son alcanzados, esto se debe a que esta leguminosa se cultiva principalmente en condiciones ambientales desfavorables, como son la escasa y errática precipitación pluvial durante la fase de crecimiento del cultivo (García y Espinosa, 2012).

Por lo general se cultivan aproximadamente 52 000 ha, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento. La producción estatal solamente cubre el 5 % de la demanda, lo que exige la importación de 120 000 t anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares (ONE, 2006).

## **1.2. Botánica (taxonomía y morfología del frijol)**

### **1.2.1. Taxonomía**

Según Almeida (2006) el frijol pertenece al:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophita

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Fabales

**Familia:** Fabaceae

**Sub Familia:** Faboideae

**Tribu:** Phaseoleae

**Subtribu:** Phaseolina

**Género:** Phaseolus

**Especie:** *Phaseolus vulgaris* L.

### **1.2.2. Descripción morfológica de la planta**

Es una planta anual, de vegetación rápida. En general, el sistema radical es poco profundo, la mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, en condiciones muy favorables puede alcanzar más de 1 m de longitud, (Quintero, 2006).

#### **Raíz**

Está constituido por una raíz principal y gran número de raíces secundarias con elevado grado de ramificación (Quintero, 2006).

#### **Tallo**

El tallo principal es herbáceo. En cultivares enanos presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 centímetros, mientras que en el frijol de enrame alcanza una altura de 2 a 3 metros, siendo voluble y dextrógiro (se enrolla alrededor de un soporte o tutor en sentido contrario a las agujas del reloj).

## **Hojas**

Franco *et al.*, (2004), expone que las hojas son simples y compuestas, están insertadas en los nudos del tallo y de las ramas, las primarias aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son simples, opuestas, cardiformes, unifoliadas, auriculadas, y acuminadas; caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las estípulas son bifidas.

## **Flor**

La floración, el desarrollo del fruto y la semilla son eventos esenciales en la formación del rendimiento de las plantas cultivadas.

Sus flores pueden presentar diversos colores, únicos para cada cultivar, aunque en los cultivares más importantes la flor es blanca. Las flores se presentan en racimos en número de 4 hasta 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos (Infoagro, 2006).

## **Fruto**

El fruto es una legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 4 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 acintada. En estado avanzado, las paredes de la vaina o cáscara se refuerzan por tejidos fibrosos.

La semilla se origina de un óvulo compilótropo, es exalbuminosa, es decir, no posee albumen; a su madurez carece de endospermo, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Las reservas cotiledonales suplen las necesidades de la plántula más o menos hasta los 12 días después de la siembra. Tiene amplia variación de colores, forma y tamaño (Sadeghian, 1991). Cuando a la semilla viable se le proporciona humedad, buena aireación y cierta temperatura, germina, el embrión que estaba en reposo reanuda su crecimiento. Lo primero que ocurre es la ruptura de la testa y posterior emersión de la radícula.

El frijol posee algunas características que conviene tener presentes y son las siguientes:

1. Realiza la fotosíntesis exclusivamente mediante el ciclo de Calvin, es una planta C3.

2. Es principalmente autógama, aunque presenta cierto porcentaje de polinización cruzada.
3. La floración y el desarrollo de los frutos, son secuenciado o escalonado; en el frijol, la apertura de las flores de una planta ocurre en forma continua, en un lapso de 2 hasta 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.
4. El hábito de crecimiento, el cual está controlado genéticamente, puede ser modificado por el medio, es importante, porque está relacionado con características agronómicas y fisiológicas.
5. La producción de un número de botones, flores y vainas jóvenes, es mucho mayor que el de 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 que son aquellas retenidas en la planta hasta la madurez, pero no contienen ninguna semilla normal.
6. Tiene la capacidad, de formar nódulos en las raíces, que le permiten la fijación biológica del nitrógeno atmosférico.
7. Posee aborto de óvulos y semillas.

### **1.2.3. Fases del desarrollo del Frijol**

El cultivo del frijol tiene dos fases de desarrollo, la vegetativa y la reproductiva. La primera abarca desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la floración y la segunda se extiende desde la floración hasta la madurez fisiológica (Henríquez *et al.*, 1995).

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

**Fase vegetativa:** Esta fase inicia cuando la semilla cuenta con todas las condiciones necesarias para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en los cultivares de hábito de crecimiento determinado o los primeros racimos en los cultivares de hábito de crecimiento indeterminado. Es la fase donde se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta.



**Fase reproductiva:** Esta fase se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. En las plantas de hábitos de crecimiento indeterminado continúa la aparición de estructuras vegetativas cuando termina la fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vainas. En el desarrollo de la planta de frijol, se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes, el conjunto de estas 10 etapas forma las etapas de desarrollo de la planta, cada una de éstas comienza con un evento del desarrollo de la planta con cuyo nombre se le identifica y termina donde se inicia la siguiente etapa y así sucesivamente.

De acuerdo a lo reportado por (Rosas, 2003), la duración de las distintas etapas está afectada, por factores que incluyen el genotipo (hábitos de crecimiento y precocidad) y el clima. Existen otros factores tales como las condiciones de fertilidad, las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad, entre otros, que causan variación en la duración de las etapas.

### **1.3. Genética del cultivo**

El mejoramiento genético se ha reconocido como un método clave para el aumento de la productividad agrícola. Actualmente, debido al aumento general de la población y de los ingresos hay una demanda creciente para la producción de alimentos. Para muchos países la mejor opción es el incremento de la productividad agrícola, por lo que se ha enfatizado en el desarrollo y la distribución de variedades y semillas mejoradas para lograr este objetivo (Díaz *et al.*, 2005).

La búsqueda de variedades más productivas, que hagan más rentable al cultivo, la resistencia a las enfermedades, el hábito y los ciclos vegetativos que se adaptan a los diferentes sistemas para cada zona, la tolerancia a condiciones adversas del suelo, la resistencia a plagas tanto en su estado de planta como a los granos almacenados y las características comerciales de la semilla son algunos de los objetivos que priman en cualquier programa de mejoramiento, pues dependen mucho de las necesidades de la región. El mejoramiento del frijol común conduce al desarrollo de cultivares genéticamente superiores, pueden ser llevados a cabo mediante los métodos de introducción, selección e hibridación y deben establecerse de acuerdo con estos objetivos, donde haya participación de diferentes disciplinas teniendo en cuenta las

facilidades y recursos disponibles (Ríos, 2003)

### **Caracteres del rendimiento y sus componentes.**

El rendimiento del frijol está compuesto por: el número de inflorescencias (racimos) por planta, el número de vainas por racimos, el número de semillas por vaina y el peso de la semilla a su vez está determinado por sus componentes, largo y ancho en frijoles de hortalizas (habichuelas) las propiedades de la vaina desempeñan un gran papel, la heredabilidad del rendimiento de forma general es baja, al igual que para otros componentes del rendimiento.

Según Acosta y Pérez (2008) el aumento del rendimiento hay que buscarlo fundamentalmente mediante el aumento del número de nudos, de hojas y de los órganos reproductivos.

### **Variedades comerciales más utilizadas**

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. Las preferidas en Cuba son las de color negro y de testa opaca, no obstante hay preferencias locales por determinadas variedades. En más del 70 % de las áreas que se siembran en la actualidad se emplean variedades mejoradas genéticamente (ONE, 2009).

Según el listado oficial de variedades están: BAT-832, BAT-304, Bolita-42, Bonita-11, CIAP-24, CIAP-7247, Cuba C-25-9 B, Cuba C-25-9-C, Cuba C-25-9-N, Cuba C-25-9-R, Chévere, Delicias-364, Engañador, Guamá-23, Güira-89, Hatuey-24, Holguín-518, ICA Pijao, M-112, Milagro, Villaclareño, Tazumal, Tomeguín-93, Triunfo 70, Velasco Largo, entre otras (García *et al.*, 2008).

## **1.4. Principales elementos nutritivos**

### **Nitrógeno**

Este elemento es el que más rápido provoca sus efectos en la planta. La cantidad existente en el suelo generalmente es considerada insuficiente para satisfacer las necesidades del cultivo (Socorro y Martín, 1998).

El nitrógeno es un elemento indispensable para la multiplicación celular; el desarrollo de los órganos, aumenta el área foliar y las masas protoplasmáticas activas. A su vez entra

en la composición de las proteínas, donde su contenido oscila entre 15 y 19 %.

Este elemento es necesario desde el comienzo del desarrollo de la planta; su absorción aumenta rápidamente desde el inicio del crecimiento y se extiende hasta la floración, en estudios realizados sobre la absorción del nitrógeno se han diferenciado cuatro etapas fundamentales:

1. Desde la germinación hasta el inicio de la floración
2. Durante la floración
3. Desde el final de la floración hasta el llenado de los granos
4. En la madurez.

### **Fósforo**

El fósforo es un elemento constitutivo de los tejidos de la planta, así como de todos los tejidos vivos; es además indispensable para la actividad biológica y desempeña un papel esencial como transportador de energía en la síntesis de las proteínas celulares y en el metabolismo de los glúcidos. Las plantas bien abastecidas por fósforo maduran con mayor rapidez. La máxima absorción de fósforo por la planta se produce a los 41 días de plantado, cuando el riego es deficiente disminuye el aprovechamiento del fósforo por la planta, lo que motiva un aumento de la fijación del elemento en el suelo.

### **Potasio**

Es un elemento de gran importancia para el cultivo, ya que es demandado en mayor cuantía que el fósforo, pero menos que el nitrógeno. Este elemento tiene gran movilidad dentro de la planta, no se encuentra en ningún compuesto de constitución; interviene en la presión osmótica de las células, disminuye la transpiración y contribuye a mantener la turgencia celular.

También desempeña un papel importante en las reacciones que intervienen en la asimilación clorofílica, en la formación de los glúcidos y en la síntesis de las proteínas.

La absorción de potasio por la planta durante su ciclo de vida es máxima entre los 44 y 53 días (antes de la plena floración).

Ha sido reportado que el 73,5 % de potasio es extraído por la planta desde la germinación hasta la floración total. Se plantea que aproximadamente las 2/3 partes del

potasio total extraído y utilizado por las plantas durante su desarrollo es devuelto al suelo al realizarse la cosecha.

## **Calcio**

Este elemento siempre debe estar presente en el suelo en cantidades adecuadas. Todas las leguminosas de granos necesitan de este elemento en abundancia. La presencia de calcio en el suelo en forma de carbonato neutraliza la acidez del suelo y suministra calcio asimilable por las raíces. No se recomienda que se aplique calcio en forma de sustrato, ya que se retarda la maduración de los frutos y produce semillas de mala calidad.

## **Microelementos**

Los microelementos, aunque son utilizados por las plantas en pequeñas cantidades, son tan fundamentales como los macroelementos, pues los efectos acumulativos de las cosechas sucesivas durante varios años pueden reducir rápidamente las cantidades limitadas que existen en los suelos.

Los microelementos de mayor peso para la planta de frijol son: el boro y el molibdeno, por su activa participación en el proceso de fijación del nitrógeno en las plantas por el rhizobium.

### **1.4.1. Nutrición**

La nutrición vegetal consiste en la elaboración y utilización de materia rica en energía (azúcares, aceites, proteínas) a partir de los materiales absorbidos en el medio ambiente, asimilando elementos nutritivos necesarios para las distintas funciones fisiológicas de la planta como lo es el crecimiento, desarrollo y reproducción vegetal (Borrego, 2000).

## **1.5. Requerimientos edafoclimáticos del frijol.**

### **1.5.1. El clima**

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos, incide sobre el resto. Es una planta de clima húmedo y suave, dando las mejores producciones en climas cálidos (Infoagro,

2006).

**Temperaturas:** Las temperaturas bajas retardan el desarrollo de la planta, pudiendo acentuarse en las siembras tardías de diciembre y enero. Las temperaturas altas inducen el aborto de las flores, aumentan la tasa de evapotranspiración y ocasionan el marchitamiento de la planta si hay un suministro insuficiente de humedad en el suelo, la temperatura óptima está comprendida entre los 22 °C y 26 °C, cuando la temperatura pasa los 26 °C se afecta el sistema reproductivo debido al bajo poder germinativo del polen y de la escasa formación de sustancias encargadas de retener los frutos.

Cuando la temperatura oscila entre 12-15 °C la vegetación es poco vigorosa y por debajo de 15 °C la mayoría de los frutos quedan en forma de “ganchillo”. Por encima de los 30 °C también aparecen deformaciones en las vainas y se produce el aborto de flores.

**Humedad:** La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase de cultivo es del 60 al 65% y posteriormente oscila entre el 65 y el 75%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad.

**Luz:** Es una planta de día corto, aunque en las condiciones de invernadero no le afecta la duración del día. No obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis, soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es la luminosidad, siempre que la humedad relativa sea adecuada.

### 1.5.2. Los suelos

Aunque admite una amplia gama de suelos, los más indicados son los suelos ligeros, de textura silíceo-limosa, con buen drenaje y ricos en materia orgánica. En suelos fuertemente arcillosos y demasiado salinos con vegetal deficientemente, muy sensible a los encharcamientos, de forma que un riego excesivo puede ser suficiente para dañar el cultivo, queda la planta de color amarillento y achaparrada. En suelos calizos las plantas se vuelven cloróticas y achaparradas, así como poco abastecidas de nutrientes, se desarrolla bien con valores de hasta 8,5 de pH.

Es una de las especies más sensibles a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, sufriendo importantes mermas en la cosecha. No obstante, el cultivo en suelos sueltos y la aplicación del riego localizado, pueden reducir bastante este problema,

aunque con ciertas limitaciones. Para conseguir estos resultados es necesario un aporte de calcio y de magnesio más elevado de lo normal, así como mantener un nivel de humedad lo más constante posible hasta los 30 días de germinado.

### **1.6. Plagas importantes que atacan al frijol**

Las plantas de frijol recién germinadas pueden ser afectadas por larvas que cortan la plántula a nivel del suelo o por debajo del mismo, entre ellas podemos mencionar las siguientes: Gusano Alambre, Gusanos Cortadores, Gallina Ciega, Larvas de la Tortuguilla y Grillos. El daño ocasionado por estas plagas en las raíces o el talluelo no se observa sino hasta cuando ha ocurrido. En este momento es poco lo que se puede hacer. Por eso es importante tomar medidas preventivas.

#### **La Gallina Ciega**

La Gallina Ciega, *Phyllophaga* sp; ataca cultivos como maíz, frijol, arroz, caña de azúcar, hortalizas, pastos y otros; es decir, la gallina ciega es polífaga. Las larvas atacan las semillas desde que comienzan a germinar, se alimentan de las raíces y de la base de los tallos de las plantas.

#### **La Mosca Blanca**

La Mosca Blanca (*Bemisia Tabaci* Genn) pertenece a la familia: Aleyrodidae de la orden Homóptera. Es un insecto chupador de amplia distribución mundial, se considera la especie más difundida y dañina. En Honduras la Mosca Blanca se ha convertido en los últimos años en la plaga de mayor importancia económica del frijol, cuyo manejo es complejo y difícil de realizar. Tiene la habilidad de adquirir resistencia a insecticidas utilizados para su control, principalmente los órgano-fosforados y los piretroides.

Por su condición de ser muy polífaga, se encuentra hospedando en numerosas plantas cultivadas y malezas. También se adapta a diferentes ambientes climáticos desde el nivel del mar hasta altitudes de 1200 msnm.

El mayor peligro de la Mosca Blanca radica en la transmisión de ciertos virus del grupo geminivirus a cultivos de frijol, tomate, chile, pepino, ayotes, sandía, melón, tabaco, soya y otros. En frijol transmite el virus llamado "Mosaico Dorado" por los síntomas provocados en las hojas. En todos los estadios de desarrollo de la Mosca Blanca permanece en el envés de la hoja, protegiéndose de la luz solar y de otros factores

adversos. El adulto es el único que puede emigrar por medio del viento a una altura de un metro para buscar nuevas plantas, de modo que puede actuar como transmisor de virus. En los estadíos inmaduros quedan adheridos a las hojas con el estilete.

### **La Tortuguilla**

Las Tortuguilla (*Diabrotica Balteata*), denominada también malla, vaquita. El adulto se alimenta de las hojas, flores y vainas tiernas del frijol, produciendo agujeros irregulares en las hojas y desfoliando las plantas recién germinadas, por lo que las plantas pueden morir si esta desfoliación es severa. El daño ocasionado por La Tortuguillas es crítico en los primeros 20 días. Además del daño causado a la parte vegetativa de la planta también La Tortuguilla es transmisor de varios virus entre ellos el Virus del Mosaico Severo del Frijol. La Diabrotica prefiere las raíces de maíz para ovipositar y ahí completa su ciclo de huevo a adulto. Las larvas se alimentan de las raíces secundarias del maíz, reduciendo el vigor de la planta y su fortaleza para resistir al viento.

### **El Lorito Verde**

El Lorito Verde (*Empoasca Kraemeri*) (Ross y More), también denominado como Chicharrita, Chicharra, Salta Hojas y Empoasca, es una plaga de importancia económica en el cultivo de frijol, influye en el crecimiento y desarrollo de la planta. Como consecuencia del ataque resultan afectados los componentes del rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y el peso de la semilla. El Lorito Verde inicia su ataque inmediatamente después de la germinación. Provoca un encorvamiento de las hojas hacia arriba o hacia abajo que, posteriormente se encrespan. Las márgenes de las hojas primarias se tornan amarillas. La planta se retrasa en su crecimiento y presenta síntomas similares a los causados por el ataque de virus. Sin embargo, hasta el momento no se conocen informes que indiquen que este insecto transmite algún virus.

Se identifican varias plagas que causan daños directos a las vainas del Frijol, sin embargo, El Picudo de la Vaina es una de ellas con mayor importancia: El picudo de la Vaina del Frijol (*Apion Godmani Wang*) es una plaga de importancia económica, que ataca, de preferencia en las épocas lluviosas durante la etapa de floración y formación de vainas. El adulto es un cucarroncito negro muy pequeño que mide 3mm de largo. El nivel de daño en los granos de las vainas puede llegar hasta el 90%. Algunos productores

realizan aplicaciones de plaguicidas sintéticos para el control del Picudo, que a veces son innecesarias e incrementan los costos de producción.

#### **1.6.1. Plagas en el almacenamiento.**

Los gorgojos se destacan como una de las plagas que afectan de manera considerable el grano almacenado, causándole severos daños que impiden su consumo. Los coleópteros, comúnmente designados como gorgojos o brúchidos, causan pérdidas económicas en frijol almacenado en Centroamérica, alrededor del 20%. Sin embargo, cuando la cosecha de frijol es tardía y se trae del campo con una infestación alta, las pérdidas en el almacén pueden elevarse a 100% o pérdida total de la cosecha, si no se toman medidas de control adecuadas y oportunas. Dentro de esta categoría dos especies son importantes: *Zabrotes Subfaciatus* (Boheman) y *Acanthoscelides Obtectus* (Say).

#### **1.6.2. Principales enfermedades del cultivo de frijol**

El daño ocasionado por enfermedades foliares en el cultivo de frijol, constituye un serio problema para la mayoría de productores que siembran este cultivo.

##### **Bacteriosis Común**

Bacteriosis Común, es la enfermedad transmitida por la bacteria *Xanthomonas Campestris* pv. *Phaseoli* (Smith) Dye). Esta enfermedad se conoce con otros nombres: Bacteriosis, Tizón Común y Bacteriosis Común. La Bacteriosis Común tiene una amplia distribución geográfica, por su importancia económica se considera una de las principales enfermedades del frijol. La enfermedad causa daños en zonas calientes (28°C) con alta humedad relativa. La bacteria puede sobrevivir por períodos cortos en residuos de cosecha infectados. Los síntomas se presentan en las hojas, tallos, vainas y semillas. Inician con manchas húmedas o exudación en el envés de las hojas; luego las manchas aumentan irregularmente de tamaño, uniéndose una con la otra. Las partes infestadas se ven flácidas, rodeadas de una zona estrecha de tejido amarillo limón, posteriormente se vuelven necróticas y de color marrón, llegando a cubrir unas áreas tan grandes para causar defoliaciones.

Las lesiones en las vainas se manifiestan en forma de pequeñas manchas húmedas, que crecen gradualmente, de color oscura o roja. Las semillas afectadas por la bacteria se pudren y se arrugan. El patógeno puede permanecer dentro de la testa, por lo tanto puede



ser transmitido en la semilla. Las plantas germinadas de estas semillas presentan lesiones en los cotiledones. Los nudos y las hojas primarias representan fuentes de infección. La diseminación de la bacteria es facilitada por la lluvia, el viento, el agua de riego e insectos vectores.

### **Mancha Angular**

Mancha Angular (*Phaseoisariopsis Griseola*), Es una enfermedad transmitida por un hongo. El inóculo proviene principalmente de los restos contaminados de la cosecha anterior y de semilla contaminada con el patógeno. El patógeno afecta todas las partes aéreas de la planta de frijol, pero los síntomas típicos que le dan el nombre a la enfermedad lesiones o manchas angulares observadas en las hojas. Cuando el ataque es severo, las lesiones en los trifolios se juntan produciendo un amarillamiento de las hojas.

### **La Antracnosis**

La Antracnosis de Frijol es causada por el hongo *Colletotrichum Lindemuthianum* (Sacc. et Mag.) (Scrib). La Antracnosis es una enfermedad de importancia económica del cultivo de frijol. Es muy frecuente en localidades con clima fresco a fríos y alta humedad relativa. La enfermedad es favorecida por temperaturas entre 13 y 26°C, con una óptima de 17-18°C y lluvias moderadas a intervalos frecuentes. Los síntomas más característicos de la Antracnosis se encuentran en las vainas. Estas se inician con lesiones pequeñas, redondas, color marrón rojizo, de borde definido, que crecen y presentan un borde hundido. Como consecuencia del ataque de las vainas, el agente patógeno logra infectar la semilla y causarle decoloración o deformación. En la vaina los síntomas podrían confundirse con los producidos con la Mancha Angular; sin embargo, la lesión que esta causa es de color grisáceo y no tiene el centro hundido.

### **La Roya**

La Roya (*Uromyces Appendiculatus*) es una enfermedad de mucha importancia en el cultivo de frijol, los síntomas que causa puede afectar en cualquier parte aérea de la planta, ya sea en el tallo o vainas, pero es más común en las hojas, tanto en el haz como en el envés. Se inician como pequeños puntillos de color blanco-amarillento levantados, que posteriormente se incrementan y rompen la epidermis formando una pústula que

puede alcanzar un diámetro de 1 mm. Al madurar liberan una cantidad de polvillo color rojizo, que corresponde a las esporas del hongo (Escoto, D,(2004).

### **Virus del Mosaico Común del Frijol (VMCF)**

El Virus del Mosaico Común del Frijol (VMCF) el patógeno viral más importante de este cultivo, debido a que puede ser transmitido en un alto porcentaje por vía mecánica, por la semilla y por varias especies de áfidos en el campo. Las condiciones ambientales favorables para la aparición del virus son de temperaturas medias 18 a 25°C y altas de 28°C. Los síntomas causados por el VMCF dependen de la variedad, de la cepa del virus y de las condiciones ambientales. En las variedades susceptibles, los síntomas se manifiestan con áreas verdes claras y oscuras delimitadas por la nervadura de las hojas y las cuales se enrollan hacia el envés. Las plantas afectadas por el virus generalmente no alcanzan su tamaño normal, y el número de vainas por planta baja el rendimiento sustancialmente.

### **Virus del Mosaico Dorado del Frijol (VMDF).**

Es la enfermedad más importante en el Cultivo de frijol en el trópico es transmitida por el insecto Mosca Blanca (*Bemisia Tabaci*) (la enfermedad no se trasmite por semilla). Esta enfermedad se registra en el país en condiciones ambientales de temperaturas medias de 18-25°C y altas de 28°C y altitudes no mayores de 1200 msnm. Las plantas infectadas presentan en las hojas un color amarillo intenso, debido al desarrollo desigual de las áreas sanas y enfermas, las hojas pueden deformarse. Si las plantas han sido infectadas antes de la floración, hay aborto prematuro de las flores y deformaciones de las vainas. Las semillas presentan manchas y deformaciones y el peso disminuye. Las pérdidas por esta enfermedad pueden alcanzar hasta el 100%.

### **Virus del Mosaico Severo del Frijol (VMSF)**

La enfermedad es transmitida por especies de coleópteras de los géneros *Diabrotica*, *Cerótoma* y *Epilachna*. También el virus es transmitido en forma mecánica por herramientas contaminadas. Los síntomas inducidos son severos, deforman las hojas, causan enanismo de la planta y pueden producir necrosis en algunas variedades de frijol.

### **1.6.3. Manejo integrado de plagas**

Las plagas son factores limitantes de la producción de frijol ya que pueden atacar todos

los órganos de la planta durante la etapa de crecimiento y reproducción, causando daños directamente y/o en asociación con agentes patógenos. El control debe realizarse a través de un programa de manejo integrado de plagas, que consiste en la selección, integración e implementación de tácticas de control cultural, mecánico, biológico, legal y químico. El manejo integrado de plagas sugiere usar el control químico solamente cuando la población de insectos sobrepase el nivel de daño económico y que no existen otras alternativas eficientes.

En el caso de usar plaguicidas, la aplicación debe hacerse correctamente, usando productos de baja toxicidad. Es recomendable que para determinar la aplicación de cualquier medida de control deben hacerse muestreos de plagas y de acuerdo al umbral de daño económico tomarse la decisión sobre la conveniencia de una intervención fitosanitaria. Escoto, D, (2004)

## **1.7. Abonos orgánicos**

### **1.7.1. Conceptos de abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos son materiales de origen natural en contraposición a los fertilizantes de industrias de síntesis. La calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de preparación. Se califica según su potencial de vida no según su análisis químico. No puede haber agricultura orgánica sin materia orgánica en el sistema de producción. De igual manera, no puede existir agricultura de larga duración en condiciones ecuatoriales sin abonos orgánicos (Megia, 2001).

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados (Borrero, 2008).

### **1.7.2. Origen y forma de obtención de los abonos orgánicos**

La procedencia de los abonos orgánicos y su dinamismo es muy diferente según hablemos de ecosistemas naturales con vegetación permanente o hablemos de ecosistemas agrícolas, aun así, para ambos, la fuente originaria de lo que entendemos como abonos orgánicos serán mayoritariamente desechos de origen animal, vegetal o mixto (Farfán, 2002). Los abonos orgánicos son productos naturales que se obtienen de la descomposición de los desechos de las fincas y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas (INIAP, 2012).

### **1.7.3. Influencia sobre las características físicas del suelo**

Incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo. Se considera que la materia orgánica, debido a su alta porosidad, es capaz de retener una cantidad de agua equivalente a 20 veces su peso. Mejora la porosidad del suelo, lo cual facilita la circulación del agua y del aire a través del perfil del suelo. Estimula el desarrollo radicular de las plantas. A mayor contenido de materia orgánica mayor desarrollo radicular permitiendo a las plantas explorar un mayor volumen de suelo para satisfacer sus necesidades de nutrientes y agua. Mejora la estructura del suelo, dándole una mayor resistencia contra la erosión y una mejor permeabilidad, aireación y capacidad para almacenar y suministrar agua a las plantas. Da color oscuro al suelo aumentando la temperatura y las reacciones bioquímicas que allí se desarrollan. (Peña, 2012)

### **1.7.4. Composición de los abonos orgánicos**

La calidad de abonos orgánicos se juzga por su potencial de vida, y no por su contenido de nutrientes medidos químicamente. Los abonos orgánicos constan de innumerables sustancias vitales como aminoácidos, hormonas, ácidos (especialmente húmicos y fulvicos), enzimas y en general quelantes que como los organismos, ceden lentamente los nutrientes, protegiéndolos de la lixiviación por lluvias y de la erosión. Todas estas sustancias vitales son ignoradas por el análisis químico, que reduce solo a Nitrógeno, Fósforo y Potasio. (Megia, 2001)

### **1.7.5. Diferentes tipos de materia orgánica**

Desde el punto de vista de su origen la materia orgánica puede ser de dos tipos:

- Materia orgánica vegetal.

- Materia orgánica animal.

### **1.7.5.1 Materia orgánica vegetal**

#### **Residuos de cosecha**

Son los desechos orgánicos que deja el cultivo saliente en o sobre el suelo, en forma de hojas, tallos, raíces y otros órganos aéreos o subterráneos. Tales residuos no deben en lo absoluto considerarse como despreciables, representan por término medio de 500 a 800 kg de humus al año, siendo mayores en régimen de cultivo muy esmerado, y menores en cultivos de bajo rendimiento. Estos residuos de las cosechas cuya importancia es proporcional a la masa vegetativa que se haya creado en el transcurso del año y por lo tanto a los rendimientos obtenidos permiten mediante el empleo de dosis elevadas de abonos minerales, aumentar el contenido de humus. (Martínez, 2012)

### **1.7.5.2. Materia orgánica animal**

#### **Estiércoles**

Denominamos abonos orgánicos de origen animal a los estiércoles de ganaderías, guano, humus de lombriz y los subproductos de origen animal como harinas de sangre, de huesos, pescado así como harina de plumas. El estiércol lo forman excrementos y orina de animales de ganadería y en cuya composición también pueden aparecer restos de distintos materiales de sus camas, como la paja de cereales, etc. El estiércol suele ser de ganadería ovina, caprina, vacuno, de cerdos, caballos, mulas, etc. El estiércol de aves de corral como gallinas (gallinaza) y palomas (palomina) es de los más ricos en nitrógeno. El guano es una enorme acumulación de excrementos de aves marinas, depositados generalmente en el litoral. Este estiércol es extraído mayoritariamente en algunas islas del Pacífico y en Perú. También con el nombre de guano se denomina a los excrementos o estiércol de murciélagos, una materia orgánica ahora en gran auge y al igual que el de las otras aves muy rico en nitrógeno y fósforo, dependiendo de su alimentación. (Morales, 2012)

#### **Estiércol bovino**

El estiércol es el abono usado desde la más remota antigüedad en todas las tierras y en todos los cultivos y produce excelentes resultados cuando está bien preparado y se agrega en cantidad suficiente. Solórzano (1994), describe que el Estiércol bovino es un

fertilizante natural, rico en materia orgánica compostada, constituye un elemento importante en la formación de suelos fértiles, su acción estimulante sobre el desarrollo de los microorganismos favorece el crecimiento vigoroso de las plantas.

El uso del estiércol de bovinos como abono orgánico se utiliza con la finalidad de acondicionar el suelo con micro y macro nutrientes. Solórzano (1994), explica que el estiércol de bovinos necesita pasar por algunos procedimientos para convertirse en abono orgánico como bovinaza, trascurridos dos a tres días expuesto en el sol puede perder el 50% de su nitrógeno y puede perder por lluvias en poco tiempo gran parte de su nitrógeno y potasio. Para evitar la pérdida de la calidad del estiércol es necesario recogerlo diariamente y a resguardo en la sombra. El estiércol fresco se puede incorporar (para evitar volatización) en los surcos dos a tres semanas antes de la siembra. Es mejor recoger y acumular el estiércol diariamente por las mañanas por medio de la abonera completando los otros ingredientes si se prefiere hacer un compost como rastrojos, malezas, etc. con la descomposición de la abonera también se destruyen de manera parcial de las semillas de malezas y se logra la formación de un humus más estable y la reducción de la fuga del nitrógeno por volatización.

En suelos arcillosos que contengan poca cantidad de carbonatos, el estiércol fresco por el contrario, produce efectos negativos, dando lugar a la aparición de enfermedades en las plantas. El estiércol bovino es un material de lenta degradabilidad, y su principal función es la de promover la agregación de las partículas terrosas y la estabilidad de los glomérulos, estando en segundo término el efecto nutritivo (Morales, 2012).

### **Estiércol ovino**

Este es uno de los abonos más activos. Es más peco y más caliente que el otro lo que lo hace ventajoso a los suelos fuertes y fríos, a los que adelgaza y favorece, desecándolos. La pajaza por su naturaleza y la cantidad de paja empleada en su formación influye mucho sobre la acción de éste. Su efecto es más pronto, pero de menos duración que el del otro ganado. Los trigales abonados con estiércol de carnero castrado son muy propensos a viciarse. Es más ventajoso a la colza, al nabo, al tabaco o la col, al cáñamo, etc. La cebada estercolada con estiércol de carnero castrado produce menos almidón y sus granos germinan con irregularidad. Al cervecero no le agrada esta calidad de cebada. Con este abono la remolacha encierra menos azúcar que con el estiércol del ganado

vacuno. Estercolada por el carnero castrado, la tierra merece generalmente ser recomendada; por este medio, los excrementos de estos animales están menos expuestos a enmohecerse, y las partículas volátiles que se desprenden se fijan en la tierra en lugar de perderse.

El trabajo necesario para trasportar la tierra destinada a este objeto se encuentra bien compensada por la producción de un estiércol mejor y en mayor cantidad. La majada de carneros castrados es igualmente un buen medio de dar a los campos, como también a los prados, un estercolado que obra con fuerza y rapidez y cuyos efectos son sobre todo eficaces en los granos oleaginosos así como también para los cereales de otoño. El estercolado puede aún practicarse largo tiempo después de la siembra, si el suelo no es demasiado compacto o muy húmedo. Este mismo es un excelente medio para reforzar a las plantas nuevas cuando son débiles y enfermizas.

Sobre el suelo arenoso la majada no obra solamente por el estiércol, sino por lo que lo pisotea, lo que da más cuerpo al terreno. La utilidad de esta práctica es tan bien reconocida en Ardenas, que jamás se descuida de hacer pasar el ganado sobre las tierras sembradas, cuando las circunstancias lo permiten. Cuando la majada obra en una tierra aún no sembrada, es necesario cubrir sin tardanza el abono del carnero por una labranza superficial. Mientras más calor hace, más es preciso apresurar ésta (Orús *et al.*, 2010).

### **1.8. El Compost**

La palabra compost viene del latín componer (juntar), por lo tanto, es la unión de restos orgánicos que sufren una transformación a través de la oxidación biológica secuencial que convierte materia orgánica heterogénea en un producto homogéneo. Es una descomposición que ocurre bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación realizada por microorganismos (bacterias, hongos y actinomycetes), que liberan energía por la actividad metabólica y gracias a una serie de reacciones bioquímicas, agua, anhídrido carbónico y sales minerales. El producto final obtenido en el proceso de compostaje se puede utilizar como enmienda orgánica en el suelo, con el fin de mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de intercambio catiónico, eliminar patógenos y así, aumentar el crecimiento de las plantas (Chafetz *et al.*, 1996).

En la actualidad el aprovechamiento agrícola de residuos orgánicos de distintos orígenes es una práctica habitual en numerosos países. El interés por utilizarlos ha ido aumentando debido a las nuevas tendencias ecológicas y a las elevadas cantidades de estos materiales que se generan en los procesos agrícolas, agroindustriales y urbanos entre otros. De ahí, el creciente interés de reciclarlos para utilizarlos de la manera más económica (Avendaño, 2003).

### **1.8.1. Ventajas y desventajas del compost**

- Ventajas:

- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.
- Optimiza los recursos existentes en cada zona al aprovechar los residuos que se producen en ella.
- Reducción de volumen de residuos.
- Ahorro económico en abonos químicos.
- Producto comercializable.
- Disminuye las necesidades de materia orgánica de los suelos y contribuye a su recuperación.
- Disminuye la contaminación por metales pesados presentes en los residuos, ya que el compostaje reduce la disponibilidad de éstos, posiblemente debido a la formación de complejos o a la absorción por sustancias húmicas (Korboulewsky *et al.*, 2002).

- Desventajas:

- Alta inversión inicial
- Disponibilidad de terreno
- Contaminación del medio ambiente (metales pesados, olores, entre otros), según material de origen compostado

### **1.8.2. Propiedades del compost**

La aplicación de compost no daña el equilibrio del suelo, induce un gran número de efectos positivos en la biología del suelo, en las condiciones físicas y químicas de éste.



El compost presenta una textura física particular, de baja densidad (del orden de 0,5 g/cc) y baja resistencia mecánica. Por lo tanto, su incorporación permite mejorar la estructura del suelo, reduciendo problemas de compactación y susceptibilidad de erosión; además, incrementar la capacidad de retención de agua, así como también el intercambio gaseoso, favoreciendo el desarrollo radical (Varnero, 2001).

Mejora la actividad biológica del suelo, actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

Sobre las propiedades químicas del suelo, la materia orgánica, aumenta el poder tampón al igual que la capacidad de intercambio catiónico (Labrador, 1996). Al ser utilizado como fertilizante posee la propiedad de liberar los nutrientes de manera lenta, lo que puede ser favorable en ecosistemas en que la pérdida de nitrógeno por lixiviación es probable. La materia orgánica aporta macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes. El contenido nutritivo de un compost de alta calidad debe ser aproximadamente 6,8 a 13 kg de nitrógeno/ton de compost, alrededor de 2,2 a 4,5 kg de fósforo/ton y 13 kg de potasio. El calcio y el magnesio se encuentran en condiciones moderadas mientras que el azufre y otros micronutrientes son altos (Parnes, 1990).

El compost también cumple un rol de supresor de enfermedades, a través de mecanismos biológicos como antibiosis, parasitismo y competencia por microorganismos antagónicos son probablemente los responsables por la prevención del desarrollo de enfermedades. Por otro lado, un número de problemas medioambientales pueden estar envueltos en la aplicación de compost. Puede existir un aumento en la lixiviación de nitratos a las aguas superficiales y subterráneas, en el caso que sean aplicados en exceso y dependiendo del material de origen utilizado, una acumulación de metales pesados o contaminantes orgánicos en el suelo, una absorción indeseada de sustancias por los cultivos y la posibilidad que los contaminantes pueden penetrar en los alimentos (Horst *et al.*, 1999).

### **1.9. El Humus de Lombriz**

Es el fertilizante orgánico por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestor de la lombriz de tierra.

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantines. El lumbricompost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la microflora y microfauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Protege al suelo de la erosión.

- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos (MINAG, 2003).

### **1.9.1. Lombriz de tierra (*Eisenia foetida*)**

#### **Clasificación científica**

Se encuentra clasificada dentro del reino animal, phylum anélido, de la clase de las oligoquetas, de la familia de las lombrices, del género de la *Lombricus eisenia* y cuya especie se denomina *Eisenia foetida*. Se clasifican en anélidos debido a que su cuerpo se encuentra formado por anillos y un ensanchamiento llamado clitelo, poseen pocas cerdas o quetas con las cuales se mueven y sirven de apoyo para ondas de contracción que recorren la musculatura parietal por lo cual pertenecen a las oligoquetas.

Conforman la mayor biomasa animal sobre la tierra y se tiene conocimientos de su existencia desde hace más de setecientos millones de años en la era precámbrica y durante doscientos millones de años ha sufrido metamorfosis para llegar a la era Pangea

a presentar su forma metamerizada actual. Originalmente su hábitat era el agua salada, posteriormente se adaptaron al agua dulce hasta hacer de la tierra su hábitat actual, este proceso les tomo quinientos millones de años y desde entonces no han sufrido modificaciones (Cueva, 2000).

### **Anatomía externa de la lombriz**

Posee un color rojizo intenso, razón por la cual se le conoce con el nombre de Roja Californiana, muchas veces el color lo determina la sangre o el contenido del intestino y no necesariamente el pigmento de su piel. El cuerpo es un tubo bilateral - simétrico.

No presentan protuberancias u órganos que le sirvan para la locomoción o defensa a otros animales, muy por el contrario se constituye como presa fácil de obtener y es por esta conformación anatómica que más de las veces, la lombriz se puede esconder de sus enemigos, excavando o haciendo huecos en el suelo, con una dedicación y eficacia desde hace millones de años. No poseen ojos ni oídos, pero la naturaleza dotó a la lombriz de un sistema nervioso rudimentario y una serie de ganglios, un par de anillos con ramificaciones por todo el cuerpo que le permite detectar pequeñas vibraciones del terreno y hasta un sentido gustativo para selección de alimentos (Chanduví, 2006).

Posee segmentos llamados metámero, los cuales están distribuidos en todo el cuerpo, generalmente son de 80 a 175 anillos; entre cada uno de ellos existen surcos intersegmentarios. Tanto los órganos internos como la pared del cuerpo se encuentran segmentados, separados entre sí por tabiques transversales llamados septos. Se denomina peristomio al primer segmento, donde se encuentra la boca; no tiene quetas o cerdas (Aguilera, 2004).

### **Anatomía interna de la lombriz**

El cuerpo de la lombriz puede ser descrito como un tubo dentro de otro. El tubo interno, llamado "canal" o aparato digestivo, es separado de la parte de afuera (exterior) por la llamada "pared del cuerpo" y entre los dos "tubos" existe una separación o cavidad general llamada "celoma" (Chanduví, 2006).

La pared del cuerpo está formada, de adentro para fuera, para los adultos, por una cutícula que reviste a la epidermis seguida por un par de músculos, el más externo, el músculo circular, (que es como un anillo) y otro músculo llamado el músculo longitudinal

y por último se encuentra el peritoneo que es una capa de células que separan a la pared del cuerpo del celoma. En la epidermis posee glándulas que secretan mucus, el cual facilita la respiración y deslizamiento en el suelo. Además posee células sensoriales al tacto y células fotorreceptoras capaces de detectar diferentes tonalidades de luz. Por reaccionar negativamente a la luz, la mayoría de ellas sólo suben a la superficie del suelo durante la noche para tomar los alimentos y emparejarse. Los rayos ultravioletas del sol son extremadamente mortales para las lombrices.

Las lombrices son aún más susceptibles a las variaciones de la humedad, temperatura, reacciones químicas de ambiente. La sensación de dirección en las lombrices es nula de tal manera que si ellas fugan de las camas o lechos, se constituyen en un serio problema para los criadores. Cuando las lombrices salen de las camas durante la noche, ellas pueden fugar en dirección de 360° a la redonda, caminan en diferentes direcciones si saber cómo retornar. Muchas veces hacen esto por inundación de sus camas de cría (Chanduví, 2006).

### **Clasificación taxonómica de la Lombriz California o Eisenia**

**Reino:** Animal

**División:** Anélidos

**Clase:** Clitelados

**Orden:** Oligoquetos

**Familia:** Lombricidos

**Género:** Eisenia

**Especie:** Foetida

### **Especies de lombriz.**

Las lombrices de tierra se clasifican en tres grandes categorías desde el punto de vista ecológico:

a) Epígeas: como su nombre indica son las que viven en la superficie del suelo, asociadas a restos de materia orgánica en descomposición, lo que constituye la mayor parte de su ingesta. Su reproducción es acelerada y numerosa a causa de su exposición a múltiples depredadores al ocupar una capa tan superficial.

b) Endógeas: se encuentran en el interior del suelo de manera permanente, alimentándose de la tierra más o menos mezclada con materia orgánica. Llegan a representar entre un 20 y un 50% de la biomasa de suelos fértiles europeos.

c) Anécicas: son aquellas que excavan profundas galerías verticales. A su interior arrastran restos orgánicos que usan como alimento una vez han sido mezclados con el suelo (Escobar, 2013).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Localización y condiciones experimentales

El presente trabajo se realizó entre los meses de diciembre de 2016 y febrero de 2017, en áreas de la CCS “Antonio Bayzán” situada en localidad de Lindero, municipio Sagua de Tánamo, provincia Holguín.

Durante el período experimental el comportamiento promedio de las variables climáticas se observan en la Tabla 1, en cuanto a las temperaturas medias fueron entre 22,8 °C y 24,0 °C, la humedad relativa se comportó entre los 83 a 89 % y hubo pocas precipitaciones en toda la etapa experimental y fueron entre los 14,2 a 88,0 mm.

**Tabla 1. Variables del clima durante el período experimental**

| Meses     | Temperatura media (°C) | Humedad relativa (%) | Precipitaciones (mm) |
|-----------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Diciembre | 22,9                   | 89                   | 88,0                 |
| Enero     | 24,0                   | 85                   | 47,2                 |
| Febrero   | 22,8                   | 83                   | 14,2                 |

(Tomado de la Estación Meteorológica de El Sitio en Sagua de Tánamo)

El ensayo se desarrollo sobre un suelo Fersialítico Pardo Rojizo Mullido sin Carbonatos (Hernández *et al.*, 2015), que durante los años de explotación no ha recibido aportes de materiales orgánicos, solo de fertilizantes minerales y presenta topografía alomada y erosionado.

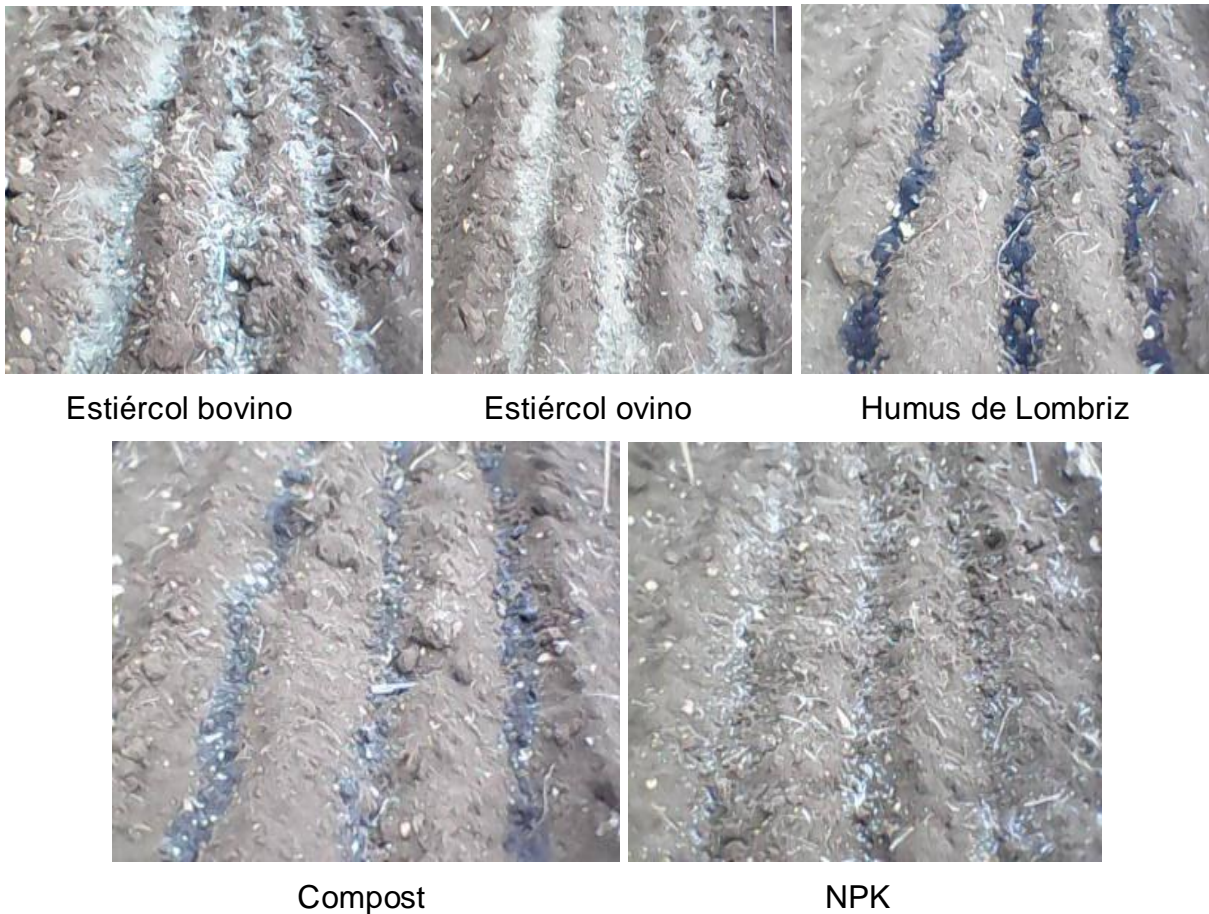
### 2.2. Diseño experimental y tratamientos evaluados

Se utilizó la variedad BAT-304 con la aplicación de diferentes fuentes orgánicas para su nutrición y un testigo NPK.

**Tabla 2. Tratamientos evaluados en el ensayo**

| N° | Tratamientos  |
|----|---|
| 1  | Estiércol bovino (20 t ha <sup>-1</sup> )           |
| 2  | Estiércol ovino (20 t ha <sup>-1</sup> )            |
| 3  | Humus de Lombriz (4 t ha <sup>-1</sup> )            |
| 4  | Compost (10 t ha <sup>-1</sup> )                    |
| 5  | (testigo) NPK (FC: 9-13-17 a 1 t ha <sup>-1</sup> ) |

Se aplicaron Estiércol bovino, Estiércol ovino, Humus de Lombriz y Compost, comparándolas con un testigo con la aplicación del NPK completo, todo montado en un diseño en bloques al azar, contando con 5 tratamientos (Tabla 2) y tres repeticiones (Bloques).



**Figura 1. Aplicación al suelo de los diferentes tratamientos**

Las parcelas contaban con un área total de 3 m de largo por 1,80 m de ancho, sembrando 3 surcos de frijol en cada una, a una distancia de siembra de 0,60 m x 0,10 m. Entre cada bloque (Repeticiones) y parcelas se dejó una distancia de 0,60 m.

Los Estiércoles procedían de los propios animales de la finca del productor, el Humus de Lombriz producido en la finca El manguito, teniendo una alimentación a base de estiércol bovino y el compost realizado en la misma finca donde se realizó el ensayo.



### **2.3. Siembra y labores culturales**

La siembra se efectuó en el mes de diciembre y la cosecha a inicio del mes de marzo, las semillas fueron de calidad proveniente del mismo productor de la variedad BAT-304, las que presentaron uniformidad en cuanto al tamaño y sin presencia de algún tipo de daño ocasionado por plagas o por causa de mala manipulación.

El riego fue realizado luego de la siembra y posteriormente cada 7 días para garantizar la germinación y el crecimiento y desarrollo del cultivo en todas las etapas del cultivo (Anexo 1), los cuidados culturales se realizaron de acuerdo a las exigencias del mismo (MINAG, 2008) y el control de las arvenses fue realizada en forma manual periódicamente.

El tratamiento con fertilizante fue realizado con fertilización de fondo con NPK a 1000 kg ha<sup>-1</sup> de la Fórmula completa 9-13-17 y una fertilización de cobertura a base de urea de forma foliar a los 28 días después de la siembra.

Para el control de plagas, no se efectuó ningún tratamiento pues se mantuvo libre de las mismas.

### **2.4. Variables evaluadas**

- Germinación de las plantas (%): Conteo del número de plantas germinadas en cada parcela y dividir entre las plantas sembradas de acuerdo a la distancia empleada, llevar a porcentaje.
- Dinámica de crecimiento (Altura de las plantas) (cm): Medición con regla graduada desde el suelo hasta el ápice de la rama principal, comenzando a los 10 días después de haber germinado las plantas mediante la selección aleatoria de tres plantas por parcela, hasta la etapa de floración.
- Número de nódulos por plantas: A los 21 días de germinadas las plantas se extrajo 3 plantas por parcelas, luego de lavarlas cuidadosamente, se procedió al conteo de los nódulos presentes.
- Número medio de vainas por plantas: Se realizó conteo en 3 plantas por parcelas determinando la cantidad de vainas por plantas.

- Número medio de granos por vainas: Conteo del número de granos en 10 vainas por parcela.
- Masa de 100 granos (g): pesaje de 100 granos de cada parcela de las plantas seleccionadas, utilizando balanza técnica.
- Rendimientos ( $t\ ha^{-1}$ ): Masa de los granos obtenidos de todas las plantas en cada parcela, utilizando una balanza técnica, en kilogramos y de acuerdo al área por parcela llevarla a  $t\ ha^{-1}$ .

## **2.5. Valoración económica de los resultados alcanzados**

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

- Valor de la producción (CUP/ha): Rendimientos del cultivo en cada una de las variantes
- Costo de producción (CUP/ha): Suma de gastos incurridos en el proceso productivo, multiplicado por el costo de una tonelada de frijol, según los precios vigentes.

Según cada uno de los tratamientos, calculados para una hectárea.

- Ganancia (CUP/ha): Valor de la producción en cada uno de los tratamientos menos sus correspondientes costos de producción, calculados para una hectárea.
- Costo por peso: Costos de producción divididos entre el valor de la producción para cada tratamiento.

### **Precios de los productos utilizados (MINAG, 2015).**

- Precio de semilla para 1 ha (45 kg) (CUP): 950,00
- Una tonelada de frijol para venta (CUP): 20 333,33
- Una tonelada de FC de NPK (CUP): 1 250,00
- Una tonelada de Urea (CUP): 1 500,00

### **Precio de los abonos orgánicos.**

- Una tonelada de Estiércol bovino (CUP): 50,00
- Una tonelada de Estiércol ovino (CUP): 50,00
- Una tonelada de Humus de Lombriz (CUP): 80,00

- Una tonelada de Compost (CUP): 70,00

Los demás gastos del cultivo fueron obtenidos por la carta tecnológica del cultivo, que fue de 679,85 CUP/ha.

## **2.6. Análisis estadístico de los datos**

Para el análisis de los datos del ensayo fue utilizado el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008), realizando análisis de varianza y cuando hubo diferencias se empleó la prueba de comparación de medias de Duncan para el 5 % de significación (Anexo 2).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis del crecimiento de las plantas según los abonos utilizados

##### 3.1.1. Análisis del porcentaje de germinación

Al analizar el porcentaje de germinación de las plantas en los diferentes tratamientos (Tabla 3) se observaron altos porcentajes de germinación en todas las variantes sin diferencias significativas entre los mismos, este comportamiento pudo estar dado a la utilización de semillas de calidad, a la correcta preparación del suelo y una adecuada humedad que le proporcionaron un lecho idóneo para su germinación independientemente al abono utilizado.

**Tabla 3. Germinación de las plantas en los diferentes tratamientos**

| No  | Tratamientos     | Germinación % |
|-----|------------------|---------------|
| 1   | Estiércol bovino | 98 a          |
| 2   | Estiércol ovino  | 97 a          |
| 3   | Humus de Lombriz | 100 a         |
| 4   | Compost          | 100 a         |
| 5   | (testigo)NPK     | 98 a          |
| ES± |                  | 0,015         |

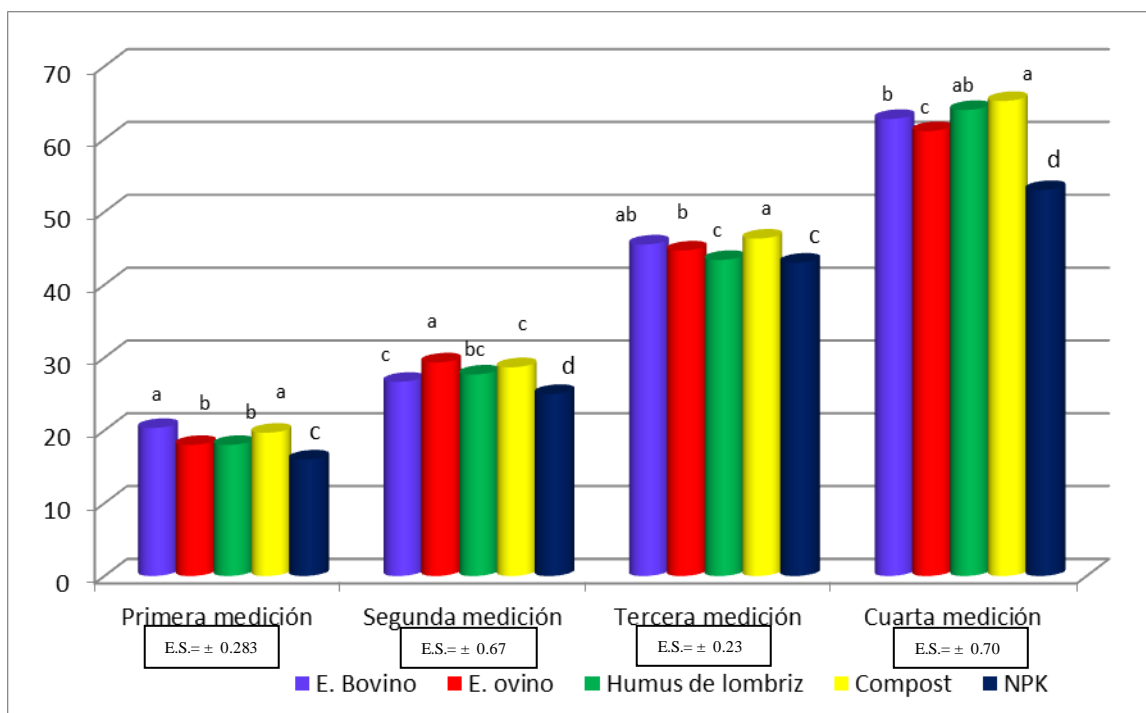
*\*letras iguales no existen diferencias significativas para  $p \leq 0,05$*

De acuerdo a Araya (2007) cuando un agricultor tiene semilla de alta calidad, dispone en sus manos del principal insumo agrícola, de ella depende que se obtenga la calidad requerida por los consumidores de frijol y una producción rentable, también la ETIAH (2004) expone que la utilización de semillas de calidad independientemente al fertilizante utilizado es la garantía de la supervivencia de las plantas y una plantación de calidad tanto en el frijol como en cualquier cultivo.

##### 3.1.2. Dinámica de crecimiento de las plantas de acuerdo a los tratamientos

En el Gráfico 1 sobre el crecimiento de las plantas en las diferentes etapas del cultivo, se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos. En todas las mediciones se destaca la aplicación del compost con alturas de 19,67; 28,67; 46,33 y 65,23 cm para las cuatro mediciones, sin diferencias en algunas etapas con el Estiércol bovino, pero fue superior a la mayoría de los otros abonos orgánicos aplicados, además superó en todas las etapas de crecimiento al testigo NPK que alcanzó al final del ciclo solo 53,0 cm de altura, inferior a todos los demás tratamientos.

Aunque no se efectuó un análisis de suelo, de acuerdo a las condiciones de este en el momento del ensayo, podemos asegurar que el mismo presenta problemas de degradación erosiva y los fertilizantes minerales aplicados ya no dan respuesta al aumento del crecimiento y la producción de los cultivos, lo cual podría explicarse con lo planteado por Álvarez *et al* (2007) quien menciona que los fertilizantes orgánicos son suplementos nutricionales que favorecen el crecimiento y rendimiento de los cultivos agrícolas, a través de la disponibilidad de altos niveles de nutrientes en el suelo que no son fácilmente asimilables por la planta en condiciones de fertilidad natural o artificial.



\*letras iguales no existen diferencias significativas para  $p \leq 0,05$

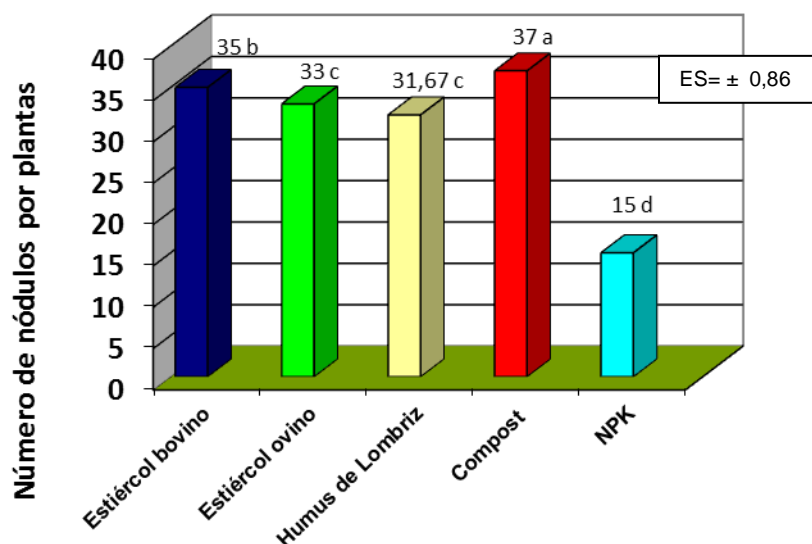
**Gráfico 1. Dinámica de crecimiento de las plantas en los diferentes tratamientos**

Una alternativa a estos problemas de crecimiento y rendimiento, es la fertilización, que consiste en suplementar a la planta necesidades nutricionales no satisfechas por el suelo en su condición de fertilidad natural (Quinchoa *et al.*, 2006).

### 3.2. Respuestas de la nodulación natural del frijol en los diferentes tratamientos

Al valorar este parámetro reflejado en el Gráfico 2, observamos una aceptable nodulación en todos los tratamientos (entre 15 y 37 nódulos por plantas), con diferencias significativas entre ellos, a pesar de la no inoculación de las semillas. El tratamiento con

la utilización del compost fue superior al resto de los abonos, también alto con un promedio de 35 nódulos por planta el Estiércol bovino superó significativamente al Estiércol ovino, al Humus de Lombriz y al testigo, siendo este último el de inferior cantidad de nódulos por plantas con solo 15 nódulos.



\*letras iguales no existen diferencias significativas para  $p \leq 0,05$

**Gráfico 2. Influencia de los tratamientos en la nodulación natural del frijol**

La existencia de nódulos en el cultivo sin una previa inoculación es fundamentada por la presencia de cepas de rhizobium nativas del suelo las cuales realizan la infección de las raíces del frijol y forman estas protuberancias.

Por otro lado Souza *et al.* (2005) Exponen que el uso de abonos orgánicos en los suelos actúa tanto en la mejoría de las condiciones físicas, como en la aeración, en la mayor retención de agua, en las propiedades químicas y físico-químicas, así como en el suministro de nutrientes a las plantas y en la mayor capacidad de cambio catiónico del suelo (CTC), además de proporcionar un ambiente adecuado al establecimiento y a la actividad de la microbiota como son las bacterias fijadores del nitrógeno.

En el tratamiento con la presencia de la dosis completa del fertilizante mineral (NPK) mostró resultados inferiores en este parámetro que se corresponde con lo expuesto por Caba *et al.* (2001) que plantean que la presencia de dosis completa del nitrógeno mineral en el medio rizosférico inhibe la formación de nódulos radicales y la actividad de la enzima nitrogenasa.

### 3.3. Análisis de los componentes del rendimiento del frijol con el uso de los diferentes abonos orgánicos

#### 3.3.1. Estudio de los componentes número medio de vainas por planta y granos por vainas en el frijol

En la Tabla 4 apreciamos el comportamiento de dos componentes del rendimiento del cultivo del frijol, en los cuales se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

**Tabla 4. Respuestas en el número medio de vainas por planta y granos por vainas según los tratamientos**

| Nº | Tratamientos     | Nº de Vainas/plantas | Nº de Granos/Vainas |
|----|------------------|----------------------|---------------------|
| 1  | Estiércol bovino | 13,00 b              | 5,97 a              |
| 2  | Estiércol ovino  | 10,00 c              | 5,90 a              |
| 3  | Humus de Lombriz | 12,33 b              | 5,93 a              |
| 4  | Compost          | 15,00 a              | 6,00 a              |
| 5  | (testigo) NPK    | 9,00 c               | 5,57 b              |
|    | <b>ES±</b>       | <b>0,86</b>          | <b>0,02</b>         |

*\*letras iguales no existen diferencias significativas para  $p \leq 0,05$*

El número de vainas por plantas estuvo entre las 9,00 y las 15,00 vainas. El tratamiento con el compost obtuvo el mayor número de vainas por plantas con 15 vainas, diferenciándose con el resto de los tratamientos. También el Estiércol bovino y el Humus de Lombriz superan al Estiércol ovino, como el mineral que obtienen 10 y 9 vainas por plantas respectivamente.

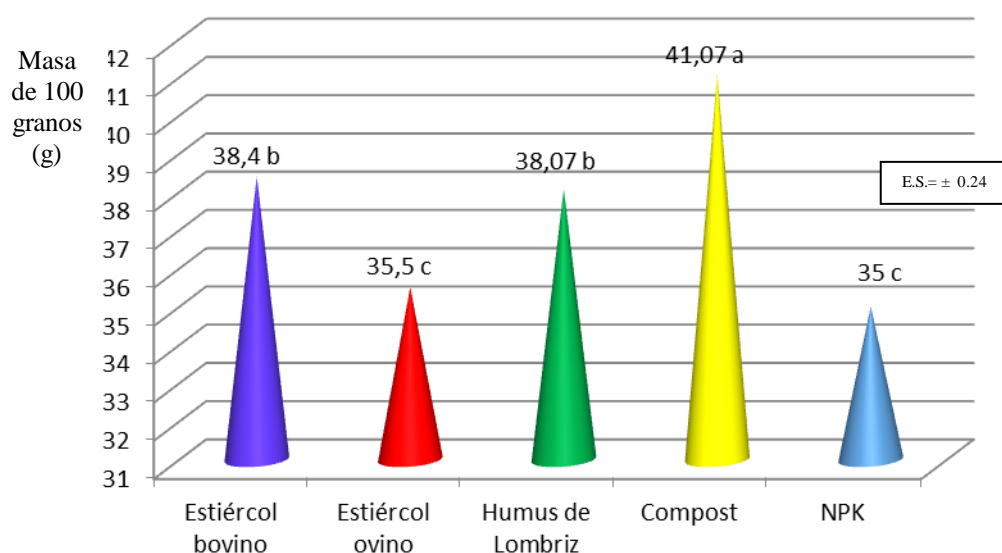
En el número de granos por vainas, hubo respuesta de todos los abonos orgánicos sin diferencias entre ellos, con la fertilización mineral, aunque hay que destacar que los valores absolutos están bastante cercanos encontrándose entre 5 a 6 granos por vainas, aspecto normal para esta variedad.

Este componente del rendimiento depende mucho de la genética del cultivo, sin embargo puede variar e incluso considerablemente, de acuerdo a la nutrición del mismo, fundamentalmente cuando aplicamos una correcta fertilización a base de abonos orgánicos o combinaciones órgano-mineral.

De acuerdo a Gómez (2005), existen diversas alternativas para mejorar el rendimiento y crecimiento presentado por las plantas, una de estas es el uso apropiado de fertilizantes orgánicos siendo un sistema que reúne los aspectos agronómicos, ecológicos, económicos y sociales e integra el uso de insumos de origen orgánico, tales como estiércoles y residuos vegetales. También Labrador *et al.* (2006) expone que el Compost es uno de los mejores abonos orgánicos ya que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos.

### 3.3.2. Efecto de los tratamientos en la masa de los granos

En el Gráfico 3 se aprecia los valores de la masa de los granos obtenidos, con diferencias significativas entre los tratamientos, en los cuales la aplicación del compost reflejó la mayor masa de los granos (41,07 g) con diferencias a las demás variantes estudiadas, un segundo mejor comportamiento con masas similares lo obtuvieron el Estiércol bovino y el Humus de Lombriz con 38,4 y 38,07 g, sin embargo el testigo NPK fue inferior a todos excepto al Estiércol ovino con solo 35,0 y 35,5 g de masa de los granos.



\*letras iguales no existen diferencias significativas para  $p \leq 0,05$

**Gráfico 3. Efecto de los diferentes tratamientos en la masa de los granos**



### 3.3.3. Comportamiento de los rendimientos de acuerdo al tipo de abono aplicado

Los rendimientos obtenidos para las condiciones que se efectuó el ensayo son excelentes, incluyendo el obtenido por el tratamiento NPK, a nuestro criterio estos resultados estuvieron determinados por las buenas condiciones climáticas y el efecto del abonado independientemente de su fuente.

Al analizar los resultados del rendimiento del cultivo del frijol con las aplicaciones de diferentes abonos orgánicos (Tabla 5) se aprecia que la utilización del compost supera a todos los demás variantes de fertilización con un alto rendimiento de 2,37 t ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 5. Análisis de los rendimientos obtenidos en el ensayo**

| No  | Tratamientos     | Rendimientos (t ha <sup>-1</sup> ) |
|-----|------------------|------------------------------------|
| 1   | Estiércol bovino | 2,00 b                             |
| 2   | Estiércol ovino  | 1,45 c                             |
| 3   | Humus de Lombriz | 2,01 b                             |
| 4   | Compost          | 2,37 a                             |
| 5   | (testigo) NPK    | 1,48 c                             |
| ES± |                  | 0,0038                             |

*\*letras iguales no existen diferencias significativas para  $p \leq 0,05$*

Los segundos mejores valores productivos fueron encontrados con la aplicación del Humus de Lombriz y el Estiércol bovino (2,01 y 2,00 t ha<sup>-1</sup> respectivamente) y los valores más bajos para el Estiércol ovino y el fertilizante mineral sin diferencias entre ellos, quedando demostrado en este ensayo que cualquier abono orgánico empleado en el frijol puede obtener resultados similares o superiores a la aplicación de fertilizantes minerales.

Este comportamiento pudo estar condicionado a las buenas condiciones climáticas, el abonado con materiales orgánicos y a la existencia de cepas nativas de rhizobium que pudieron incorporar aceptables cantidades de nitrógeno al cultivo, aspecto este que debemos comprobar en futuras investigaciones.

### 3.4. Valoración económica de los resultados obtenidos

Cuando analizamos algunos parámetros económicos de acuerdo a los resultados productivos obtenidos en la investigación (Tabla 6), observamos ganancias en todas las variantes estudiadas que estuvieron entre los 25 511,81 y los 45 860,07 CUP/ha dado por el comportamiento de los rendimientos en todos los tratamientos. Las mayores

ganancias se obtuvieron al aplicar el compost (45 860,07 CUP/ha), coincidiendo con los mayores rendimientos, independientemente de los gastos incurridos.

**Tabla 6. Valoración económica de los resultados**

| <b>Tratamientos</b>         | <b>Rendimiento<br/>(t ha<sup>-1</sup>)</b> | <b>Valor de la<br/>Producción<br/>(CUP/ha)</b> | <b>Costo de la<br/>Producción<br/>(CUP/ha)</b> | <b>Ganancia<br/>(CUP/ha)</b> | <b>Costo<br/>por<br/>peso</b> |
|-----------------------------|--|--|--|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Estiércol bovino</b>     | 2,00                                       | 40 666,66                                      | 2 629,85                                       | 38 036,81                    | 0,06                          |
| <b>Estiércol ovino</b>      | 1,45                                       | 29 483,32                                      | 2 629,85                                       | 26 853,47                    | 0,09                          |
| <b>Humus de<br/>Lombriz</b> | 2,01                                       | 40 869,99                                      | 1 949,85                                       | 38 920,14                    | 0,05                          |
| <b>Compost</b>              | 2,37                                       | 48 189,92                                      | 2 329,85                                       | 45 860,07                    | 0,05                          |
| <b>NPK</b>                  | 1,48                                       | 28 466,66                                      | 2 954,85                                       | 25 511,81                    | 0,10                          |

Por otro lado la eficiencia económica aunque todos los tratamientos fueron rentables, tuvo un comportamiento similar, el compost y el Humus de Lombriz obtuvieron menores costos por peso, es decir solo necesitaron 5 centavos para producir 1 peso.

## CONCLUSIONES

1. Hubo altos porcentajes de germinación para todas las variantes de fertilización y en el crecimiento la aplicación del Compost respondió por encima de las demás aplicaciones con una altura al final del ciclo de (65,23 cm).
2. La aplicación de Compost estimuló la formación de nódulos, alcanzando hasta 37 nódulos por plantas, también superó a las demás alternativas en el número de vainas por plantas obteniendo hasta 15 vainas por plantas, en el número de granos por vainas todos los tratamientos estuvieron entre 5 y 6 granos favorablemente.
3. Con la aplicación de Compost, se obtuvo la mayor masa de los granos (41,07 g), respuesta que influyó en la obtención de los más altos rendimientos con 2,37 t ha<sup>-1</sup>, por lo que aplicando esta variante de fertilización se pueden obtener mayores resultados productivos y económicos en estos suelos de baja calidad.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Continuar estudios acerca de los abonos orgánicos para determinar las necesidades de cada nutriente en nuestros suelos y la cantidad de nutrientes que aportan las variantes orgánicas para saber la dosis más exacta a aplicar
- 2.** Realizar investigaciones que demuestren los aportes de los abonos orgánicos en los diferentes cultivos.
- 3.** Trabajar en base a la creación de áreas dedicadas a la producción de los diferentes compuestos orgánicos en las empresas agropecuarias y en las fincas de los productores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, E; Acosta, J.A; Amador, M.D. & Padilla, J.S.2008. Relación entre índice de área foliar y rendimiento en frijol bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx.*, 34(1), 13-20p.
2. Acosta, J. y Pérez, Patricia.2008. Situación del cultivo del frijol común en México. *Producción e Investigación*. 9 p.
3. Aguilera, L. 2004. Evaluación del efecto de la densidad poblacional inicial y ambiental sobre el crecimiento de la lombriz roja californiana en la IX Región. Disponible en: <http://iri.ues.edu.sv/162413/13101281TT.pdf>
4. Almeida, D. 2006. Manual de cultivos hortícolas. 1ª ed. Lisboa. V.2 .249-255p.
5. Alonso, E. A. 2011. Caracterización bioquímica y fisiológica germinativa de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tesis inédita en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Facultad Agropecuaria, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Cuba.
6. Álvarez R, Jerónimo G, Nájera J. 2007. Producción de frijol (*Phaseolus Vulgaris*, L.) Y Rábano (*Rhabanus sativus*, L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de tabasco. *Rev. Universidad & Ciencia trópico húmedo*. 24(1) 11-20p.
7. Araya, H. 2007. Protocolo para la producción local de semilla de frijol. Rodolfo Araya Villalobos y Juan Carlos Hernández Fonseca.
8. Avendaño Rojas D, A. 2003. El proceso de compostaje. Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Departamento de Fruticultura y Enología, 3p.
9. Borrego, A. 2000. Ciencias de la naturaleza. Editorial Guadaluquivir. 249p.
10. Borrero C. A. 2008 Institución educativa La Torre Gómez del Municipio del El Retorno Guaviare Colombia. En: [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos\\_guaviare.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm) Consultado en diciembre 2016.
11. Caba, J. M; Poveda, J. L y Ligeró, F. 2001. Control de la nodulación en las leguminosas: Implicación de las fitohormonas. En: <http://193.146.205.198/sefin/Ligeró.html>.

12. Carrión, M. 1996. La agricultura urbana y el desarrollo rural sostenible. Agricultura del hogar. Seminario Taller Regional. FIDA/ CIARA: 58 -72 pp.
13. Castellanos, J. Z, M. Guzmán H, A Jiménez, C. Mejía, J. J. Muñoz R, J. A. Acosta G, G. Hoyos, E. López S; D. González E; R. Salinas P; J. González A; J. A. Muñoz V, P. Fernández H. y B. Cáceres 1997. Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) En México. Rev. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. 47 (2): 163–167p.
14. Celis, V. R; Peña, V. C. B; Luna, C. M; Aguirre, R. J. R; Carballo, C. A; Trejo, L. C. 2008. Variabilidad morfológica seminal y del vigor inicial de germoplasma mejorado de frijol. Agronomía mesoamericana, 179-193 p.
15. Chailloux M, Hernández G, Faure B, Caballero R. 1996. Producción de frijol en Cuba: situación actual y perspectiva inmediata. Agronomía Mesoamericana. 7(2):98-107p.
16. Chanduví, R. 2006. Compostaje y vermicompostaje piramidal.
17. Chefetz, B., P. Hatcher, Y. Hadar, y Y. Chen. 1996. Chemical and biological characterization of organic matter during composting of municipal solid waste. J. environ. Qual 25:776-785p.
18. Cruz de Carvalho, MH, Van Le B, Zuily-Fodil Y, Pham Thi AT, Tran Thanh Van K 2000. Efficient whole plant regeneration of common bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) using thin-cell-layer culture and silver nitrate. Plant Sci 159:223–232p.
19. Cueva, M. 2000. Lombricultura en la península de Santa Elena para promover el cultivo de productos agrícolas con sello verde en base a lombricultura. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3578/1/61OS.pdf>
20. Delgado Sánchez, P, Saucedo Ruiz M, Guzmán Maldonado SH, Villordo Pineda E, González Chavira M, Fraire Velázquez S, Acosta Gallegos JA, Mora- Avilés A 2006. An organogenic plant regeneration system for common bean (*Phaseolus vulgaris*, L). Plant Science170:822–827p.
21. Di Rienzo, J. A; Casanoves, F; Balzarini, M. G; Gonzalez, L., Tablada, M; Robledo, C. W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 336p.

22. Escobar, C. 2013 Usos potenciales del humus (Abono orgánico lixiviado y sólido) Corporación universitaria la sallista. Facultad de ciencias administrativas y agropecuarias.
23. Escoto, D, 2004. Secretaría de agricultura y ganadería. Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria. El cultivo de frijol. Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Norman Danilo Escoto Gudiel Tegucigalpa M. D. C.
24. ETIAH. 2004. Programa de defensa del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cuarta feria zonal de fitomejoramiento participativo: cultivo del frijol común. 54 p.
25. García CM, Espinosa AA. 2012. Efecto de la sequía en el rendimiento del cultivo del frijol. En: <http://www.monografias.com/trabajos94/efecto-sequia-rendimiento-del-cultivo-del-frijol/efecto-sequia-rendimiento-del-cultivo-del-frijol.shtml>. Consultado diciembre 2016.
26. García, S. E. [et al]. 2008. Recomendaciones para la producción del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Proyecto TCP/CUB/2902(A). (Apoyo a la producción de granos básicos), Resultados del Proyecto piloto en el marco del programa especial de seguridad alimentaria –PESA. 30p.
27. Gómez-Álvarez R, Castañeda-Ceja R 2000 Tecnologías de producción orgánicas en las condiciones del trópico. ECOSUR-ISPROTAB, Gobierno del estado de Tabasco. Villahermosa. 91p.
28. Gómez-Cruz MA, Schwentesius-Rindermann R, Meraz-Alvarado MR, Lobato-García AJ, Gómez-Tovar L 2005 Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánica en México (Situación-Retos-Tendencias). CO-NACYT, SAGARPA, CEDRSSA, UACH, CUESTAAM, PIAS. Texcoco. 69 p.
29. Henríquez G. R.; E. Prophete; C. Orellana. 1995. Manejo agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Cali. CIAT. Colombia. 98p.
30. Hernández, A. J; Pérez, J. M. J; Bosch, D. I y Castro, N. S. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos. Mayabeque, Cuba. 91p.

31. Herrera F. T. S, Cárdenas, S. E. Ortiz, C. J. Acosta, G. J. A. y Mendoza, C. M. 2005 «Anatomía de la vaina de tres especies del género Phaseolus». Rev. Agrociencia. 39 (6): 595–602p.
32. Horst, G., M, Arming, y H, Stoppler-Zimmer. 1999. Modeling long-term compost application effects on nitrate leaching. Plant and Soil. 213:75-92.p
33. Infoagro. 2006. Manual de Horticultura. Disponible en: <http://www.infoagro.com>. Consultado febrero 2013.
34. INIAP. 2012. Asociación Vida Sana, difunde sobre uso y elaboración de abonos orgánicos para el cacao en Manabí, Ecuador En: [http://vidasana.org/noticias/vidasana/iniap\\_difunde\\_sobre\\_uso\\_y\\_elaboracion\\_abonos\\_organicos\\_para\\_el\\_cacao\\_en\\_manabi](http://vidasana.org/noticias/vidasana/iniap_difunde_sobre_uso_y_elaboracion_abonos_organicos_para_el_cacao_en_manabi). Consultado en diciembre 2016.
35. Iniestra G. J. J, F. J Ibarra P, J. A Gallegos I, N. E Rocha G y R F González L 2005. «Factores antríntricos y actividad antioxidante en variedades mejoradas de frijón común (Phaseolus vulgaris)», Rev. Agrociencia, 39 (6): 603 -610p.
36. Korboulewsky, N; S. Dupouyet y, G. Bonin. 2002. Environmental risk of applying sewage sludge compost to vineyards: carbon, heavy metals, nitrogen, and phosphorus accumulation. J. Environ. Qual. 31:1522-1527p.
37. Labrador J, González J, Porcuna J, Reyes L. 2006.Regulación y criterios para el uso de fertilizantes orgánicos y enmiendas en agricultura urbana. Rev. SEAE Zaragoza.23-30p.
38. Labrador, J. 1996. La materia orgánica en los agrosistemas. En Mundi-Prensa, Madrid, España.115-124p.
39. Martínez Farré F. X.2012. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya, Gestión y Tratamiento de Residuos Agrícolas (1ª parte) En: [http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos\\_agricolas.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/residuos_agricolas.htm). Consultado en diciembre 2016.
40. Megia Mario 2001. Terranova Editores, Ltda. Agricultura Ecológica, Segunda edición, Panamericana Formas r Impresos Bogotá – Colombia. 221 – 223p.



41. MINAG. 2008. "El frijól Fortificado, otra alternativa para mejorar la dieta alimentaria en Cuba". La deficiencia de Hierro en Cuba. Show de Presentación. Instituto Nacional Ciencias Agropecuarias (INCA). La Habana. Cuba. 19 p.
42. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2015. Listado oficial de precios (Acopio).
43. MINAGRI, 2003 Biblioteca Nacional de la Agricultura. PAQUETE INFORMATIVO SOBRE LOMBRICULTURA.
44. Molina, J. 2011. Materia orgánica del suelo. En: <http://www.monografias.com/trabajos87/materia-orgánica-del-suelo/materia-orgánica-del-suelo.shtml>. Consultado diciembre 2016.
45. Morales Matute C. O. 2012 Evaluación de tres diferentes fuentes orgánicas como fertilizante en el crecimiento vegetativo del Xate. TESIS. Quetzaltenango, mayo de 2012 .Campus de Quetzaltenango, 11p.
46. Morales Minaño A. J. 2012 El estiércol, ventajas y desventajas.En: [http://www.estiércoles.com/abonos/abonos\\_organicos\\_.htm](http://www.estiércoles.com/abonos/abonos_organicos_.htm) Consultado en diciembre 2016.
47. Mosquera, Y., Marín L. R., Parets E., Díaz, M. R. 2005. Caracterización de Variedades de frijol común de grano rojo para el desarrollo de una agricultura sostenible. Centro Agrícola, 32 (2).
48. Muñoz SR. 2010 Frijol, rica fuente de proteínas. CONABIO. Biodiversitas. 89:7-11p.
49. Muñoz, R. C. 2012. Obtención de un híbrido de frijol arbustivo para una cosecha mecanizada. Tecnología en Marcha.p 25 (2). Abril-Junio: 21-31p.
50. Negrín BA, Pardo HA, Mazorra CC 2013. Estudio comparativo de variedades de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*, L) en suelos del municipio Morón, Ciego de Ávila. Revista Granma Ciencia.17 (3) septiembre-diciembre. ISSN. 975-1027p.
51. Nova, A. 1999. CUBA: Transformaciones de su sistema agro productivo. Agricultura Orgánica, (2), 15-17p.
52. ONE. 2006 (Oficina Nacional de Estadística). Capítulo. X «Agropecuario», <http://www.one.cu> (revisado en noviembre del 2016).

53. Orús, P. F; Yagüe, C. M; Iguácel, S. Francisco. 2010. Uso de los estiércoles en la fertilización agrícola, y su justificación en relación con la normativa aragonesa. Centro de Transferencia Agroalimentaria .Núm. 219. 4-16p.
54. Paneque, V. M y J. M. Calaña, 2004. Abonos Orgánicos: Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. La Habana, INCA. 54p.
55. Paredes, L. O, F. Guevara L. y L. A. Bello P. 2006. Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.
56. Parnes, R. 1990. Fertile Soil: A grower's guide to organic & inorganic fertilizers. En Ag Access. Davis. California. 51-59.p
57. Partido Comunista de Cuba (PCC). 2012. Documentos del Partido. 1ra Conferencia Nacional del Partido. 29 de enero de 2012. La Habana.
58. Pedroza, S. A. y Samaniego, G. J. A. 2003. Efecto del subsuelo, materia orgánica y diferentes variedades en el patosistema del frijol (*Paseolus vulgaris* L.) Revista Mexicana de Fitopatología 21: 272-277p.
59. Peña Garcés Rosa. 2012. Impacto de los residuos orgánicos sobre las propiedades del suelo En: <http://www.monografias.com/trabajos82/impacto-residuo-organicos-propiedades-suelo/impacto-residuos-organicos-propiedades-suelo2.shtml#cultivosda>.
60. Pérez, H. P, Esquivel E. G. Rosales S. R. y Acosta G. J. A. 2002, «Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano sub-húmedo de México», Rev. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 52 (2): 172–180p.
61. Quinchoa R, J; Villegas J, S; Cortes M, J; Gonzáles H, L. 2006. Determinación del efecto de diferentes niveles de fertilización en papa (*sollanum tuberosum* ssp, Andigena) DIACOL Capiro en un suelo con propiedades andicas desanta de osos. Ed. (MADR), Rev. Corporación de investigaciones agropecuarias CORPOICA C. Rionegro, ASOHOFrucol y FEDEPAPA. 34-43p.
62. Quintero, F; Gil, V; Ríos, L; Martínez, M y Díaz, M. 2006. El Fitomejoramiento participativo del frijol y su impacto en la introducción de caracteres positivos a los sistemas agrícolas de Villa Clara.

63. Reyes, R. R; Padilla, B. L. E; Pérez, O. V y López, P. J. 2008. Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. Revista Investigación Científica, Vol. 4, No. 3, Nueva época, Universidad Autónoma de Zacatecas, México. 21p.
64. Ríos B; M. J. 2003. Mejoramiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L). En: CIAT. Resúmenes sobre frijol. 17 (1): 37p.
65. Rodríguez, Odile, Chaveco, O; Ortiz, R; Ponce M; Ríos, H; Miranda, Sandra; Días, O; Portelles, Y. Torres, R. y Cedeño L. 2009. Evaluación del comportamiento de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.).
66. Sadeghian K.S. 1991. Influencia de algunas características de las semillas y plántulas de frijol sobre la tolerancia a baja disponibilidad de P en el suelo. Tesis Ing. Agrónomo. Palmira. Universidad Nacional de Colombia. En: CIAT. Resúmenes sobre Frijol. 16 (2).
67. Salinas, M. Y, L. Rojas, H. L, E. Sosa, M. y P. Pérez, H. 2005. «Composición de antocianinas en variedades de frijol negro (*Phaseolus vulgaris*, L.) Cultivadas en México», Rev. Agrociencia, 39 (4): 385–394p.
68. Serrano, J. y I. Goñi 2004. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. Rev. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 54 (1): 36–46p.
69. Socorro, M, Martin, W. 1998. Granos. Instituto Politécnico Nacional. Mp.
70. Souza, E. D; Carneiro, M. A. C. e Paulino, H. B. 2005. Atributos físicos de un Neosuelo Quartzarénico y un Latosol rojo bajo diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Brasilia, v. 40, p. 1135-1139.
71. Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones UPS. FUNDAGRO. Quito, Ecuador.
72. Ulloa JA, Ulloa PR, Ramírez RJC, Ulloa RBE. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*, L): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. Revista Fuente. Julio – septiembre: 5-9p.
73. Varisai-Mohamed, S, Sung JM, Jeng TL, Wang C. S. 2006. Organogenesis of (*Phaseolus vulgaris*, L): high efficiency of adventitious shoot regeneration from etiolated seedlings in the presence of N6- benzylaminopurine and thidiazuron. Plant Cell Tissue and Organ Culture 86 (2): 187-199p.

74. Varnero, M.T. 2001. Desarrollo de substratos orgánicos: Compost y bioabonos. Publicaciones misceláneas forestales. Universidad de Chile. Junio. 21-29p.
75. Vázquez, P. Y; Peña, P. E; Velásquez, P. F; Peña, P. E. R. 2014. Fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) bajo diferentes frecuencias de riego en un suelo Fersialítico pardo rojizo típico del norte de Las Tunas. Innovación Tecnológica. (1) enero-marzo (ISSN 1025-6504). 20p.
76. Voysest, V. O. 2000. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). Centro Americano de Agricultura. Mejoramiento del frijol por introducción y selección / O. Voysest (2000) en su obra "Mejoramiento genético del frijol común Voysest / frijol: Investigación y producción. Cali. CIAT: p. 82-106.

## ANEXOS 1

### Etapas del desarrollo del cultivo en el ensayo



Germinación de las plantas



Etapas de floración y formación de vainas



Etapa de precosecha, máxima formación de vainas y maduración



Etapas de cosecha

## ANEXO 2

### Resultados de los análisis Estadísticos

Nueva: 12/03/2017 - 10:35:25

#### Análisis de la varianza

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|
| <b>Alt1</b> | 15 | 0,92           | 0,89              | 2,89 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F     | Valor p |
|--------------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo       | 34,27 | 4  | 8,57 | 30,24 | <0,0001 |
| Tratamientos | 34,27 | 4  | 8,57 | 30,24 | <0,0001 |
| Error        | 2,83  | 10 | 0,28 |       |         |
| Total        | 37,10 | 14 |      |       |         |

#### Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,2833 gl: 10

| Tratamientos | Medias | n |   |   |   |
|--------------|--------|---|---|---|---|
| 5            | 16,00  | 3 | A |   |   |
| 3            | 18,00  | 3 |   | B |   |
| 2            | 18,00  | 3 |   | B |   |
| 4            | 19,67  | 3 |   |   | C |
| 1            | 20,33  | 3 |   |   | C |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

#### Análisis de la varianza

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|
| <b>Alt2</b> | 15 | 0,84           | 0,77              | 2,99 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F     | Valor p |
|--------------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo       | 35,07 | 4  | 8,77 | 12,99 | 0,0006  |
| Tratamientos | 35,07 | 4  | 8,77 | 12,99 | 0,0006  |
| Error        | 6,75  | 10 | 0,67 |       |         |
| Total        | 41,81 | 14 |      |       |         |

#### Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,6747 gl: 10

| Tratamientos | Medias | n |   |   |   |   |
|--------------|--------|---|---|---|---|---|
| 5            | 25,00  | 3 | A |   |   |   |
| 1            | 26,67  | 3 |   | B |   |   |
| 3            | 27,67  | 3 |   | B | C |   |
| 4            | 28,67  | 3 |   |   | C | D |
| 2            | 29,33  | 3 |   |   |   | D |

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

#### Análisis de la varianza

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|
| <b>Alt3</b> | 14 | 0,92           | 0,88              | 1,09 |



**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

| F.V.   | SC    | gl | CM   | F     | Valor p |
|--------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 23,33 | 4  | 5,83 | 24,76 | 0,0001  |
| Trat   | 23,33 | 4  | 5,83 | 24,76 | 0,0001  |
| Error  | 2,12  | 9  | 0,24 |       |         |
| Total  | 25,45 | 13 |      |       |         |

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,2356 gl: 9

| Trat | Medias | n |   |   |   |
|------|--------|---|---|---|---|
| 5    | 43,03  | 3 | A |   |   |
| 3    | 43,40  | 3 | A |   |   |
| 2    | 44,70  | 2 |   | B |   |
| 1    | 45,53  | 3 |   | B | C |
| 4    | 46,33  | 3 |   |   | C |

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Alt4     | 15 | 0,98           | 0,97              | 1,38 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

| F.V.   | SC     | gl | CM    | F     | Valor p |
|--------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 281,43 | 4  | 70,36 | 99,19 | <0,0001 |
| Trat   | 281,43 | 4  | 70,36 | 99,19 | <0,0001 |
| Error  | 7,09   | 10 | 0,71  |       |         |
| Total  | 288,52 | 14 |       |       |         |

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,7093 gl: 10

| Trat | Medias | n |   |   |   |
|------|--------|---|---|---|---|
| 5    | 53,00  | 3 | A |   |   |
| 2    | 61,10  | 3 |   | B |   |
| 1    | 62,77  | 3 |   |   | C |
| 3    | 64,00  | 3 |   |   | C |
| 4    | 65,23  | 3 |   |   | D |

**Análisis de la varianza**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Nodulos  | 15 | 0,99           | 0,99              | 3,07 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

| F.V.   | SC     | gl | CM     | F      | Valor p |
|--------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 930,67 | 4  | 232,67 | 268,46 | <0,0001 |
| Trat   | 930,67 | 4  | 232,67 | 268,46 | <0,0001 |
| Error  | 8,67   | 10 | 0,87   |        |         |
| Total  | 939,33 | 14 |        |        |         |

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,8667 gl: 10

| Trat | Medias | n |   |   |
|------|--------|---|---|---|
| 5    | 15,00  | 3 | A |   |
| 3    | 31,67  | 3 |   | B |

|   |       |   |   |   |
|---|-------|---|---|---|
| 2 | 33,00 | 3 | B |   |
| 1 | 35,00 | 3 |   | C |
| 4 | 37,00 | 3 |   | D |

#### Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Vainas   | 15 | 0,89           | 0,84              | 7,85 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

| F.V.   | SC    | gl | CM    | F     | Valor p |
|--------|-------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 69,07 | 4  | 17,27 | 19,92 | 0,0001  |
| Trat   | 69,07 | 4  | 17,27 | 19,92 | 0,0001  |
| Error  | 8,67  | 10 | 0,87  |       |         |
| Total  | 77,73 | 14 |       |       |         |

#### Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,8667 gl: 10

| Trat | Medias | n |   |   |   |
|------|--------|---|---|---|---|
| 5    | 9,00   | 3 | A |   |   |
| 2    | 10,00  | 3 | A |   |   |
| 3    | 12,33  | 3 |   | B |   |
| 1    | 13,00  | 3 |   | B |   |
| 4    | 15,00  | 3 |   |   | C |

#### Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Granos   | 15 | 0,65           | 0,51              | 2,41 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

| F.V.   | SC   | gl | CM   | F    | Valor p |
|--------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0,37 | 4  | 0,09 | 4,62 | 0,0227  |
| Trat   | 0,37 | 4  | 0,09 | 4,62 | 0,0227  |
| Error  | 0,20 | 10 | 0,02 |      |         |
| Total  | 0,57 | 14 |      |      |         |

#### Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 0,0200 gl: 10

| Trat | Medias | n |   |   |   |
|------|--------|---|---|---|---|
| 5    | 5,57   | 3 | A |   |   |
| 2    | 5,90   | 3 |   | B |   |
| 3    | 5,93   | 3 |   | B |   |
| 1    | 5,97   | 3 |   | B |   |
| 4    | 6,00   | 3 |   |   | B |

#### Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| masa G   | 15 | 0,97           | 0,95              | 1,32 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

| F.V.   | SC    | gl | CM    | F     | Valor p |
|--------|-------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 72,14 | 4  | 18,03 | 72,91 | <0,0001 |

|       |       |    |       |       |         |
|-------|-------|----|-------|-------|---------|
| Trat  | 72,14 | 4  | 18,03 | 72,91 | <0,0001 |
| Error | 2,47  | 10 | 0,25  |       |         |
| Total | 74,61 | 14 |       |       |         |

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,2473 gl: 10

| Trat | Medias | n |   |   |   |
|------|--------|---|---|---|---|
| 5    | 35,00  | 3 | A |   |   |
| 2    | 35,50  | 3 | A |   |   |
| 3    | 38,07  | 3 |   | B |   |
| 1    | 38,40  | 3 |   | B |   |
| 4    | 41,07  | 3 |   |   | C |

**Análisis de la varianza**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Rendmtos | 15 | 0,98           | 0,97              | 3,33 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

| F.V.   | SC   | gl | CM      | F      | Valor p |
|--------|------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 1,82 | 4  | 0,46    | 118,32 | <0,0001 |
| Trat   | 1,82 | 4  | 0,46    | 118,32 | <0,0001 |
| Error  | 0,04 | 10 | 3,8E-03 |        |         |
| Total  | 1,86 | 14 |         |        |         |

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 0,0038 gl: 10

| Trat | Medias | n |   |   |   |
|------|--------|---|---|---|---|
| 2    | 1,45   | 3 | A |   |   |
| 5    | 1,48   | 3 | A |   |   |
| 1    | 2,00   | 3 |   | B |   |
| 3    | 2,01   | 3 |   | B |   |
| 4    | 2,37   | 3 |   |   | C |