

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**EFFECTO DE CALDOS MINERALES Y BIOFERTILIZANTES ORGÁNICOS EN  
EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)**

**POR:**

**JOSUÉ TRINIDAD SUAZO PACHECO**

**TESIS**



**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**DICIEMBRE, 2013**

**EFFECTO DE CALDOS MINERALES Y BIOFERTILIZANTES ORGÁNICOS EN  
EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*).**

**POR:**

**JOSUÉ TRINIDAD SUAZO PACHECO**

**M Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS**

Asesor Principal

**TESIS**

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

**DICIEMBRE, 2013**

## **DEDICATORIA**

A DIOS.  
A MIS PADRES.  
A TODA LA CLASE C 13.

## **AGRADECIMIENTO**

A MIS PADRES POR HABERME TRAÍDO AL MUNDO Y AYUDARME A SOBREVIVIR EN ÉL.

A MIS ASESORES POR HABERME AYUDADO A REALIZAR ESTA INVESTIGACIÓN.

A TODOS MIS CATEDRÁTICOS QUE AYUDARON A MI FORMACIÓN ACADÉMICA.

## CONTENIDO

|                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA .....                                            | ii   |
| AGRADECIMIENTO.....                                          | iii  |
| CONTENIDO .....                                              | iv   |
| LISTA DE CUADROS.....                                        | vi   |
| LISTADE FIGURAS.....                                         | vii  |
| LISTA DE ANEXO .....                                         | viii |
| RESUMEN .....                                                | ix   |
| I INTRODUCCIÓN .....                                         | 1    |
| II OBJETIVOS .....                                           | 3    |
| 1.1 General.....                                             | 3    |
| 2.2 Especifico .....                                         | 3    |
| IV REVISIÓN DE LITERATURA.....                               | 4    |
| 4.1 Historia de la agricultura .....                         | 4    |
| 4.1.1 Impacto del uso de agroquímicos en la agricultura..... | 5    |
| 4.2 Enfoque de producción sostenible .....                   | 6    |
| 4.2.1 La agroecología.....                                   | 7    |
| 4.2.2 Agricultura sostenible en Honduras.....                | 7    |
| 4.3 Uso de biofertilizantes en la agricultura .....          | 8    |
| 4.3.1 Proceso de fermentación anaeróbica.....                | 9    |
| 4.3.2 El proceso de quelatación.....                         | 10   |
| 4.4 Caldos minerales .....                                   | 11   |
| 4.5 Microorganismos del suelo.....                           | 12   |
| 4.6 Humus.....                                               | 13   |
| 4.6.1 Sustancias húmicas en el suelo .....                   | 13   |
| 4.7 Cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) .....    | 14   |
| 4.7.1 Plagas del cultivo .....                               | 15   |

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| 4.7.2 Enfermedades del cultivo.....          | 16        |
| <b>V MATERIALES Y METODOS .....</b>          | <b>17</b> |
| 5.1 Ubicación del ensayo.....                | 17        |
| 5.2 Materiales y equipos .....               | 17        |
| 5.3 Manejo del experimento .....             | 17        |
| 5.3.1 La fertilización .....                 | 18        |
| 5.4 Elaboración de los biofertilizantes..... | 18        |
| 5.5 Elaboración de los caldos.....           | 19        |
| 5.6 Características del suelo .....          | 19        |
| 5.7 Análisis y diseño experimental.....      | 19        |
| 5.7.1 Variables a evaluar .....              | 20        |
| 5.7.2 Análisis económico de costos .....     | 22        |
| 5.7.3 Análisis estadístico.....              | 22        |
| 5.7.4 Análisis foliar .....                  | 23        |
| <b>VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>       | <b>24</b> |
| 6.1 Variables agronómicas .....              | 24        |
| 6.2 Variables de rendimiento .....           | 25        |
| 6.3 Variables del suelo .....                | 31        |
| <b>VII CONCLUSIÓN .....</b>                  | <b>36</b> |
| <b>VIII RECOMENDACIONES.....</b>             | <b>37</b> |
| <b>IX BIBLIOGRAFIA.....</b>                  | <b>38</b> |
| <b>X ANEXOS.....</b>                         | <b>46</b> |

## LISTA DE CUADROS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Descripción de tratamientos a evaluar.....                                   | 20 |
| <b>Cuadro 2.</b> Contrastes ortogonales establecidos. ....                                    | 23 |
| <b>Cuadro 3.</b> Mesofauna del suelo expresada en m <sup>2</sup> .....                        | 32 |
| <b>Cuadro 4.</b> Análisis químico de los biofertilizantes artesanales. ....                   | 33 |
| <b>Cuadro 5.</b> Análisis foliares de los distintos tratamientos en el cultivo de frijol..... | 34 |
| <b>Cuadro 6.</b> Costos por aplicación de los tratamientos expresados en hectarea .....       | 35 |

## LISTADE FIGURAS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Altura de planta 15, 30 y 45 días en el cultivo de frijol. ....                 | 25 |
| <b>Figura 2.</b> Vainas por planta en el cultivo de frijol por tratamiento. ....                 | 26 |
| <b>Figura 3.</b> Peso de 100 granos en el cultivo de frijol por tratamiento. ....                | 27 |
| <b>Figura 4.</b> Interacción entre biofertilizantes orgánicos y caldos minerales. ....           | 28 |
| <b>Figura 5.</b> Rendimiento en Kg/Ha en el cultivo de frijol por tratamiento. ....              | 29 |
| <b>Figura 6.</b> % de pérdidas de plantas por tratamiento. ....                                  | 30 |
| <b>Figura 7.</b> Ataque de plagas, aborto de flores y enfermedades en el cultivo de frijol. .... | 30 |
| <b>Figura 8.</b> Daños ocasionados por la gallina ciega al cultivo de frijol.....                | 31 |

## LISTA DE ANEXO

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> Análisis de suelo finca agroecológica UNA.....                   | 46 |
| <b>Anexo 2.</b> Cantidad de fertilizante químico a aplicar por zona. ....        | 47 |
| <b>Anexo 3.</b> Cronograma de actividades. ....                                  | 47 |
| <b>Anexo 4.</b> ANAVA para la variable vainas por planta.....                    | 48 |
| <b>Anexo 5.</b> ANAVA para la variable granos por vaina.....                     | 48 |
| <b>Anexo 6.</b> ANAVA para la variable peso de 100 granos. ....                  | 48 |
| <b>Anexo 7.</b> Contrastes ortogonales para la variable peso de 100 granos. .... | 49 |
| <b>Anexo 8.</b> ANAVA para la variable rendimiento.....                          | 49 |
| <b>Anexo 9.</b> ANAVA para la variable días a floración.....                     | 49 |
| <b>Anexo 10.</b> ANAVA para la variable días a madures fisiologica.....          | 50 |
| <b>Anexo 11.</b> ANAVA para la variable altura de planta 15 días. ....           | 50 |
| <b>Anexo 12.</b> ANAVA para la variable altura de planta 30 días. ....           | 50 |
| <b>Anexo 13.</b> ANAVA para la variable altura de planta 45 días. ....           | 50 |
| <b>Anexo 14.</b> Costo por litro de biofertilizante.....                         | 51 |
| <b>Anexo 15.</b> Costo por litro de caldo mineral .....                          | 52 |

**SUAZO PACHECO, JT. 2013.** Efecto de caldos minerales y biofertilizantes orgánicos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. Pág. 62

## RESUMEN

En la finca agroecológica de la Universidad Nacional de Agricultura, se realizó el estudio de fertilización orgánica en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Se utilizó tres biofertilizantes (Supermagro, Multimineral y Agrohumus) en combinación con dos caldos minerales (Visoza y Bordelés) y un testigo químico. Se evaluaron siete tratamientos distribuidos en estructura factorial AxB+1, con un diseño en bloques completos al azar. Las variables evaluadas: días a floración, días a madurez fisiológica, altura de planta, número de vainas, granos por vaina, peso de 100 granos, rendimiento, presencia de plagas y enfermedades, densidad aparente y meso fauna del suelo. Para conocer la adsorción de nutrientes se realizó un análisis foliar a cada tratamiento evaluado, además un análisis químico para cada biofertilizante. No se realizó la relación beneficio costo por parcela debido a las pérdidas de un alto porcentaje de plantas en los tratamientos. Los días a floración (P 0.7079), la madurez fisiológica (P 0.3055), la altura de planta (P 0.1352) y número de granos por vaina (P 0.4750) no presentaron diferencia estadística en cuanto a los tratamientos. El número de vainas por planta (P 0.006) presentó diferencia entre los biofertilizantes orgánicos y el testigo químico, para los orgánicos el que mayor resultado obtuvo fue al combinar supermagro+visosa. El peso de 100 granos (P 0.0242<0.05) presentó diferencia para los productos orgánicos y el testigo químico, siendo el supermagro+visosa el que mayor peso obtuvo. El rendimiento (P 0.0093<0.05) presentó diferencia estadística, el supermagro+visosa fue el que mayor rendimiento obtuvo. Las plagas presentadas fueron Tortuguilla (*diabrotica balteata sp*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y la gallina ciega (*Phyllotropa sp*), y las enfermedades que se presentaron fueron el virus del mosaico común en frijol (solo en el tratamiento químico) y la mustia hilachosa (todos los tratamientos). La alta incidencia de estas en el experimento ocasionaron perdidas entre el 20 al 80% de los rendimientos. Las condiciones del suelo durante el experimento se mantuvieron con una densidad aparente de 2.44 gr/cm<sup>3</sup>, y la mesofauna del suelo se caracterizó por la presencia de lombrices, gallina ciegas y cien pies en las parcela. En cuanto al análisis económico, el supermagro+bordelés presentó los costos más bajos en comparación a los demás tratamientos. La utilización de productos orgánicos ayuda a la producción de alimentos sanos, debido a que su elaboración es fácil y con materiales que el suelo ya conoce, y resulta ser una alternativa para el pequeño productor por su bajo costo de aplicación. No obstante es necesario llegar a un equilibrio ecológico en la parcela para lograr un efecto significativo de estos.

**Palabras claves:** Caldos minerales, Biofertilizantes, Frijol.

## **I INTRODUCCIÓN**

La agricultura implementada por nuestros antepasados consistía en la observación de la naturaleza. Estos obtuvieron resultados favorables a través de las diferentes prácticas que realizaban. Después de la colonización surgieron dos nuevos tipos de agricultura la ecológica y la convencional. La ecológica consistía en aplicar principios ecológicos en la producción. La convencional surgió a través de las dos grandes revoluciones como ser la industrial y la agrícola, las cuales dieron origen a un modelo que aún se conserva como ser la revolución verde.

La revolución verde se caracteriza por el uso de monocultivos a gran escala, uso intensivo de insumos químicos sintéticos, alto grado de mecanización, alta dependencia con el mercado y uso de semilla genéticamente modificada (Queiros s.f). Esta agricultura fue impulsada con el objetivo de aumentar la producción de alimentos y mitigar el hambre a nivel mundial.

La revolución verde ha dejado grandes problemas ambientales como ser a los suelos, aguas y a la salud humana. Por la problemática narrada, se ha propuesto el modelo de agricultura sostenible, enfocado en las buenas prácticas de suelo y la utilización de biofertilizantes, bioplaguicidas y bioestimulantes (Chirinos 2006). La agricultura orgánica se orienta hacia la producción de alimentos sanos, libres de venenos sin degradar los ecosistemas (Restrepo 2007).

Los biofertilizantes son sustancias nutritivas que poseen microorganismos, producen hormonas de crecimiento vegetal mejorando la calidad de los suelos, no contaminan el medio ambiente, y proporcionan protección frente a microorganismos fitopatógenos.

Para mejorar el efecto de los biofertilizantes son acompañados de caldos minerales. Estos son sustancias que nutren a la planta, bloquean metales pesados, estimulan el crecimiento de raíces, actúan como acaricida, fungicida y estimulan la síntesis de proteínas (Restrepo 2007).

Los caldos minerales son eficientes para mejorar las condiciones de los suelos, regulan la acidez del suelo, estimulan la reproducción de microorganismos transformadores de nutrientes para que sean asimilables por las plantas.

Este documento presenta el trabajo realizado con biofertilizantes y caldos minerales en el cultivo de frijol. Mostrando que la agricultura orgánica es una alternativa de producción que puede llegar a mejorar la calidad de vida de los productores y la conservación de los recursos naturales.

## II OBJETIVOS

### 1.1 General

- ✓ Determinar el efecto de la aplicación de caldos minerales y biofertilizantes a base de estiércol de vaca fermentado en el comportamiento agronómico del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

### 2.2 Especifico

- ✓ Evaluar la respuesta de la aplicación de los caldos minerales en combinación con tres biofertilizantes en las características agronómicas y económicas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).
- ✓ Determinar el efecto de la aplicación de los tratamientos en la presencia y severidad de plagas y enfermedades del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*).
- ✓ Evaluar los cambios generados en las propiedades físicas del suelo, en cuanto a densidad aparente de tres meses de la aplicación de compost.

## IV REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Historia de la agricultura

Las culturas prehispánicas en América cultivaban y dependían de un sin número de plantas como maíz, frijol, calabazas, chayotes y papa. En la actualidad estos cultivos constituyen el 40% de la producción mundial de alimentos.

En las épocas prehispánicas los sistemas de producción se caracterizaban por las diversas prácticas utilizadas como los andenes o terrazas fertilizados con guano (estiércol) de animales domésticos y otros restos de materiales orgánicos como cabezas de pescado. También utilizaban los barbechos, asociación y rotación de cultivos para preservar la fertilidad del suelo, el manejo de calendarios agrícolas que obedecían a los ciclos biológicos de los cultivos y la observación del ciclo lunar, solar y de algunos planetas (studer sf).

Desde el periodo de la colonización se ha venido separando a los indígenas del equilibrio que tenían sus cultivos con la naturaleza, imponiéndose el modelo extraccionista importado de Europa. El modelo extraccionista permitió el paso al sistema capitalista moderno que se ha caracterizado por las invenciones tanto de implementos agrícolas como arados, cosechadoras y la instalación de las famosa estaciones experimentales agropecuarias (Saín *et al* 2009).

Luego hay otro periodo que comienza con la conocida revolución verde que es el ejemplo de un "modelo exitoso" y del mejoramiento genético como su principal instrumento para mejorar la productividad y producción de alimentos. Esta fue impulsada mediante el desarrollo de nuevas variedades, aplicación de fertilizantes, riego y el uso de plaguicidas. Este modelo tuvo una crisis en los años 60 por las múltiples demandas de las sociedades por su impacto sobre el medio ambiente (IICA 2009).

#### **4.1.1 Impacto del uso de agroquímicos en la agricultura**

La utilización de productos químicos en la agricultura representó un aumento de la producción agrícola (Fernández *et al* 2003). Según la USDA (s.f) la producción de alimentos a nivel mundial se incrementó más de 100%, esto fue debido al desarrollo tecnológico o la revolución verde, la cual consiste en la aplicación a la producción agrícola el uso de semillas genéticamente mejoras, fertilizantes químicos, pesticidas y herbicidas, monocultivos.

Las tecnologías empleadas en la agricultura moderna han tenido consecuencias negativas en la salud humana como el cáncer en la piel, leucemia, mutaciones, malformaciones, alergias respiratorias, problemas gastrointestinales, dermatitis de contacto (Moreira *et al* 2000). La intoxicación masiva como la reportada a finales de los 70 donde 1500 trabajadores bananeros costarricenses se esterilizaron debido a la exposición al nematicida dibromocloropropano que se aplicó en las plantaciones bananeras (Soto 2009).

En cuanto a los problemas ambientales generados están la “eutrofización” de las aguas subterráneas y superficiales provocado por el enriquecimiento de nutrientes y aumento en la producción de algas y macrofitas lo que genera el deterioro y contaminación de las aguas (Ryding *et al.*, 1992). La industria agrícola genera residuos sólidos, líquidos y gaseosos que se depositan sobre los suelos y el efecto suele ser reducido en el espacio pero persistente en el tiempo como ser los residuos de nematicidas o fertilizantes en los suelos (Crosara 2009). Según López (2002) las actividades de producción agrícola impactan los sistemas naturales alterando procesos de transporte (erosión hídrica y eólica, escurrimiento superficial, infiltración del agua en el suelo) y transformación (química, física y biológica), alteraciones que a su vez afectan la subsecuente generación y descarga de desechos.

## 4.2 Enfoque de producción sostenible

Los principios de la agricultura sostenible están basados en la complejidad, la planeación agropecuaria, el equilibrio ecológico, conocimiento tanto campesino como académico y la administración para poder producir alimentos sanos que a la vez sean rentables (Restrepo 2002).

La agricultura sostenible se define como la agricultura que produce alimentos conservando los recursos que se extraen del medio ambiente y garantizando la viabilidad económica para mejorar la calidad de vida de las zonas agrícolas (Unión Europea 2012). Según Altieri *et al* (s.f) está ligada al medio ambiente y más sensible socialmente, centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción en el cual el cultivo es un ecosistema dentro del cual los procesos ecológicos que ocurren en otras formaciones vegetales, tales como ciclos de nutrientes, interacción de depredador/presa y competencia.

La agricultura sostenible es el sector de más rápido crecimiento en la última década en el mundo, alcanzando tasas de crecimiento promedio anuales de 23% en Estados Unidos (Muschler y Soto 2001). En los países en desarrollo, los sistemas sostenibles producen 2.7 veces más por hectárea que los sistemas convencionales. En los países desarrollados, se obtienen los mismo rendimientos que en los sistemas convencionales (Badgley *et al.*, 2007).

Esta nueva agricultura se orienta hacia la producción de alimentos sanos, libres de venenos (insecticidas, funguicidas, herbicidas, nematicidas, formícidas), sin contaminar el medio ambiente, eliminando todos los insumos y prácticas que los perjudiquen para producir alimentos económicos, accesibles a la población y nutricionalmente equilibrados (Restrepo 2007). La agricultura sostenible se fundamenta en una concepción integral del manejo de los recursos naturales por el hombre, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y sostenibles,

#### **4.2.1 La agroecología**

Es la unión de dos ciencias como ser la ecología y la agronomía, una considerada como teórica y la otra considerada como práctica, creando así la ecología de cultivos que estudiaba las condiciones físico-ambientales donde crecían los cultivos para poder determinar los mejores sitios para cultivar (Gliessman 2002).

La agroecología está basada en la agricultura tradicional o local a pequeña escala integrando la ecología, socioeconomía y la cultura para poder lograr la sostenibilidad y un medio ambiente sano, teniendo en cuenta los recursos naturales para depender menos de los insumos artificiales. La aplicación de los principios ecológicos a la agricultura lo cual le provee del conocimiento y la metodología necesaria para que sea ambientalmente adecuada, altamente productiva y económicamente viable (Gliessman 2002).

#### **4.2.2 Agricultura sostenible en Honduras**

La producción y comercialización de productos orgánicos en Honduras ha ido en aumento, cada vez más productores deciden cambiar su producción de convencional a sostenible debido a la alternativa para expandir su oferta de productos. Sin embargo, la estimulación a la producción y comercialización de estos productos es insuficiente o casi nula ya que las instituciones tanto públicas como privadas relacionadas, no le han dado el fomento necesario para impulsar este tema de manera exitosa (Saín *et al* 2009).

Según Murillo *et al* (2010) Honduras cuenta con 54 empresas para la producción orgánica. Estas empresas abarcan un área de 5,897 hectáreas de producción agrícola certificada, es decir un 0.16% del área agrícola total. El cultivo de café es el más avanzado en la producción orgánica hondureña. Hay un 65% de productores certificados. Otros productos orgánicos que se cultivan en Honduras son: piña, mango, banano, naranja, limón, pitahaya, maracuyá y mora entre otras, con un 21.6% de las empresas productoras certificadas de Honduras, seguido por nuez de marañón con un 5.4% (CIMS 2005).

### 4.3 Uso de biofertilizantes en la agricultura

Los biofertilizantes son productos a base de microorganismos, que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas, y que al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial, son capaces de solubilizar nutrientes a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica (Martínez *et al.*, 2010). El proceso de un biofertilizante es mediante la fermentación la cual ocurre sin presencia de oxígeno (anaeróbica). Esta se origina a partir de la intensa actividad de los microorganismos que transforman los materiales orgánicos y producen vitaminas, ácidos y minerales complejos, indispensables para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta. (PCAC 2008).

Dentro de los biofertilizantes se destacan las bacterias rizosfericas y los hongos, los cuales aumentan la disponibilidad de nutrientes debido a que solubilizan elementos minerales, estimulan el crecimiento vegetal e intervienen en el control de patógenos mediante mecanismos de antibiosis (Guerrero 1996). La composición del biofertilizante en promedio tiene un 8.5% de materia orgánica, 2.6% de nitrógeno, 1.5% de fósforo, 1.0% de potasio y un pH de 7.5 (Botero y Thomas, 1987). De acuerdo a Mandujano (1981), un metro cúbico de biofertilizante producido y aplicado diariamente, puede fertilizar más de dos hectáreas de tierra por año y proporcionar hasta 200 kg N ha<sup>-1</sup> de los que estarán disponibles en el primer año entre 60 y 70 kg.

Según Restrepo (2007) los biofertilizantes actúan en el interior de las plantas, fortalecen el equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, estas moléculas están presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo, también están enriquecidos con nutrientes que recuperan y reactivar la vida del suelo y fortalecen la fertilidad de las plantas.

#### 4.3.1 Proceso de fermentación anaeróbica

La biometanización o proceso anaerobio es la degradación de la materia orgánica, por medio de una fermentación bacteriana productora de metano y en ausencia de oxígeno. Aquí ocurre una transformación enzimática de moléculas en compuestos más simples y aptos para estar disponibles como fuente de energía y de carbono (Cortes 2006). El proceso de fermentación anaeróbica se divide en tres etapas que son la Hidrolisis, Acetogenica y metanogenica:

La hidrolisis consiste en hidrolizar moléculas complejas (proteínas, hidratos de carbono y lípidos) a través de enzimas producidas por los microorganismos ácido génicos, como resultado se producen compuestos solubles más sencillos (aminoácidos, azúcares y ácidos grasos) (Ortega 2006). Según Muños *et al.*, (2004) las bacterias que producen la hidrolisis son muy numerosas y realizan actividades enzimáticas sobre los polímeros orgánicos, desdoblándolos en los correspondientes monómeros estos experimentan enseguida, procesos de fermentación ácida que origina productos tales como acetatos, propionatos, butiratos y, en menor proporción, anhídrido carbónico e hidrógeno.

La segunda etapa es la acetogenica en la cual inicia el trabajo de las bacterias formadoras de ácido, estas transforman los productos de la primera etapa en ácidos orgánicos, siendo los más importantes, el acético, propiónico, láctico, fórmico, entre otros, por la acción de bacterias acetogénicas (Carillo 2003).

En la metanogenica participan una gran variedad de microorganismos los cuales producen metano, bióxido de carbono y otros compuestos, a los cuales una parte del carbono que poseen lo oxidan completamente formando anhídrido carbónico y a la otra parte lo reducen en alto grado para formar metano siendo estables ambos compuestos (Guevara *et al* 1996). Según CEPIS (2004) las tasas de crecimiento de los microorganismos metanogénicos son cinco veces menores que los microorganismos de las primeras dos fases anteriores por ello serán los que limitarán el proceso de degradación anaerobia. Las bacterias metánicas constituyen los organismos clave de la digestión anaerobia. Se desarrollan más lentamente y

son más sensibles a las variaciones del medio, que los organismos productores de ácidos (Muños *et al.*, 2004).

#### 4.3.2 El proceso de quelatación

Un quelato es un compuesto donde un nutriente metálico es ligado a un agente quelatante orgánico, cuando un ion metálico se combina con un donador de electrones, se forma un compuesto complejo o de coordinación. Si la sustancia que se combina con el metal contiene dos o más grupos donadores, de tal manera que forman uno o más anillos, entonces la estructura que resulta es un compuesto quelado o quelato y al donador se le denomina agente quelante (Pérez 1959).

Según Vanegas (s.f) los quelatos orgánicos funciona de igual manera que los quelatos sintéticos, ya que el agente quelatante neutraliza la carga eléctrica del metal, lo que le permite penetrar fácilmente a la planta a través de su cutícula. Quelatos de Ca, Mg y Fe hechos por microorganismos logra desestabilizar el P mineral y lo hace soluble. Los microorganismos producen y liberan algunos ácidos orgánicos que reaccionan con aniones fijados, lo que permite su solubilidad. Los microorganismos que actúan en la solubilización ocupan el 10% de la población del suelo se encuentran en la rizosfera y algunos géneros son: *Pseudomonas putida*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus subtilis* *Thiobacillus*, *Penicillium bilaji*, *Aspergillus niger*. (Ocuña s.f).

**A. SúperMagro:** Es un biofertilizante líquido usado como abono foliar y preventivo natural de plagas y enfermedades, puede ser utilizado para múltiples cultivos sean de ciclo corto todo tipo de hortalizas, anuales, pastizales, plantas ornamentales, frutales, entre otros (Aliaga, s.f). Como desventajas del Supermagro se puede observar el costo del barril y de las sales minerales. Si bien este no es muy alto, puede suceder que las sales sean difíciles de conseguir, o que haya que organizarse en grupos para poder comprarlas, o que sea necesario averiguar cuáles son los minerales posibles de conseguir en cada zona (CEUTA 2006).

Nolasco (2012) utilizó el biofertilizante supermagro y obtuvo resultados favorables en el diámetro de cabeza (12.56 cm), días de cosecha (54 días), peso de cabeza (736.54 gr) y rendimiento (41,511 kg/ha) en el cultivo de lechuga aplicando el supermagro en combinación con el caldo sulfocalcio.

#### 4.4 Caldos minerales

Los caldos minerales son soluciones que nutren a la planta, bloquean metales pesados, estimulan el crecimiento de raíces, actúan como acaricidas, fungicida y estimulan la síntesis de proteínas (Félix *et al* 2008). Los caldos que son utilizados en la producción orgánica ayudan a mejorar las condiciones de los suelos, estimulando la reproducción de microorganismos transformadores de nutrientes, de modo que los mismos sean fácilmente asimilados por las plantas (Gómez *et al* 2011).

Los caldos minerales se consideran una alternativa dentro del manejo integrado de problemas fitosanitarios MIPF, en los sistemas de producción agrícola. Mediante la utilización de estos caldos minerales podemos lograr, no solo la disminución de costos en la producción, por la disminución del uso de plaguicidas químicos, sino la protección de nuestros recursos naturales, el ambiente, la salud y la vida humana, por los efectos negativos que se generan con la utilización de agroquímicos (Echeverri 2012).

**A. Caldo Bordeles:** Se utiliza para corregir deficiencias nutricionales de cobre y calcio, pero principalmente para el control de enfermedades fungosas y bacteriales en hortalizas, frutales y otros cultivos. Es una alternativa para reducir costos de producción y producir alimentos más sanos (Urbina *et al.*, s.f). Para enfermedades de la cebolla, ajo, tomate y remolacha se recomienda la dilución 3:1, Para el frijol, el repollo, el pepino, el zapallo, el café y el plátano, se recomienda la dilución 1:1 y 2:1, para el tomate y la papa, después de que las plantas tengan 30 centímetros de altura se recomienda aplicarlo gradualmente con intervalos que pueden variar entre 7 y 10 días con el preparado puro o con una dilución de 2:1. (Echeverri 2012).

Monzón (2003) realizó estudios con el caldo bordelés obtuvo buenos resultados en la mayor cantidad de nudos productivos en plantas de café, pero no fue eficiente en el control de la antracnosis debido a que la mayor severidad se presentó en las plantas de café tratadas con este caldo. Otro estudio realizado por OIRSA (2003) obtuvo resultados satisfactorios en el control de mildius, roya y botrytis en el cultivo de mora utilizando el caldo bordeles al 1%.

**B. Caldo visoza:** Es un compuesto el cual lleva sulfato de cobre, cal hidratada, sulfato de zinc, Sulfato de magnesio, este caldo mineral, inicialmente fue utilizado como un novedoso fungicida para el control de la roya del café (*Hemileia vastatrix*), ha sido adaptado por los agricultores en muchos países para su aplicación no solo en sus cafetales sino en otros cultivos como las hortalizas y frutales (Velásquez 2011). Según Restrepo (2007) el caldo Visoza es una suspensión coloidal, compuesta de complejos minerales con cal hidratada (hidróxido de calcio), específicamente desarrollado para el control efectivo de la roya del café, también se utiliza en hortalizas de hojas grandes a una relación 1:1 es decir 50% de caldo y 50% de agua.

#### 4.5 Microorganismos del suelo

Los microorganismos del suelo incluyen especies muy distintas como ser bacterias en un 75%, en un 25 a 30% son hongos y en un 2 al 14% son actinomycetes, tienen características completamente diferentes y que suelen llevar a cabo diversas funciones. Algunos géneros de microorganismos han sido estudiados con gran detalle por su utilidad en lo que concierne a satisfacer las necesidades de las plantas superiores en alimentos nutritivos (Firman 1969).

Los principales agentes del suelo responsables de la mineralización son las bacterias no fotosintéticas y los hongos. Este grupo de microorganismos se les denomina en términos científicos saprofitos o descomponedores. En el suelo, no todo el material orgánico se mineraliza a la misma velocidad, aproximadamente el 75% de la materia orgánica es mineralizada por completo, mientras el 25% restante, se transforma en humus (Robledo 2007).

## **4.6 Humus**

El humus es una sustancia de coloración oscuras que resulta de la descomposición de los tejidos vegetales y animales que se encuentran en contacto con el suelo y se le atribuye gran importancia desde el punto de vista de fertilidad, este actúa como imán y hace posible que los suelos presenten una mejor estructura creando estructuras granulares que permiten un desarrollo radicular favorable (Humus 2008).

El humus en el suelo es determinante, sirve como fuente de nutrientes para el crecimiento de las plantas, modifica la naturaleza química y física del suelo, regula y determina las poblaciones microbianas y sus actividades, transforma el suelo en un sustrato favorable para el desarrollo vegetativo. El humus es el almacén de elementos esenciales para el crecimiento de las plantas especialmente el carbono e hidrogeno, fosforo, calcio, hierro, manganeso (Gras 2013).

### **4.6.1 Sustancias húmicas en el suelo**

Las sustancias húmicas son un conjunto de sustancias coloreadas de alto peso molecular formadas por procesos bioquímicos a partir de residuos de origen animal o vegetal, bastante resistentes a la degradación microbiológica o química (Pedro y Gara 2008). Estas se clasifican de acuerdo a su solubilidad en soluciones alcalinas y acidas obteniendo ácidos húmicos y ácidos fúlvicos (Hernández 2011).

Los ácidos húmicos son un producto relativamente estable de la composición de la materia orgánica en el suelo, constituidos por asociaciones de moléculas hidrófilicas que se estabilizan en pH neutro por fuerzas dispersivas, mientras que los ácidos fúlvicos son considerados asociaciones de pequeñas moléculas hidrófilicas que tiene bastantes grupos funcionales ácidos que permiten que los grupos fulvicos se dispersen en solución a cualquier pH (Rodríguez 2008).

#### 4.7 Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*)

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L) es un cultivo de gran importancia en la dieta diaria de la población rural y urbana de bajos ingresos de Honduras superado solamente por el maíz en consumo y producción (SAG 2010). La producción agrícola de frijol en Honduras esta geográficamente definida en siete zonas o regiones administrativas, concentrándose principalmente en las regiones Nor-Oriental (departamento de Olancho) y Centro-oriental (departamentos de Francisco Morazán y el Paraíso), las cuales aportan el 52% de la producción de frijol del país, seguidos por las regiones Nor-Occidental 16%, Occidental 12%, Centro Occidental 9%, Litoral Atlántico 8% y Sur 3% (SAG 2011).

En Honduras se siembra alrededor de 150,000 manzanas que generan una producción promedio anual de 1.8 millones de quintales con un rendimiento promedio de doce quintales por manzana (DICTA y SAG 2010). El pH óptimo para sembrar frijol fluctúa entre 6.5 y 7.5, las temperaturas optimas son de 19-25°C, la siembra se realiza a mano o con máquina sembradora, enterrando la semilla a una profundidad de dos a cuatro centímetros y se deben distribuir 11 semillas por metro lineal en surcos separados a cincuenta centímetros. Se adapta bien desde 200 hasta 1.500 msnm, el cultivo necesita entre 300 a 400 mm de lluvia para la fertilización (Anexo 2) (SAG 2004).

Anualmente la producción de frijol se realiza en dos ciclos agrícolas definidos por los patrones de precipitación de la región: la siembra de primera (mayo-agosto) y la de postrera (septiembre-diciembre), siendo las características, extensión e intensidad de producción, y sus fines, diferentes en ambas épocas. Aunque en la época de primera normalmente se registra el 70% de la precipitación anual en el país, el área dedicada a la siembra del frijol es limitada debido a que la cosecha y secado del grano se realizan en septiembre, el mes más lluvioso del año (Ramos *et al.*, 1989).

#### 4.7.1 Plagas del cultivo

**A Vaquitas o tortuguillas (*Diabrotica spp*):** Las larvas habitan el suelo y se alimentan de las raíces, y los nódulos. Si el daño ocurre durante la germinación, las hojas cotiledonarias, al abrirse, presentan perforaciones que se parecen al daño del adulto, las plantas se atrofian y se retrasan en su crecimiento. Los adultos se alimentan del follaje, dejan huecos grandes y redondos en las hojas y reducen la capacidad de fotosíntesis. También, atacan las vainas y flores del frijol. (Chavaría 2011).

Además de ser muy dañina en todos los estados vegetativos de cultivos como melón, soya, frijol, tomate, yuca, trigo, y arroz, *D. balteata* puede ser vector de varios virus del mosaico y marchitez bacteriana (*Erwinia tracheiphila*).

**B Gallina ciega (*Philophaga sp*):** La gallina ciega es la plaga del suelo de mayor importancia económica en Honduras debido a que 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, por otra parte en campos severamente afectados pueden ocurrir pérdidas hasta en un 100% entre los 7 y 10 días de la germinación (SAG 2011).

Los adultos de gallina ciega son una plaga importante que ataca al follaje de numerosos cultivos de interés económico para el hombre como ser maíz, frijol, caña de azúcar entre otros siendo las larvas las de mayor importancia económica por sus hábitos rizófagos, en ocasiones las larvas pueden matar hasta el 50% de las plantas con la consecuente disminución de la cosecha (Vicente y Sanchez 2008).

**C Mosca blanca (*Bemisia tabaci*):** La importancia de la mosca blanca se debe a su daño directo ya que los adultos y las ninfas succionan los nutrientes a través de su aparato bucal, ocasionando entre otras cosas el amarillamiento de la planta la cual detiene su crecimiento, produce poco fruto y de baja calidad (Quezada 2006). Por otra parte Ortega y González

(1989) señalan que al succionar la savia de las plantas hospederas llegan a causarles un debilitamiento que puede ocasionar su muerte, sobre todo en sembradíos con altas densidades.

#### **4.7.2 Enfermedades del cultivo**

**A Virus del mosaico común en frijol:** El virus del mosaico común en frijol (VMCF) es el patógeno viral más importante de este cultivo, debido a que puede ser transmitido en un alto porcentaje por vía mecánica, semilla y varias especies de afidos. Este virus se manifiesta en las plantas con áreas verdes claras y oscuras delimitadas por la nervadura de las hojas las cuales se enrollan hacia el envés (SAG 2011).

**B Mustia hilachosa:** Es una enfermedad transmitida por el hongo *Rhizoctonia solani* que se presenta en zonas cálidas y húmedas cuando las siembras de frijol coinciden con lluvias abundantes, las lesiones aparecen en las hojas como pequeñas manchas necróticas, posteriormente se desarrollan y forman lesiones de mayor tamaño de forma irregular, el avance de esta enfermedad seca completamente las flores, las vainas y la planta (SAG 2011).

## V MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Ubicación del ensayo

La investigación se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura, situada entre los 14°54'04" Latitud Norte, con una temperatura promedio anual 26°, precipitación pluvial de 1200 mm y una altitud de 358 msnm.

### 5.2 Materiales y equipos

Para la investigación se utilizaron semillas de frijol de la variedad carrizalito, biofertilizante supermagro, biofertilizante multimineral, biofertilizante Agrohumus, caldos mineral bordeles, caldo mineral visoza, fertilizante químicos granulado 18-46-0, Fertilizante foliar bayfolian compost, cinta de riego por goteo, bomba de mochila, cinta métrica, libreta de campo.

### 5.3 Manejo del experimento

**La preparación del terreno:** Se trazó las medidas de las unidades experimentales de 5m de ancho por 3m de largo en forma manual, y en seguida se elaboraron surcos de 30 cm de alto y 50 cm de ancho a una distancia de 60 cm entre surco.

**El control de maleza** se realizó a mano con la frecuencia según el crecimiento de estas, de igual forma el **control para plagas** se utilizó el insecticida orgánico (M5) el cual se aplicó en periodos de 1 aplicación por semana a partir de la cuarta semana después de germinado el

cultivo, para el **Riego** se monitorio el contenido de humedad del suelo para determinar la frecuencia de este y el tiempo del mismo.

### 5.3.1 La fertilización

Se incorporó en medio de cada surco abono orgánico tipo (compost) a base de estiércol de vaca a una relación de 7272 Kg/Ha para los tratamientos orgánicos y se le aplicó fórmula 18-46-0 en medio de cada surco que correspondía a los tratamientos químicos en una relación de 90 Kg/Ha.

En cuanto a la aplicación foliar de los tratamientos se utilizó la relación de un litro de biol para veinte litros de agua en el caso de los bioles artesanales, para el agrohumus se utilizó 0.4 litros en veinte litros de agua y para el testigo químico 0.1 litros en veinte litros de agua.

## 5.4 Elaboración de los biofertilizantes

**A Súpermagro:** Se realizó en un barril de 100 lt. Combinado con 40 kg de estiércol de vaca fresco, 60 lt de suero, 9 lt de melaza, cada tres días se le agrego una de las siguientes dosis de minerales 6.2 lb de sulfato de zinc, 2.2 lb de sulfato de magnesio, 300 gr de sulfato de manganeso, 300 gr de sulfato de cobre, 4.8 lb de calcio. Se mezcló todos estos componentes y se tapó el barril para la fermentación anaeróbica durante 30 días, se dejó una manguera en la tapa del barril para la salida de gases a un recipiente con agua.

**B Multimineral:** Se realizó en un barril de 100 lt, combinado con 40 kg de estiércol fresco de vaca y 1 galón de melaza. Se le agrego 5 lb de roca fosfórica, 5 lb de salitre, 5 lb harina de roca, 25 galones de suero, 6 lt de MM líquido, 2 lb de cobre, 3 lb de magnesio, 4 lb de manganeso, 5 lb de potasio, 4 lb de zinc, 3 lb de boro. Se mezcló homogéneamente los ingredientes. El barril se tapó herméticamente para la fermentación durante 30 días, solo se dejó una manguera en la tapa del barril para la salida de gases a un recipiente con agua.

## 5.5 Elaboración de los caldos

**A Caldo visoza:** Se utilizó dos recipientes de plástico de 5 lt cada uno, en un recipiente se colocó 2.5 lt de agua disolviendo 150 gr de sulfato de zinc, 100 gr de magnesio, 125 gr de cobre. En el segundo recipiente se le agrego 2.5 lt de agua y 125 gr de cal. Se mezcló el contenido del primer recipiente con el segundo y revuelva constantemente con una pala de madera.

**B Caldo bordes:** Se utilizó dos recipientes de 5 lt. Cada uno. En un recipiente se colocó 2.5 lt de agua y 50 gr sulfato de cobre. En el segundo recipiente agregue 50 gr de cal agregándole agua hasta formar una pasta y completar los 2.5 lt. Se mezcló el contenido del primer recipiente con el segundo y revuelva constantemente con una pala de madera.

## 5.6 Características del suelo

Según análisis de suelo el terreno presentó un pH 7.1 alto, la disponibilidad de nitrógeno es media 2.27 ppm, fosforo y potasio se encuentra en altas concentraciones 269ppm (P) 298 ppm (K), calcio se encuentra en niveles medios 4590ppm, magnesio es alto con 375ppm, la disponibilidad de azufre es bajo, hierro se encuentra en alta concentración 16.1ppm, manganeso se encuentra en disponibilidad media 7.3ppm, cobre y zinc se encuentran en altas concentraciones 2.26ppm (Cu) y 6.20 (Zn) (**Anexo 1**).

## 5.7 Análisis y diseño experimental

En el experimento se evaluaron siete tratamientos (**Cuadro 1**) distribuidos en estructura factorial AxB+1, donde el factor A fue: Tres tipos de biofertilizantes: supermagro, multimineral y agrohumus. El factor B: Se evaluó dos tipos de caldos minerales: caldo bordes y caldo visoza. Se utilizó 1 testigo químico: bayfolian + 18-46-0. En cuanto al arreglo en la parcela se utilizó bloques completos al azar por la variación que puede presentar la sombra que existe en algunas partes del terreno. Se utilizaron tres bloques.

**Cuadro 1.** Descripción de tratamientos a evaluar.

| Tratamiento | Descripción           | Código  |
|-------------|-----------------------|---------|
| T1          | Multimineral+Visosa   | A1B1    |
| T2          | Multimineral+Bordeles | A1B2    |
| T3          | Supermagro+Visoza     | A2B1    |
| T4          | Supermagro+Bordeles   | A2B2    |
| T5          | Agrohumus+Bordeles    | A3B1    |
| T6          | Agrohumus+Visoza      | A3B2    |
| Testigo     | Bayfolian             | Testigo |

Los factores de estudio serán: Los El modelo estadístico matemático lineal es:

$$X_{ijk} = \mu + A_i + \beta_j + C_j + AC_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:  $\mu$ = Media general.

$A_i$ = Efecto del i-ésimo nivel de biofertilizante

$\beta_j$ = Efecto del j-ésimo bloque.

$C_j$ = Efecto del j-ésimo nivel de caldo

$AC_{ij}$ = Efecto de la interacción (biofertilizante x caldo)

$\varepsilon_{ij}$ = Efecto del error.

El área total del ensayo fue de 315 m<sup>2</sup> distribuida en 21 unidades experimentales de 15 m<sup>2</sup> (5m x 3m) cada una. Las semillas se sembraron a una distancia de 9 cm entre semilla y 60 cm entre surco. La unidad experimental se formó con 8 surcos, cada una de ellas con un total de 33 plantas obteniéndose en total 266 plantas por unidad experimental.

### 5.7.1 Variables a evaluar

#### Variables del suelo

**Mesofauna del suelo:** Se tomó muestras de suelo al inicio y al final del ciclo del cultivo. En cada parcela se seleccionó al azar un monolito de 20cm\*20cm\*20cm. En las muestras extraídas se identificó la mesofauna y se contó el número de individuos por grupo lombrices y artrópodos en el suelo.

**Densidad Aparente:** Se extrajeron muestras de suelo al inicio y al final del experimento en cada una de las parcelas, con un instrumento especial (cilindro metálico) de volumen conocido sin disturbar la estructura del suelo, las muestras fueron colocadas en un horno donde se secaron a 105 C por 72 horas. Los cálculos fueron expresados en g/ cm<sup>3</sup>, obtenidos mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Densidad aparente del suelo} = \frac{\text{peso del suelo secado en el horno (g)}}{\text{Volumen de la muestra cm}^3}$$

### **Variables de crecimiento y desarrollo**

**Altura de planta:** En cada unidad experimental se seleccionó cinco plantas, las cuales se midieron cada 15 días durante los primeros 45 días después de germinado el cultivo.

**Presencia de plagas y enfermedades:** se realizaron monitoreos semanales para identificar la presencia de plagas y enfermedades en los tratamientos.

**Días a floración:** se contó los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando el 50% de las plantas sembradas presentaron sus flores abiertas.

**Días madures fisiológica:** se contó los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando el 90% de las plantas sembradas perdieron la pigmentación de las vainas y las hojas comenzaron a defoliarse.

### **Variables de rendimiento**

**Número de vainas por planta:** En el área útil de cada parcela se seleccionaron 10 plantas de frijol, a las que se les conto el número de vainas por cada planta y se estimó un promedio por planta.

**Número de granos por vaina:** Se contó los granos de 100 vainas, 10 de cada planta de frijol del área útil de la unidad experimental de la parcela y se estimó un promedio por cada planta.

**Peso de 100 granos:** se calculó con 100 granos al azar de las vainas desgranadas con el contenido de humedad que se obtuvo en la cosecha, se pesaron en una balanza graduada en gramos, luego se sacó un promedio.

**Rendimiento:** esta se determinó a través de la producción de frijol por tratamiento en el área útil de la parcela y los datos se expresaron Kg/Ha.

#### **5.7.2 Análisis económico de costos**

Se calcularon los costos obtenidos por la aplicación de cada tratamiento en base a una hectárea de cultivo de frijol, para el caso de los bioles artesanales se utilizó una relación de 20 litros de biol por hectárea, en los demás tratamientos se siguieron las recomendaciones dadas por hectárea de los fabricantes. Para los caldos minerales se utilizó una relación de 1:1.

#### **5.7.3 Análisis estadístico**

A los datos que se obtuvieron en el experimento se les aplicó un análisis de varianza a nivel de significancia de 5% y se realizó una interacción de biofertilizantes por caldos minerales. Se realizó un análisis por contrastes ortogonales para determinar diferentes combinaciones entre tratamientos (Cuadro 2). El análisis estadístico se realizó utilizando el software estadístico InfoStat.

**Cuadro 2.** Contrastes ortogonales establecidos.

| Contraste                                          | QQ | SM/CV | MM/CV | COM/CV | SM/CB | MM/CB | COM/CB |
|----------------------------------------------------|----|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| Tratamiento químico<br>vr Tratamientos<br>orgánico | 1  | 1     | -6    | 1      | 1     | 1     | 1      |
| Caldo bordeles vr<br>Caldo visoza                  | 4  | 4     | 0     | -2     | -2    | -2    | -2     |
| Biol. supermagro vr<br>Biol. multimineral          | 0  | 0     | 0     | 1      | 1     | -1    | -1     |
| Biol. Artesanales vr<br>Biol. comercial            | 1  | -1    | 0     | 1      | -1    | 1     | -1     |

#### 5.7.4 Análisis foliar

Se obtuvieron de las muestras de hojas y biofertilizantes artesanales enviadas al laboratorio de suelo de la escuela agrícola panamericana (ZAMORANO).

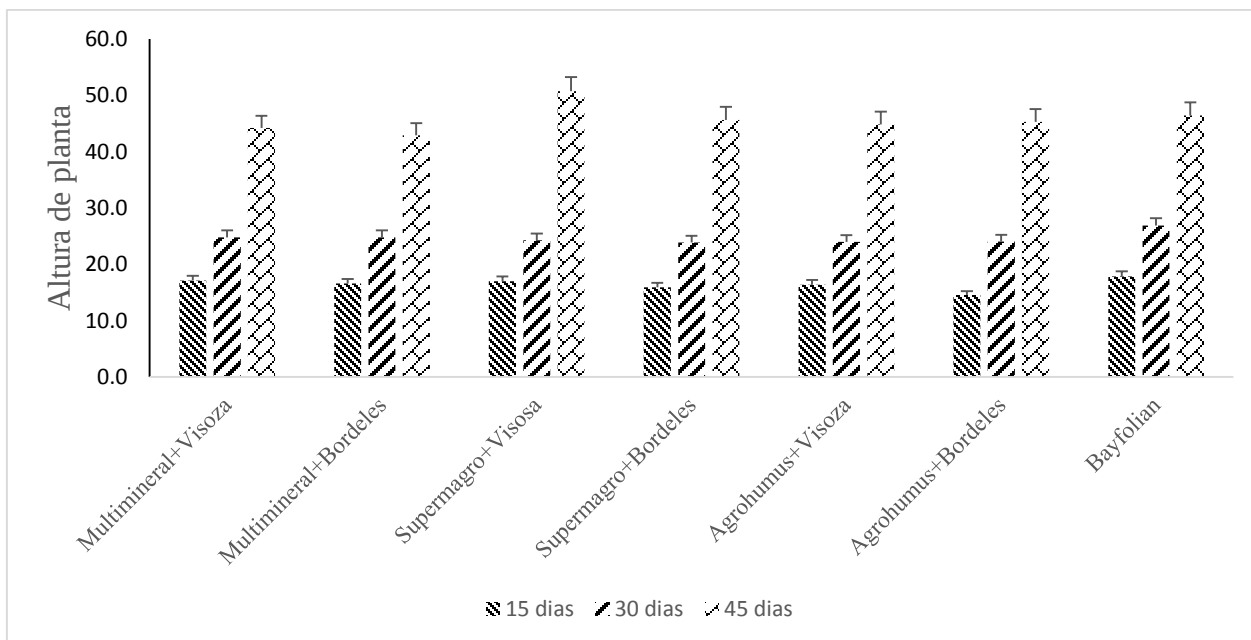
## VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Variables agronómicas

**A Los días a floración:** no presentó diferencia estadística significativa ( $P\ 0.7079 > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. La floración fue uniforme con un rango promedio de 34 a 35 días en el experimento. Los resultados obtenidos en este experimento son similares a los reportados por Mosquera (2004) que utilizó fertilizantes fosforados, en la variedad carrizalito alcanzo y obtuvo una floración a los 36 días. Por otro lado los rangos determinados por la SAG (2011) para esta variedad son de 35 a 37 días.

**B En cuanto los días a madurez fisiológica:** no se presentó diferencia estadística significativa ( $P\ 0.3055 > 0.05$ ) en los fertilizantes foliares evaluados. Esta fue uniforme a los 64 y 65 días del cultivo. Resultados similares obtenidos por Rosas *et al.* (2004) en la variedad carrizalito que alcanzo la madurez a los 66 días en condiciones de baja fertilidad y sequía. En esta investigación se alcanzó 4 días antes del rango fisiológico para esta variedad, según la SAG (2011) va de los 68 a 70 días.

**C Altura de planta** Se realizó tres mediciones a los 15, 30 y 45 días respectivamente. A los 15 días la altura promedio fue de 15 a 17 cm y no se presentó diferencia estadística ( $P\ 0.0670 > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. Por otra parte a los 30 días las plantas median entre los 24 a 27 cm, no presentó diferencia estadística significativa ( $P\ 0.1352 > 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. Por ultimo cuando las plantas tenían 45 días median entre 43 a 50 cm, no presenta diferencia estadística significativa ( $P\ 0.6595 > 0.05$ ) entre los tratamientos. En la (**Figura 1**) se observa la altura de cada tratamiento a los 15, 30 y 45 días.



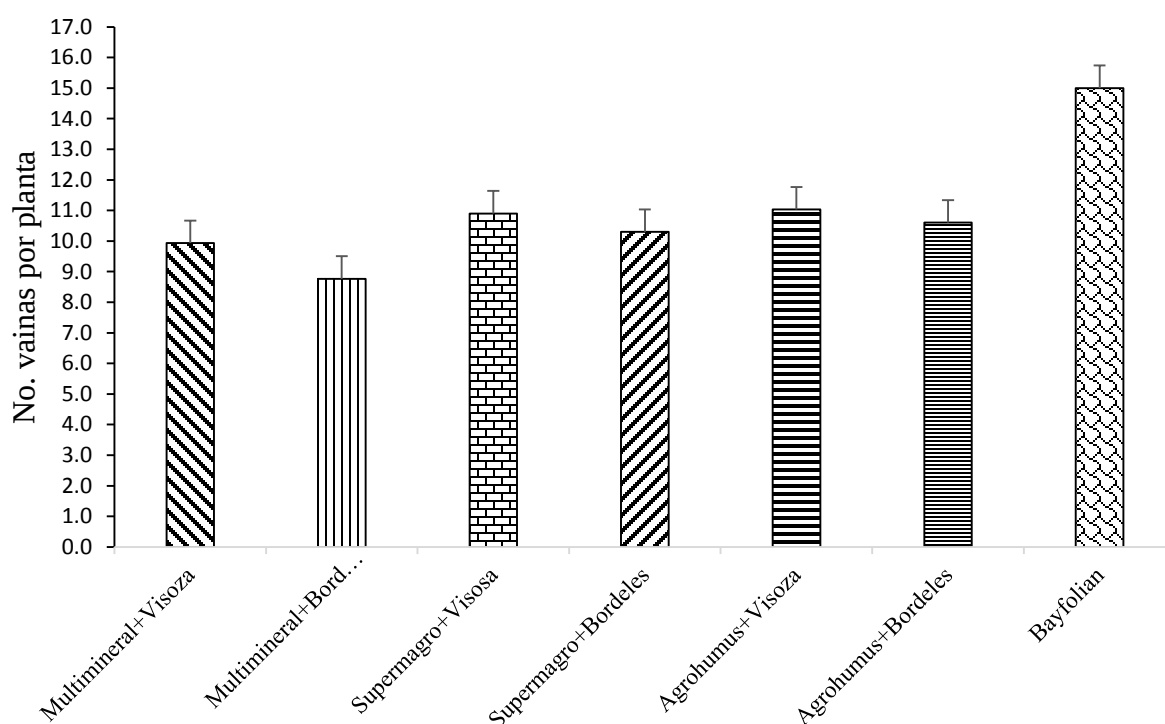
**Figura 1.** Altura de planta 15, 30 y 45 días en el cultivo de frijol.

Según Coello (1997) las variedades de grano rojo crecen en promedio entre 50 a 70 cm en condiciones de fertilización química y algunas variedades obtienen crecimiento de hasta 90 cm. Los resultados obtenidos en la investigación alcanzaron promedios de 42 a 50 cm lo que en su fisiología es normal, pero algunos tratamientos no alcanzaron ese rango, probablemente se deba a la compactación del terreno por su densidad aparente muy alta de 2.44 gr/cm<sup>3</sup> lo cual posiblemente impidió que las raíces se desarrollaran lo suficiente para absorber mayores cantidades de nutrientes.

## 6.2 Variables de rendimiento

**A Vainas por planta:** El número de vainas por planta presentó diferencia estadística significativa ( $P 0.006 < 0.05$ ) en la comparación entre los tratamientos orgánicos (11 vainas) y el testigo químico (15vainas). Probablemente esta diferencia se debe a que en los tratamientos orgánicos se presentó aborto de flores y secado de vainas, sobre todo en los que se utilizó el caldo mineral bordelés. Según Echeverri (2012) y Restrepo (2002) en sus recomendaciones dicen que no se debe utilizar el caldo bordelés en la etapa de floración de

hortalizas, frutales y leguminosas. Según Sance (1998) obtuvo resultados de 12 vainas por planta con el bayfolian.

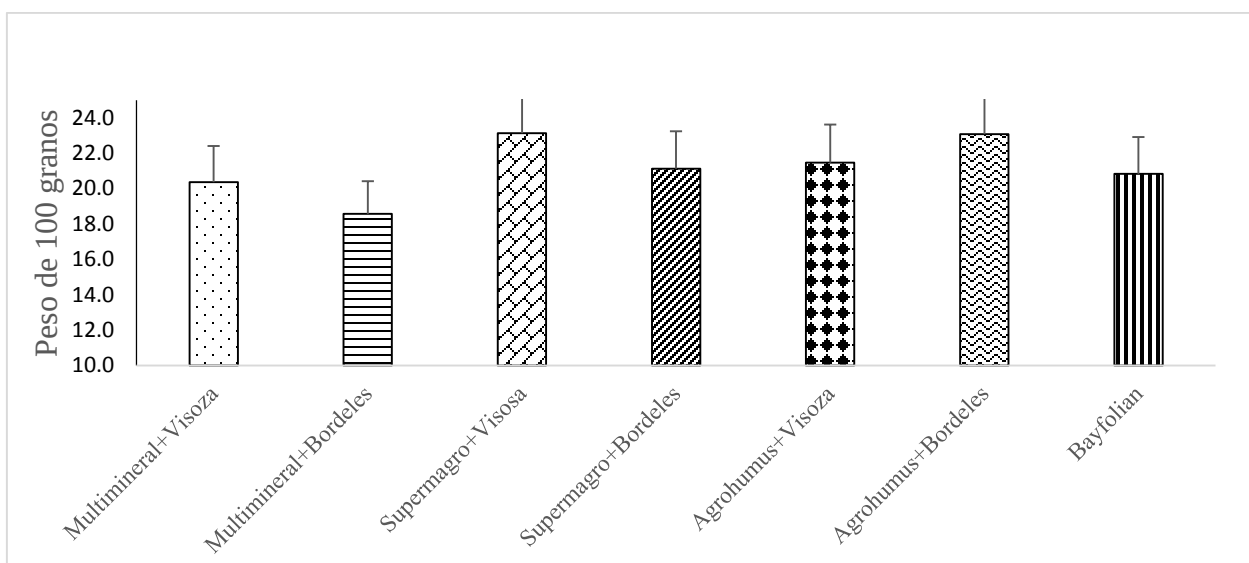


**Figura 2.** Vainas por planta en el cultivo de frijol por tratamiento.

**B Granos por vaina:** El promedio de granos por vaina (5 a 6 granos) no presentó diferencia estadística significativa ( $P\ 0.4750 > 0.05$ ) entre los tratamientos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Sance (1998) (6 granos por vaina) en esta misma variedad con el bayfolian. Además (Posas 2005) estudio 18 líneas de frijol común entre ellas el carrizalito, tío canela y rosita encontrando rangos entre 4.68 y 5.64 granos por vaina.

**C Peso de 100 granos:** En la (Figura 3) se observa el peso de 100 granos entre los tratamientos, entre los que se encontró diferencia estadística significativa ( $P\ 0.0242 < 0.05$ ) entre los tratamientos orgánicos (23 gr) y el testigo químico (20 gr). Entre los tratamientos orgánicos el supermagro+visoza y agrohumus+bordeles presentaron mayor peso de grano. Estos resultados son superiores a los resultados obtenidos en otras investigaciones realizadas

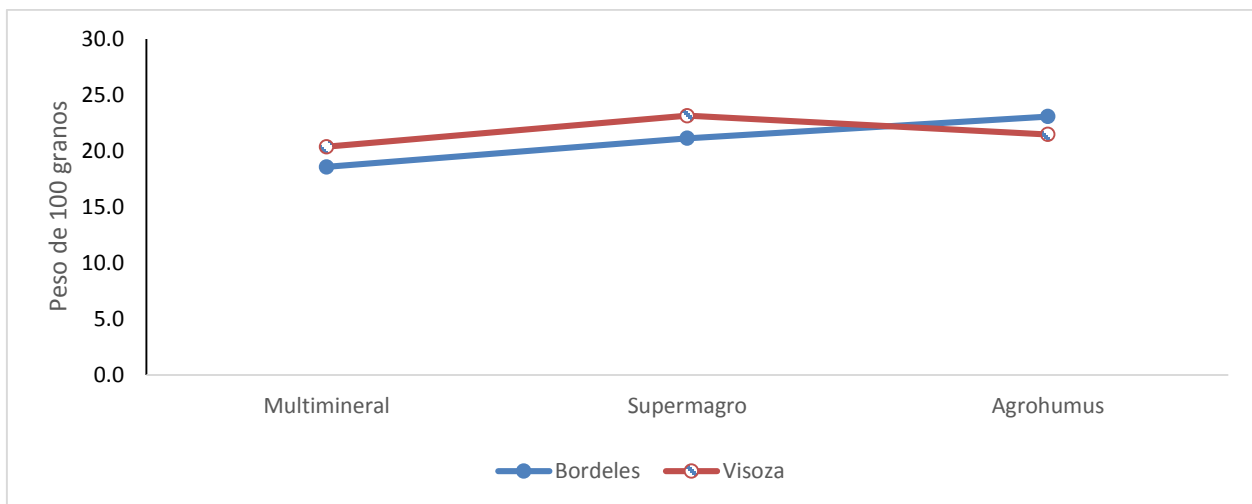
para esta misma variedad. Benites (2008) obtuvo resultados similares con pesos promedios de 19.8 gr con fertilización química.



**Figura 3.** Peso de 100 granos en el cultivo de frijol por tratamiento.

Existe diferencia estadística ( $P\ 0.0068 < 0.05$ ) entre los contrastes establecidos siendo los biofertilizantes artesanales y el agrohumus el que presenta diferencia. Esto se debe a que los biofertilizantes artesanales obtuvieron pesos promedios de 19.47 gr, mientras que el agrohumus obtuvo pesos de 22.13 gr. Esta diferencia posiblemente se deba a que el agrohumus tiene mayor aporte de nitrógeno y fósforo, que son los elementos más demandados por este cultivo y los que mayor ayudan a su producción (SAG 2011).

En cuanto a la interacción biofertilizantes orgánicos contra los caldos minerales existe diferencia estadística significativa ( $P\ 0.0230 < 0.05$ ). En la (Figura 4). Se observa el comportamiento de los vióles con respecto a los caldos, la combinación del supermagro+visoza el más efectivo con un peso promedio de 23.13 gr dejando al multimineral+bordeles con un peso de 19.47 gr.

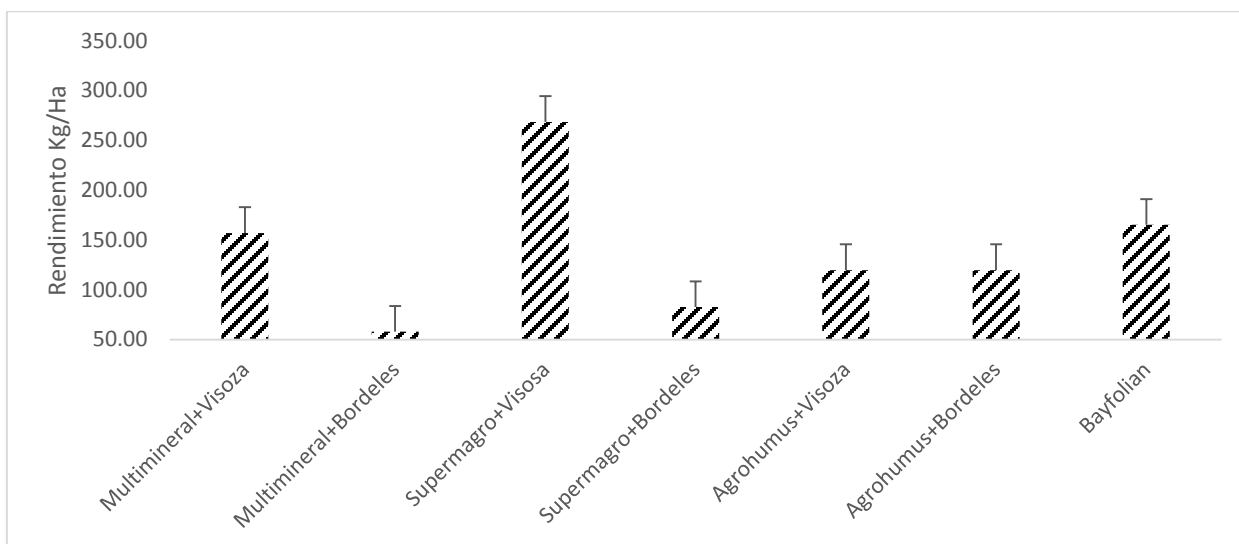


**Figura 4.** Interacción entre biofertilizantes orgánicos y caldos minerales.

En la (Figura 4) se observan diferencias entre los bioles y caldos, para los violes artesanales combinados con el caldo visoza obtuvieron resultados favorables, posiblemente se deba a que este caldo le proporcione más nutrientes a la planta por su composición, pero al combinarlo con el agrohumus el peso fue menor posiblemente se deba a una reacción antagónica. Por otra parte el caldo bordelés fue efectivo al combinarlo con el agrohumus no obstante al combinarlo con los bioles artesanales se obtuvo un menor peso posiblemente se deba a que este caldo por su composición de solo dos nutrientes no ayudo a la planta en su nutrición. Para Arraya y Hernández (2007) las variedades de frijol de grano rojo como ser Bribri, Cabecar entre otras obtiene un peso de 100 semillas que oscila entre los rangos de 19 a 24 gr.

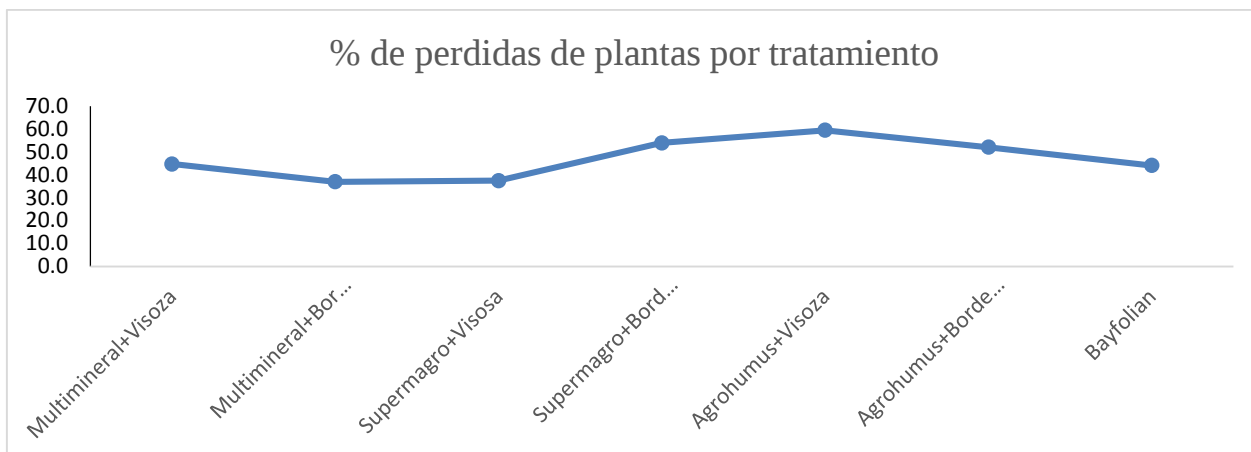
**D En el rendimiento** se presentó diferencia estadística significativa ( $P 0.0093 < 0.05$ ) entre el promedio de los tratamientos orgánicos y el testigo químico. Con un promedio entre 134.15 Kg/Ha y 165.11 Kg/Ha respectivamente. Esta diferencia probablemente se deba a la pérdida de plantas por el ataque de plagas y enfermedades en todos los tratamientos, alcanzando el 47% de pérdidas por parcela y también al aborto de flores y vainas para los tratamientos con caldo bordeles. En la (Figura 6) se observa la tendencia de pérdidas por cada tratamiento.

En la (Figura 5) se muestra las diferencias existentes entre los tratamientos orgánicos y el testigo químico, siendo el supermagro+visoza el más efectivo con un rendimiento de (268.31 Kg/Ha). Según Sance (1998) obtuvo resultados de (843.6 Kg/Ha) utilizando madre cacao, utilizando bayfolan obtuvo resultados de (1146.0 Kg/Ha). Según SAG (2011) la variedad carrizalito tiene un rendimiento de 1590 Kg/Ha.



**Figura 5.** Rendimiento en Kg/Ha en el cultivo de frijol por tratamiento.

**E Presencia de plagas y enfermedades:** A lo largo de esta investigación se presentaron una serie de plagas y enfermedades que afectaron considerablemente el cultivo, provocando pérdidas de plantas entre un rango de 39% a 59% entre los distintos tratamientos. Esto provocó un descenso considerable en el rendimiento de los biofertilizantes y el testigo químico.



**Figura 6.** % de pérdidas de plantas por tratamiento.

La principal causante de esta pérdida fue la *diabrotica balteata* sp (Tortuguilla) la cual se presentó a los 7 días de germinado el cultivo. Con un promedio 2 insectos adultos por planta. Esta se controló adelantando la aplicación de los tratamientos lo que permitió que el cultivo se desarrollase en su fase vegetativa. Cuando el cultivo tenía 30 días de germinado afecto considerablemente debido a que la población fue muy alta con un promedio de 5 a 6 insectos adultos por planta afectando casi todo el follaje y la floración. Según la (SAG 2011) el umbral económico de la diabrotica es de 2 o más insectos adultos por planta.



**Figura 7.** Ataque de plagas, aborto de flores y enfermedades en el cultivo de frijol.

Otra de las plagas que se presentó y que afecto a algunos tratamientos fue la *Bemisia tabaci* (mosca blanca) la que se presentó a los 40 días de germinado el cultivo, con mayor presencia en el testigo químico, esta provoco infección con el virus del mosaico común. Ortega y González (1989) señalan que el mayor peligro de este insecto está relacionado con la

transmisión de enfermedades virales en este caso, no es necesaria la incidencia de poblaciones altas para que la virosis se manifieste.

A los 45 días de germinado el cultivo se presentó la *Phyllofaga sp* (Gallina ciega) con poblaciones promedio de 5 gallinas ciegas por m<sup>2</sup>. Según (SAG 2011) el umbral económico de la gallina ciega es de 4 larvas por m<sup>2</sup>, campos severamente afectados pueden presentar pérdidas en el rendimiento hasta en un 100%.



**Figura 8.** Daños ocasionados por la gallina ciega al cultivo de frijol.

Otra de las enfermedades que se presentó fue la mustia hilachosa que apareció desde los 25 días después de germinado el cultivo pero solo en algunas plantas, esta se propagó después de la floración debido a que hubo condiciones ambientales favorables para el desarrollo de esta enfermedad. Esta se presentó en todos los tratamientos, según (SAG 2010) esta enfermedad puede reducir el rendimiento hasta un 90%.

### **6.3 Variables del suelo**

#### **A Densidad aparente**

En cuanto a la densidad aparente tanto al inicio y al final del experimento no se presentó cambios. Esta densidad se mantuvo en promedio de 2.44 gr/cm<sup>3</sup>. Según Sánchez (sf.) el rango óptimo para suelos arcillosos es de 1.2 a 1.3 gr/cm<sup>3</sup>. Por otro lado (Ingaramo *et al* 2003) menciona que densidades arriba de 1.7 gr/cm<sup>3</sup> afectan el crecimiento de las raíces a

niveles críticos. Esto posiblemente se debe al manejo anterior del terreno donde se desarrolló esta investigación era utilizado para la ganadería lo cual hace que sea un suelo muy compactado. No obstante antes de la siembra se le aplicó compost a los tratamientos orgánicos lo cual con el poco tiempo que duro esta investigación no afecto en el cambio de la densidad aparente de este suelo. Según Ramírez y Restrepo (sf) la incorporación de abonos orgánicos al suelo en cantidades de 200 a 300 gr por 1.5 Kg de suelo cambia la densidad aparente en dicho suelo, haciendo que este retenga humedad y sea más poroso.

## B Mesofauna del suelo

Para esta variable se realizaron dos muestreos al inicio y al final de la investigación, en la cual se encontró un rango medio de 2 lombrices, 2 gallina ciega y 1 cien pies por cada tratamiento de 15 m<sup>2</sup>. En el (**Cuadro 3**) se observa el comportamiento de los muestreos realizados en cuanto a la mesofauna del suelo representado en m<sup>2</sup>.

**Cuadro 3. Mesofauna del suelo expresada en m<sup>2</sup>.**

| Tratamiento            | Inicio    |               |           | Final     |               |           |
|------------------------|-----------|---------------|-----------|-----------|---------------|-----------|
|                        | Lombrices | Gallina ciega | Cien pies | Lombrices | Gallina ciega | Cien pies |
| Multimineral +Visoza   | 250       | 250           | 250       | 250       | 375           | 250       |
| Multimineral +Bordeles | 250       | 375           | 125       | 250       | 375           | 375       |
| Supermagro+Visosa      | 375       | 375           | 250       | 375       | 250           | 250       |
| Supermagro+Bordeles    | 250       | 250           | 250       | 250       | 250           | 250       |
| Agrohumus+Visoza       | 250       | 375           | 125       | 250       | 375           | 250       |
| Agrohumus+Bordeles     | 125       | 125           | 125       | 125       | 375           | 250       |
| Bayfolian              | 375       | 375           | 375       | 375       | 375           | 375       |

Para el caso de las lombrices, según Boschini *et al* (2008) menciona en su investigación que encontró un promedio de 170 lombrices por m<sup>2</sup> en potreros de pastoreo de ganado. Por lo cual el número de lombrices encontrado en esta investigación es superior, esto posiblemente se deba a que el terreno en que se realizó esta investigación se ha incorporado materia

orgánica. Según Restrepo (2002) citado por Nolasco (2012) menciona que las poblaciones de lombrices pueden ser influenciadas por el manejo anterior del terreno.

En cuanto al promedio de gallina ciega por m<sup>2</sup> en esta investigación fue elevado, posiblemente se deba a que en el terreno anteriormente constaba de mucho zacate de leche el cual tiene una raíz que es muy apetecible para este insecto. Vicente y Sanchez (2008) menciona que sean en contrado las poblaciones más altas de gallina ciega en maíz con 122 larvas por m<sup>2</sup>, en caña de azúcar 25 larvas por m<sup>2</sup> provocando pérdidas en el rendimiento de estos.

#### 6.4 Análisis foliar, químico y económico

**A Análisis foliar:** En cuanto al análisis químico para los biofertilizantes, muestra que el multimineral contiene un mayor porcentaje de los micronutrientes en comparación con el supermagro. Pero esto no se vio reflejado en el rendimiento donde el biofertilizante supermagro obtuvo mejores resultados, esto posiblemente se deba a que el aporte de N del supermagro fue el doble al del N aportado por el multimineral, como se observa en el (**cuadro 5**). Ramírez (1984) menciona que existe un incremento en el rendimiento del cultivo de frijol aplicando N en proporciones de 200 Kg/Ha.

**Cuadro 4.** Análisis químico de los biofertilizantes artesanales.

| Biofertilizantes | pH   | %    |      |      |      |      |      |      |      | Mg/Kg |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                  |      | N    | P    | K    | Ca   | Mg   | Cu   | Mn   | Zn   |       |
| Supermagro       | 4.21 | 0.16 | 0.05 | 0.22 | 0.39 | 0.10 | 0.03 | 0.08 | 0.24 | 22    |
| Multimineral     | 4.02 | 0.08 | 0.04 | 0.74 | 0.07 | 0.11 | 0.09 | 0.30 | 0.31 | 26    |

No obstante en cuanto al análisis foliar realizado (**Cuadro 4**) muestra que la cantidad de N, P, K y S que según Davis (2009) son los principales nutrientes demandados por este cultivo para obtener una buena producción, el supermagro obtuvo en su mayoría los % más altos de estos nutrientes comparados con los demás foliares que se aplicaron.

**Cuadro 5.** Análisis foliares de los distintos tratamientos en el cultivo de frijol.

| Tratamiento           | %    |      |      |      |      |      | Ppm |     |    |     |    |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|----|-----|----|
|                       | N    | P    | K    | Ca   | Mg   | S    | Cu  | Fe  | Mn | Zn  | B  |
| Multimineral+Visoza   | 4.16 | 0.29 | 1.30 | 2.99 | 0.71 | 0.15 | 454 | 342 | 80 | 402 | 34 |
| Multimineral+Bordeles | 4.41 | 0.29 | 1.37 | 2.74 | 0.63 | 0.15 | 290 | 375 | 72 | 70  | 35 |
| Supermagro+Visosa     | 4.46 | 0.28 | 0.91 | 2.82 | 0.71 | 0.15 | 459 | 297 | 57 | 407 | 34 |
| Supermagro+Bordeles   | 4.98 | 0.34 | 1.29 | 2.11 | 0.56 | 0.15 | 292 | 297 | 51 | 55  | 28 |
| Agrohumus+Visoza      | 4.54 | 0.26 | 0.99 | 2.98 | 0.63 | 0.15 | 559 | 249 | 47 | 437 | 23 |
| Agrohumus+Bordeles    | 5.00 | 0.31 | 0.92 | 2.23 | 0.60 | 0.18 | 382 | 251 | 49 | 36  | 29 |
| Bayfolian             | 4.47 | 0.28 | 1.33 | 3.13 | 0.71 | 0.12 | 133 | 367 | 50 | 36  | 23 |

En el (**Cuadro 4**) se observa que entre los bioles artesanales hay grandes diferencias en la absorción de algunos nutrientes como ser el N del supermagro en comparación al multimineral, la absorción de P, K, Ca y S entre los bioles combinado con caldos tiene diferencias notables en comparación con el testigo químico el cual le proporciono una mayor cantidad del calcio a la planta, por otro lado el testigo químico le proporciono menos azufre a la planta en comparación con los demás tratamientos orgánicos.

## Análisis económico de costos

**Cuadro 6.** Costos por aplicación de los tratamientos expresados en hectarea.

| Descripción                     | Unidades | Costo | Costos por tratamientos |                           |                       |                         |                      |                        |                       |
|---------------------------------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
|                                 |          |       | Multimineral<br>+Visoza | Multimineral<br>+Bordeles | Supermagro+<br>Visoza | Supermagro+<br>Bordeles | Agrohumus+<br>Visoza | Agrohumus+<br>Bordeles | Bayfolian+<br>18-46-0 |
| biofertilizante<br>multimineral | 60       | 5.32  | 319.2                   | 319.2                     |                       |                         |                      |                        |                       |
| biofertilizante<br>supermagro   | 60       | 3.47  |                         |                           | 208.2                 | 208.2                   |                      |                        |                       |
| Agrohumus                       | 8        | 60    |                         |                           |                       |                         | 480                  | 480                    |                       |
| Bayfolian                       | 2        | 130   |                         |                           |                       |                         |                      |                        | 260                   |
| 18-46-0                         | 2        | 700   |                         |                           |                       |                         |                      |                        | 1400                  |
| Caldo bordeles                  | 200      | 0.54  |                         | 108                       |                       | 108                     |                      | 108                    |                       |
| Caldo visoza                    | 200      | 1.31  | 262                     |                           | 262                   |                         | 262                  |                        |                       |
| Aplicación                      | 3        | 800   | 2400                    | 2400                      | 2400                  | 2400                    | 2400                 | 2400                   | 2400                  |
| Total                           |          |       | 2981.2                  | 2827.2                    | 2870.2                | 2716.2                  | 3142                 | 2988                   | 4060                  |

En el (**Cuadro 6**) se observan los costos de aplicación de cada tratamiento, teniendo en cuenta que en esta investigación se utilizó una relación de veinte bombas de mochila por hectárea. Observando que el tratamiento con menos costos es el supermagro+bordeles, seguido del multimineral+bordeles, dejando las combinaciones de agrohumus con los mayores costos, no obstante estos tratamientos no obtuvieron rendimientos considerables. Por otro lado el tratamiento supermagro+visoza presento rendimientos superiores a los demás tratamientos a pesar de sus costos. Dejado al tratamiento químico con los costos más elevados.

## **VII CONCLUSIÓN**

La aplicación de productos orgánicos incremento el peso de grano debido a que el aporte nutricional que estos le proporcionaron fue mayor a la proporcionada por el testigo químico.

La aplicación de biofertilizantes no altera la fisiología del cultivo de frijol debido a que la floración y días a madurez fisiológica no presentaron diferencia.

Los tratamientos evaluados no tuvieron efecto alguno en cuanto al control de plagas y enfermedades que se presentaron en la investigación.

Debido al corto plazo del experimento, la aplicación de los tratamientos no tuvo efecto en los cambios de las propiedades físicas del suelo en cuanto a la densidad aparente.

El supermagro+Visoza fue el tratamiento que mejores resultados obtuvo en la investigación debido a que nutrieron mejor la planta.

## **VIII RECOMENDACIONES**

Realizar esta misma investigación considerando la aplicación de los biofertilizantes y caldos minerales al suelo para observar el comportamiento de estos en el rendimiento del cultivo de frijol.

Aumentar las dosis evaluadas en el presente trabajo para los tratamientos orgánicos con el propósito de determinar si a mayor dosis de aplicación, el efecto sobre el rendimiento se incrementa.

Promover la utilización de biofertilizantes orgánicos en diferentes zonas del país, y en diferentes cultivos para observar el comportamiento en el rendimiento de estos.

## IX BIBLIOGRAFIA

Araya C. 2008. Guia de campo para la identificacion y manejo integrado de enfermedades del frijol en america central. Managua. Consultado 26 may. Disponible en <http://www.redsicta.org>.

Arias; J. Martinez; T. Jaramillo; M. 2007. Buenas practicas Agricolas en la produccion de frijol voluble. Antioquia. pp 168.

Avila G. 2003. Manejo integrado de plagas MIP. (En linea). Disponible en [http://teca.fao.org/sites/default/files/technology\\_files/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS.pdf)

Altieri M; Nicholls. C. 2000. Agroecologia. Teoria y practica para una agricultura sustentable. 1 edicion. Mexico. Pp 250.

Aguirre L. 2000. Evaluación agroeconómica de tres prácticas para el control de babosa (*Sarasinula plebeia*) en el cultivo de frijol en el Departamento de Olancho, Honduras. Tesis. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. pp-63.

Aliaga N. (s.f). Producción de biol supermagro. (En línea). Consultado 19-jun-2013. Disponible en [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual\\_de\\_\\_Bioles\\_rina.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_de__Bioles_rina.pdf).

Benites M. 2008. Características fenotípicas de líneas de frijol común tolerantes a la sequía y a la baja fertilidad. Tesis. Ingeniero agrónomo. Zamorano. pp 1-25

Botero B, y Thomas M. 1987. Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas. Manual para su instalación, operación y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Badgley C; Moghtader E; Quintero E; Zakem M; Chappell K; Vazquez A; Samulon I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. Renewable agriculture and food systems. 22. pp 86-108.

Chavarría M. 2011. Clasificación, bioecología, niveles críticos y estrategias de manejo de las principales plagas de suelo que afectan la producción agropecuaria. (En línea). Disponible en <http://martinurbinac.files.wordpress.com/2011/08/unidad-ii-plagas-del-suelo-2011.pdf>

Castillo P. 2010. Plagas del cultivo de frijol caupi. Tesis. Peru. Universidad nacional de Tumbes. pp-35.

Crosara A. 2009. El suelo y los problemas ambientales.(Diapositivas).74 Diapositiva.Disponible en <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Suelos%20y%20problemas%20ambientales.pdf>

Chirríos J; Leal A; Montilla J. 2006. Uso de insumos biológicos como alternativa para la agricultura sostenible en la zona sur del estado de Anzoátegui.CENIAP HOY.vol 11.

Cortes S. 2006. Las soluciones técnicas para el aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos.(diapositivas).39 diapositivas.

CEUTA (Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas).2006.Biofertilizantes nutriendo cultivos sanos.Uruguay.pp 50.

CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). 2004. Digestión Anaerobia para el Tratamiento de Residuos Orgánicos. Peru. pp 1-128.

Carillo L. 2003. Microbiología agrícola. ARG. Universidad Nacional de Salta. 1 ed. 160 p.

CPC (Corp Protection Compendium, IN). 1999. *Diabrotica balteata* (en línea). Consultado 10 dic. 2013. Disponible en <http://www.cabicompendium.org/CPC/datasheet.asp?CCODE=DIABBA&COUNT RY=0>

Caldos minerales preparados a base de cobre. (S.f). (En línea). Disponible en <http://es.scribd.com/doc/36649282/Caldos-Minerales-a-Base-de-Cobre>.

Echeverri C. 2012. Caldos minerales. Una alternativa para el manejo de problemas fitosanitarios en la producción agrícola. Honduras. pp 1-21.

CIMS (Centro de Inteligencia sobre Mercados Sostenibles). 2005. Oferta de productos orgánicos y comercio equitativo en Centroamérica. (En línea.) Consultado 17 jun 13. disponible en <http://www.cei.org.ni/images/file/Oferta%20de%20productos%20organicos%20&%20comercio%20equitativo%20en%20ca.pdf>

Cedano J; Rosa D; Sánchez A; Oviedo F. 2000. Fraccionamiento del nitrógeno en frijol en el valle de san juan. Agronomía mesoamericana. pp 151-154.

Coello L. 1997. Caroni nueva variedad de frijo y variedades de grano rojo. En línea. Disponible en. [www.Sain.inia.gab.ve/agronomia.pdf](http://www.Sain.inia.gab.ve/agronomia.pdf)

Félix J; Sañudo R; Rojo G; Martínez R; Olalde V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos vol.4 (1): pp. 57-67.

Fernandez V; Viciania A; Drovandi. 2003. Valoración del impacto ambiental total por agroquímicos en la cuenca del río Mendoza. Argentina.

Firman E. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Ed. Omega S.A. 1969. Barcelona. 46-50, 60, 61p.

Gras E. 2013. La magia del humus. En línea. Disponible en. [www.mashumus.com/index.php](http://www.mashumus.com/index.php).

Gliessman S. 2002. Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible. C.R. pp 359.

Gonzales M. 1989. Investigaciones realizadas sobre *Philophaga spp* atacando el efecto en el salvador. CENTIA CATIE. pp 1-56.

Guerrero E. 1996. Micorrizas recurso biológico del suelo. Colombia. Fondo Fen. 208pp.

Guevara A. 1996. Fundamentos basicos para el diseno de biodigestores anaerobicos rurales. Lima. pp 1-80.

Humus. 2008. Humus y su aplicación. En línea. Disponible en. [www.lombricultura.cl/userfiles/biblioteca.pdf](http://www.lombricultura.cl/userfiles/biblioteca.pdf).

López R. 2002. Degradación del suelo. Causas, procesos, evaluación e investigación. Mérida. Venezuela. pp 280

Murillo J; Rivera M. Empresas certificadas en honduras.2010.Honduras.pp 25.

Martínez R; Dibut B; Ríos Y. 2010. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. La Habana.vol.3.

Muñoz H; Hernández A; Lehmann Mandujano; Sánchez A. 2004. Procedimiento de fermentación anaerobia combinada de residuos sólidos urbanos y lodos urbanos. Madrid. pp 1-25.

Monzon V. 2003. Evaluacion de opciones de manejo de la antracnosis (*Colletotrichum sp*) en el cultivo del café (*Coffea arabica L*) en la zona de Boaco, Nicaragua. Tesis. Nicaragua. Universidad Nacional de Agraria. pp 43.

Muschler R; Soto, G. 2001. Manejo integrado de plagas.Genesis, fundamentos y situacion actual de la agricultura organica.No 62.Costa Rica.pp101-105.

Moreira L; Izaguirre A; Santos A. 2000. Impacto Negativos de los Agroquímicos y su efecto en la Sociedad. Cuba. En línea disponible en

<http://www.monografias.com/trabajos83/impacto-negativos-agroquimicos-y-su-efecto-sociedad/impacto-negativos-agroquimicos-y-su-efecto-sociedad.shtml#efectosnea>

Macek K y Mcsllister. 1970. Effects of pesticides on nine fish species. CENIAP HOY. Vol 8. pp20-25.

Mandujano M. 1981. Biogas energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos. Manual para el promotor de la tecnología. Organización Latinoamericana de Energía. Cuernavaca, Morelos, México

Nolasco R. 2012. Evaluación de biofertilizantes, caldo sulfocálcico en la actividad biológica del suelo y en las características agronómicas del cultivo de lechuga (*lactuca sativa*). Tesis. Catacamas Honduras. Universidad Nacional de Agricultura. pp 76.

Ortega N. 2006. Phosphorus precipitation in anaerobic digestion process. Boca Raton. Florida. pp 1-23.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria). 2003. Buenas prácticas agrícolas en mora orgánica. Guatemala. pp 37.

Ocuña O. (s.f). Laboratorio de bioquímica de procesos orgánicos. (Diapositivas).39 diapositivas.

PCAC (Programa de campesino a campesino).2008.Preparando y usando fertilizantes organicos.No 5.pp1-4.

Pozadas E. 2005. Evaluacion del comportamiento agronomico de 18 lineas de frijol comun. Tesis. Ingeniero agronomo. Universidad nacional de agricultura. pp 1-86.

Queiros F. (s.f).Impactos de la revolución verde, agricultura convencional. (En línea).Disponible en [http://www.ecocomunidad.org.uy/coeduca/artic/impactos\\_verde4.htm](http://www.ecocomunidad.org.uy/coeduca/artic/impactos_verde4.htm)

Restrepo J. 2007. Abonos organicos fermentados experiencias de agricuyltores en centroamerica

ybrazil.Consultado2may.2013.Disponibleen<http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/presentacion/documentos/ABONOSORG%C3%81NICOSFERMENTADOS.pdf>

Restrepo J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas.1 edicion.Managua.Simas.pp262.

Robledo O. 2007. Efecto de biofertilizantes anaeróbicos y aeróbico sobre producción de pasto brachiaria y los microorganismos del suelo en currillo. Tesis. Universidad Agraria. Colombia. Pp 66.

Rodriguez O; Faure B; Benitez R; Rodriguez R. 2006. Resistencia a la mancha angular. Cuba. pp-11 13.

Rueda I. 2006. Determinación del efecto de extractos vegetales de especies tropicales sobre *Diabrotica balteata*. Tesis. Ingeniero agrónomo. Costa rica. Diciembre. pp 1-82

Rosas J; Castro A; Flores E. 2000. Mejoramiento genético del frijol rojo y negro mesoamericano para centro america y el caribe. Agronomia mesoamericana. pp 37-46.

Ryding S; Rast W. 1992. El control de la eutrofizacion en lagos y pantanos.Madrid.pp375.

Ramos F; Jiménez J; Díaz A. 1989. Manual técnico para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Secretaria de Recursos Naturales. Honduras CA. 34p.

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganaderia).2011. El cultivo de frijol. (En linea). Disponible en [http://www.iica.int.ni/pdf\\_redsicta/guiaCultivoFrijol\\_Honduras.pdf](http://www.iica.int.ni/pdf_redsicta/guiaCultivoFrijol_Honduras.pdf)

Soto S. 2010. Datos puntuales sobre efectos adversos por mal manejo de desechos peligrosos.(Diapositivas).82 diapositivas.Costa Rica.

Saín G, Calvo G. 2009. Agri-culturas de América Latina y el Caribe: elementos para una contribución al desarrollo sostenible. San José, C.R.: IICA, UNESCO 2009.

SAG Y DICTA. (Secretaria de Agricultura y Ganadería, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2010. Escoto N. El cultivo de frijol. Tegucigalpa honduras. 43p.

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganaderia).2004.Manual Tecnico para el uso de empresas privadas, consultores individuales y productores.Honduras.pp37.

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería, Desarrollo rural, pesca y alimentacion). 2002. Principales plagas del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en las principales regiones

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería, Desarrollo rural, pesca y alimentacion). (s.f). Manejo integrado de la babosa del frijol. (En línea). Disponible en <http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/doc-hon-feb/babosa.pdf>.

Sance J. 1998. Evaluacion de cuatro productos organicos y un quimico como fertilizante foliar sobre los rendimientos del cultivo de frijol en dos localidades del municipio de ipala. Tesis. Ingeniero agrónomo. Guatemala. pp 1-53.

Studer A. sf. Historia de la agricultura 2. Barcelona. pp 1-15.

UE (Unión Europea).2012.Una agricultura sostenible para el futuro que queremos. En línea. Citada 17 jun 2013 Disponible en [http://ec.europa.eu/agriculture/events/2012/rio-side-event/brochure\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/events/2012/rio-side-event/brochure_es.pdf)

UE(Union Europea).2010.Productos organicos. (En linea).consultado 17 jun 13.disponible en <http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/honduras/hn-productos-organicos.pdf>

Urbina N; Cornejo A; Pilarte F. (s.f). Caldo bordeles al 1% para nutrir y controlar enfermedades en los cultivos. pp 1-2.

USDA (Departamento de agricultura de los estados unidos) (s.f). (En línea).Disponible en [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lec/cepeda\\_g\\_c/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/cepeda_g_c/capitulo1.pdf)

Vanegas R. (s.f). Fertilización foliar complementaria para nutrición y sanidad en producción de papas. pp 1-9.

Velásquez A. 2011. Evaluación de bicarbonato de sodio, caldo vizosa y caldo bórdele en el control de cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC) en el cultivo del pipián (*Cucúrbita pepo* L) Apacunca, Chinandega. Tesis. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. pp-15.

Vicente R; Sanchez M. 2008. Identificación de especies de gallina ciega (*Phyllophaga spp*) en la región canera de taretan y ziracuaretiro. Tesis. Ingeniero agrónomo. Universidad michoacana de san nicolas de hidalgo. pp 1-82.

## X ANEXOS

### Anexo 1. Análisis de suelo finca agroecológica UNA.

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA  
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA  
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

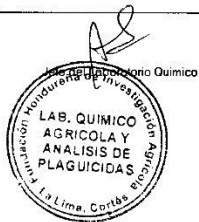
Nombre: Miriam Padilla Municipio: Catacamas  
Identificación: Fca UNA 358 msnm invernadero hortalizas nta por U Departamento: Olanchito  
No. Solicitud: 32446-4 Cultivo: Tomate  
No. Laboratorio: 3431 Fecha: 23/11/12

| pH               | 7.1                      | A | Hierro (Fe)    | 16.1 mg/dm <sup>3</sup> | A | Interpretación                    |
|------------------|--------------------------|---|----------------|-------------------------|---|-----------------------------------|
| Materia Orgánica | 55.6 g/kg                | A | Manganeso (Mn) | 7.3 mg/dm <sup>3</sup>  | M | % = g/kg<br>10                    |
| Nitrogeno Total  | 2.27 g/kg                | M | Cobre (Cu)     | 2.26 mg/dm <sup>3</sup> | A | ppm = mg/kg                       |
| Fosforo (P)      | 269 mg kg <sup>-1</sup>  | A | Zinc (Zn)      | 6.20 mg/dm <sup>3</sup> | A | ppm = mg/dm <sup>3</sup>          |
| Potasio (K)      | 238 mg kg <sup>-1</sup>  | A | Boro (B)       | mg/dm <sup>3</sup>      | B | A = Alto<br>M = Medio<br>B = Bajo |
| Calcio (Ca)      | 4590 mg kg <sup>-1</sup> | M |                |                         |   |                                   |
| Magnesio (Mg)    | 375 mg kg <sup>-1</sup>  | A |                |                         |   |                                   |
| Azufre (S)       | mg kg <sup>-1</sup>      | B |                |                         |   |                                   |

Recomendación: Kilogramo/Hectarea

Nitrogeno ( N ): 150 Calcio ( CaO ): Zinc ( Zn ):  
Fosforo ( P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ): 0 Magnesio ( MgO ): Boro ( B ):  
Potasio ( K<sub>2</sub>O ): 150 Azufre ( S ):

Comentario:  
A los 15 días después del trasplante aplicar 111.9 kg/ha de nitrato de amonio mas 62.5 kg/ha de cloruro de potasio.  
A los 30 días después del trasplante aplicar 111.9 kg/ha de nitrato de amonio mas 62.5 kg/ha de cloruro de potasio.  
A los 45 días después del trasplante aplicar 111.9 kg/ha de nitrato de amonio mas 62.5 kg/ha de cloruro de potasio.  
A los 60 días después del trasplante aplicar 111.9 kg/ha de nitrato de amonio mas 62.5 kg/ha de cloruro de potasio.



**Anexo 2.** Cantidad de fertilizante químico a aplicar por zona.

| Zona                          | Formula QQ/Mz |         | Foliar aplicación |
|-------------------------------|---------------|---------|-------------------|
|                               | 12/24/12      | 18/46/0 | 15/15/15          |
| Olancho                       | 2.0           | 1.0     | 2.0               |
| El paraiso y yoro             | 2.0           | 1.0     | 2.0               |
| Zona alta La Paz,<br>Intibuca | 3.0           | 1.5     | 2.0               |
| Litoral Atlantico             | 3.0           | 1.5     | 2.0               |
| Quimistan                     | 2.0           | 1.0     | 2.0               |
| Copan                         | 2.0           | 1.5     | 2.0               |

**Anexo 3.** Cronograma de actividades.

| Actividad                      | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre |
|--------------------------------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|
| Preparacion de los caldos      |       |       |        |            |         |           |
| Preparacion del terreno        |       |       |        |            |         |           |
| Siembra                        |       |       |        |            |         |           |
| Manejo del experimento         |       |       |        |            |         |           |
| Toma de datos                  |       |       |        |            |         |           |
| Analisis de los datos          |       |       |        |            |         |           |
| Presentacion de los resultados |       |       |        |            |         |           |

#### Anexo 4. ANAVA para la variable vainas por planta.

##### vainas

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| vainas   | 21 | 0.84           | 0.74              | 15.08 |

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

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo.     | 175.15 | 8  | 21.89 | 8.06  | 0.0008  |
| bloque      | 106.89 | 2  | 53.44 | 19.66 | 0.0002  |
| Tratamiento | 68.27  | 6  | 11.38 | 4.19  | 0.0168  |
| Error       | 32.61  | 12 | 2.72  |       |         |
| Total       | 207.77 | 20 |       |       |         |

#### Anexo 5. ANAVA para la variable granos por vaina.

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| granos   | 21 | 0.36           | 0.00              | 8.07 |

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

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 1.44 | 8  | 0.18 | 0.84 | 0.5851  |
| bloque      | 0.17 | 2  | 0.09 | 0.40 | 0.6765  |
| Tratamiento | 1.26 | 6  | 0.21 | 0.99 | 0.4750  |
| Error       | 2.56 | 12 | 0.21 |      |         |
| Total       | 4.00 | 20 |      |      |         |

#### Anexo 6. ANAVA para la variable peso de 100 granos.

##### 100 granos

| Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------|----|----------------|-------------------|------|
| 100 granos | 21 | 0.67           | 0.46              | 6.66 |

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

| F.V.        | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 49.53 | 8  | 6.19 | 3.10 | 0.0383  |
| bloque      | 4.36  | 2  | 2.18 | 1.09 | 0.3672  |
| Tratamiento | 45.17 | 6  | 7.53 | 3.76 | 0.0242  |
| Error       | 24.00 | 12 | 2.00 |      |         |
| Total       | 73.54 | 20 |      |      |         |

### Anexo 7. Contrastes ortogonales para la variable peso de 100 granos.

#### Contrastes

| Tratamiento | Contraste | E.E. | SC    | gl | CM    | F     | p-valor |
|-------------|-----------|------|-------|----|-------|-------|---------|
| Contraste1  | 2.73      | 5.29 | 0.53  | 1  | 0.53  | 0.27  | 0.6153  |
| Contraste2  | 11.74     | 5.66 | 8.61  | 1  | 8.61  | 4.31  | 0.0601  |
| Contraste3  | -5.33     | 1.63 | 21.31 | 1  | 21.31 | 10.65 | 0.0068  |
| Contraste4  | -2.20     | 2.00 | 2.43  | 1  | 2.43  | 1.21  | 0.2922  |
| Total       |           |      | 32.88 | 4  | 8.22  | 4.11  | 0.0252  |

### Anexo 8. ANAVA para la variable rendimiento.

| Variable         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| RAIZ rendimiento | 21 | 0.76           | 0.60              | 20.68 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V.        | SC       | gl | CM      | F    | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo      | 13613.63 | 8  | 1701.70 | 4.74 | 0.0081  |
| bloque      | 3038.40  | 2  | 1519.20 | 4.24 | 0.0406  |
| Tratamiento | 10575.23 | 6  | 1762.54 | 4.91 | 0.0093  |
| Error       | 4303.72  | 12 | 358.64  |      |         |
| Total       | 17917.35 | 20 |         |      |         |

### Anexo 9. ANAVA para la variable días a floración.

| Variable         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------------|----|----------------|-------------------|------|
| días a floracion | 21 | 0.29           | 0.00              | 1.47 |

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

| F.V.        | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 1.24 | 8  | 0.15 | 0.61 | 0.7546  |
| bloque      | 0.29 | 2  | 0.14 | 0.56 | 0.5841  |
| Tratamiento | 0.95 | 6  | 0.16 | 0.63 | 0.7079  |
| Error       | 3.05 | 12 | 0.25 |      |         |
| Total       | 4.29 | 20 |      |      |         |

**Anexo 10. ANAVA para la variable dias a madures fisiologica.**

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------|----|----------------|-------------------|------|
| dias madures | 21 | 0.44           | 0.07              | 1.38 |

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

| F.V.        | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo.     | 7.62  | 8  | 0.95 | 1.20 | 0.3743  |
| bloque      | 1.14  | 2  | 0.57 | 0.72 | 0.5066  |
| Tratamiento | 6.48  | 6  | 1.08 | 1.36 | 0.3055  |
| Error       | 9.52  | 12 | 0.79 |      |         |
| Total       | 17.14 | 20 |      |      |         |

**Anexo 11. ANAVA para la variable altura de planta 15 dias.**

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------|----|----------------|-------------------|------|
| altura 15 | 21 | 0.86           | 0.76              | 6.76 |

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

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo.     | 88.59  | 8  | 11.07 | 8.92  | 0.0005  |
| bloque      | 68.40  | 2  | 34.20 | 27.54 | <0.0001 |
| Tratamiento | 20.18  | 6  | 3.36  | 2.71  | 0.0670  |
| Error       | 14.90  | 12 | 1.24  |       |         |
| Total       | 103.49 | 20 |       |       |         |

**Anexo 12. ANAVA para la variable altura de planta 30 dias.**

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------|----|----------------|-------------------|------|
| altura 30 | 21 | 0.70           | 0.50              | 5.09 |

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

| F.V.        | SC    | gl | CM    | F    | p-valor |
|-------------|-------|----|-------|------|---------|
| Modelo.     | 43.95 | 8  | 5.49  | 3.49 | 0.0255  |
| bloque      | 24.51 | 2  | 12.25 | 7.79 | 0.0068  |
| Tratamiento | 19.44 | 6  | 3.24  | 2.06 | 0.1352  |
| Error       | 18.88 | 12 | 1.57  |      |         |
| Total       | 62.83 | 20 |       |      |         |

**Anexo 13. ANAVA para la variable altura de planta 45 días.**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV         |
|----------|----|----------------|-------------------|------------|
| altura   | 45 | 21             | 0.45              | 0.08 11.23 |

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

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo.     | 256.43 | 8  | 32.05 | 1.21 | 0.3675  |
| bloque      | 146.50 | 2  | 73.25 | 2.77 | 0.1022  |
| Tratamiento | 109.93 | 6  | 18.32 | 0.69 | 0.6595  |
| Error       | 316.78 | 12 | 26.40 |      |         |
| Total       | 573.21 | 20 |       |      |         |

#### Anexo 14. Costo por litro de biofertilizante.

| Biofertilizantes   |               |                    |               |
|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| Super magro        | Precio        | Multimineral       | Precio        |
| Suero              | 30            | Suero              | 30            |
| Melaza             | 81            | Melaza             | 36            |
| Zinc               | 85.56         | Roca fosforica     | 15            |
| Magnesio           | 17.6          | Salitre            | 15            |
| Manganeso          | 11.23         | Harina de roca     | 15            |
| Cobre              | 26.43         | Cobre              | 80            |
| MM liquido         | 23            | MM                 | 46            |
| MM solido          | 46            | MM liquido         | 23            |
| Calcio             | 11.04         | Magnesio           | 24            |
| Barril             | 15.56         | Manganeso          | 68            |
| <b>Total</b>       | <b>347.41</b> | Potacio            | 60            |
| <b>costo litro</b> | <b>3.47</b>   | Barril             | 15.56         |
|                    |               | Zinc               | 52.72         |
|                    |               | Boro               | 51.75         |
|                    |               | <b>Total</b>       | <b>532.03</b> |
|                    |               | <b>costo litro</b> | <b>5.32</b>   |

### Anexo 15. Costo por litro de caldo mineral

| Caldos minerales   |               |                    |               |
|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| <b>Bordelés</b>    | <b>Precio</b> | <b>Visoza</b>      | <b>Precio</b> |
| Cobre              | 4.4           | Cobre              | 4.4           |
| cal                | 1             | Magnesio           | 1.77          |
| <b>Total</b>       | <b>5.4</b>    | Zinc               | 4.55          |
| <b>Costo litro</b> | <b>0.54</b>   | Cal                | 2.35          |
|                    |               | <b>Total</b>       | <b>13.07</b>  |
|                    |               | <b>Costo litro</b> | <b>1.31</b>   |