

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES FERTILIZANTES ORGÁNICOS A TRES
DOSIS DIFERENTES SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*, EN CONDICIONES DE AGRICULTURA
URBANA**

ÁLVARO ANDRÉS ORTIZ ROJAS

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial

para optar el título de

BIÓLOGO

Neidy Clavijo Ponce

Directora

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ D.C.

Junio de 2010

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará por qué no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y por que la tesis no contenga ataques personales contra persona alguna, antes bien se ves en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

Resumen

En la ciudad de Bogotá, se presenta una alternativa de producción de alimentos para autoconsumo y comercialización denominada, agricultura urbana. Entre los alimentos más cultivados bajo esta modalidad se encuentra el fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, que en condiciones de fertilidad natural ostenta baja tasa de crecimiento y rendimiento. Una alternativa a estos problemas de crecimiento y rendimiento en el cultivo de fríjol es la fertilización orgánica, ya que suple necesidades nutricionales, aportando altos niveles de minerales esenciales para el cultivo. Algunas veces se han utilizado dosis deficientes que conducen a problemas de rendimiento y dosis excesivas que conducen a un desequilibrio mineral que afecta la tasa de crecimiento. Es por esto que el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la tasa de crecimiento y rendimiento del cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza* en condiciones de agricultura urbana, mediante el uso de tres fertilizantes orgánicos (Té de Compost, Té de Humus de lombriz y Caldo Súper Cuatro) a tres dosis diferentes 100ml, 200ml, 300ml y un tratamiento control, formando 10 tratamientos en total con 6 repeticiones cada uno; se realizó un diseño de bloques completamente al azar para observar cual fue el fertilizante que tuvo mayor efecto sobre las variables evaluadas, y un diseño completamente al azar para saber las diferencias entre la totalidad de los tratamientos evaluados, seguido de esto, se efectuó una prueba de correlación de Spearman para observar si existe correlación entre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol. El análisis de varianza mostro diferencias significativas entre los fertilizantes evaluados, arrojando al Té de Humus de lombriz como el fertilizante que presentó un efecto superior sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol, seguido del fertilizante té de compost y caldo súper cuatro respectivamente. De la misma manera se presentaron diferencias significativas entre las plantas a las que se les aplicó fertilizantes orgánicos y las plantas control, siendo los tratamientos de los fertilizantes orgánicos los que obtuvieron los mejores resultados; en contraste, no se presentaron diferencias significativas entre las dosis evaluadas de los fertilizantes orgánicos. Sin embargo se presento una alta correlación entre las variables tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol. Razones por las cuales se recomienda el uso del fertilizante té de humus de lombriz para el cultivo de fríjol ya que se obtuvo un óptimo rendimiento en las plantas a las que se les aplicó este fertilizante.

Introducción

La agricultura urbana se desarrolla dentro de los límites o en los alrededores de la ciudad e incluye los productos de las actividades agrícolas que se desarrollan en zonas urbanas y periurbanas (FAO, 2002). Se caracteriza por ser una agricultura heterogénea practicada por agentes locales o migrantes, es multicultural y está ajustada al estilo de vida urbano, así como a la transformación ecológica de la ciudad y la reutilización productiva de residuos urbanos (Méndez *et al*, 2005).

Algunas veces los cultivos agrícolas establecidos en la ciudad de Bogotá, presentan baja tasa de crecimiento y rendimiento en condiciones típicas de cultivo¹, causando que no sean auto sostenibles para el autoconsumo o comercialización (Salazar, 2004). Según las investigaciones realizadas por la Red de Agricultores Urbanos de Bogotá, se han utilizado dosis insuficientes de fertilizantes orgánicos que producen problemas en la productividad de las cosechas, y en ocasiones dosis excesivas que conducen a problemas ambientales como la perdida en la buena parte de la biodinámica del sustrato, que consiste en un desequilibrio por exceso o deficiencia de nutrientes absorbidos por la planta, afectando así la el uso del mismo sustrato para el establecimiento de otros cultivos en el mismo lugar (Navarro, 2001).

Como respuesta a esta problemática, en la presente investigación se realizó la evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana. Esta investigación aporta información acerca del uso de algunos fertilizantes orgánicos en prácticas de agricultura urbana mediante la utilización de fertilizantes (Té de compost, Té de humus de lombriz y Caldo súper cuatro); así mismo se genera información del uso adecuado en las dosis de fertilizantes orgánicos en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana en la ciudad de Bogotá, mediante la estandarización de las dosis evaluadas en cada uno de los fertilizantes orgánicos utilizados en el estudio.

1. *Condiciones típicas de cultivo*: Son las plantas cultivadas por agricultores urbanos, que no presentan aplicaciones de fertilizantes y ningún tipo de suplemento nutricional que aporta nutrientes a la planta para su crecimiento y desarrollo.

El objetivo general de este trabajo es evaluar el efecto en la aplicación de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de Agricultura urbana en la ciudad de Bogotá.

Para esto se estudió el efecto de la aplicación de tres fertilizantes orgánicos con tres dosis diferentes en la tasa de crecimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*. Así mismo se estudio el efecto en la aplicación de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes en el rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*. Y por último se evaluó la correlación entre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana en la ciudad de Bogotá.

Justificación y planteamiento del problema

En América Latina existe una estrategia alimentaria de autoproducción, llamada AGRICULTURA URBANA (Cabannes y Mougeot. 1999). La agricultura urbana según la definición presentada por la RUAF fundación “es el cultivo de plantas y la cría de animales dentro y alrededor de las ciudades”. Para la RUAF (2001) la agricultura urbana “se inserta en la interacción con el ecosistema urbano; estos vínculos incluyen el uso de los residentes urbanos como mano de obra, el uso de los recursos urbanos típicos (como los residuos orgánicos como compost y las aguas residuales urbanas para el riego), ya que es hace parte integral del sistema urbano”.

Dentro del sistema integral urbano del distrito capital, el uso de fertilizantes orgánicos en prácticas de agricultura urbana no es muy frecuente, existe un vacío de información acerca del uso y potencialidad de los fertilizantes orgánicos y así mismo un desconocimiento por parte de los agricultores urbanos en la utilización de dosis adecuadas de estos fertilizantes (Salazar, 2004). En ocasiones los cultivos urbanos presentan baja tasa de crecimiento y rendimiento en condiciones de fertilidad natural, causando que los cultivos no sean auto sostenibles para el consumo propio o comercialización de los alimentos producidos (Salazar, 2004). Según las investigaciones realizadas por la Red de Agricultores Urbanos de Bogotá, se han utilizado dosis deficientes de fertilizantes orgánicos que conducen a bajas cosechas y en ocasiones dosis

excesivas que conducen a problemas ambientales como la pérdida en la buena parte de la biodinámica del sustrato, que consiste en un desequilibrio por exceso o deficiencia de nutrientes absorbidos por la planta, afectando directamente el crecimiento y rendimiento (Navarro, 2001).

Así mismo en cada cosecha producida por los alimentos cultivados en agricultura urbana, se extraen del sustrato altos volúmenes de elementos que hacen que este sea más pobre cuando se cultiva; el sustrato bajo cultivos pierde buena parte de su biodinámica debido al uso de agroquímicos; a las sales de los fertilizantes inorgánicos; a los altos volúmenes de agua de riego, que provocan lixiviación y percolación profunda de elementos nutritivos y lavado de bases, acidificando el terreno y causando toxicidad; todos estos factores contribuyen a la pérdida de la fertilidad y por ende a problemas de producción en los cultivos (Red Águila, 2007).

Existen diversas alternativas para mejorar el rendimiento y crecimiento presentado por las plantas en cultivos urbanos, una de estas es el uso apropiado de fertilizantes orgánicos siendo un sistema que reúne los aspectos agronómicos, ecológicos, económicos y sociales; en esta agricultura se integra el uso de insumos de origen orgánico, tales como estiércoles y residuos vegetales (Gómez, 2005). El propósito del estudio de fertilización orgánica en un contexto de agricultura urbana (AU) es alcanzar una mayor tasa de crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*, mediante el uso de fertilizantes orgánicos, optimizando el estado nutricional y fisiológico de la planta, aportando a la disminución de la dependencia de los agricultores a los agro-tóxicos comerciales.

Marco teórico

Agricultura Urbana

En Bogotá un número considerable de familias de escasos recursos económicos cultivan parte de sus propios alimentos en su casa o en áreas aledañas, generando así una alternativa de sustento alimentario llamada *AGRICULTURA URBANA (AU)* (Salazar, 2004). La Agricultura Urbana es una herramienta muy valiosa dentro de los programas de seguridad alimentaria, y básicamente está dirigida a mejorar la alimentación a través de la promoción, establecimiento y seguimiento de huertas de producción agroecológica (Gliessman & Méndez, 2000).

Llamamos Agricultura Urbana a la práctica agrícola y pecuaria en las ciudades, que por iniciativa de los productores desplazados muchas veces en los barrios marginales, o pueblos jóvenes y periurbanos, colindantes a las ciudades; utilizan los mismos recursos locales, como mano de obra, espacios, agua y desechos sólidos orgánicos y químicos, así como servicios, con el fin de generar productos de autoconsumo y también destinados a la venta en el mercado” (Red Águila, 2007).

Las condiciones de producción de cultivos agrícolas urbanos en la ciudad de Bogotá se basan principalmente en la generación y aplicabilidad de tecnologías limpias que permitan mejorar los sistemas de cultivo y producción de especies vegetales de clima frío, por parte de la población del Distrito Capital (Gómez, 2005). Entre estas condiciones de agricultura urbana se encuentran el uso de pequeñas superficies (solares, huertos, márgenes, terrazas, recipientes) situadas dentro de una ciudad y destinadas a la producción de cultivos, la optimización de estos espacios se hace a través del empleo de contenedores como lo son canecas, botellas, guacales, bolsas plásticas, que permitan el establecimiento de cultivos agrícolas en zonas urbanas (Red Águila, 2007)

De la misma manera otra condición importante en agricultura urbana es el uso de sustratos orgánicos, como el compost-cascarilla, ya que es de fácil obtención y da un mayor rendimiento a los cultivos, aportando altos niveles de macronutrientes esenciales como lo es el nitrógeno, fósforo y potasio, aumentando la materia orgánica disponible en el suelo para la planta; lo que hace que sea un sustrato elaborado para la generación de sistemas productivos sostenibles, con un bajo costo de implementación, de fácil adaptación y apropiación por parte de la comunidad (Alcaldía Mayor de Bogotá & Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2007).

Nutrición Vegetal

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

La nutrición vegetal es el modo de asimilación de los nutrientes minerales por parte de las plantas (Taiz & Zeiger, 2007), los nutrientes minerales son los elementos incorporados principalmente en forma de iones inorgánicos, los altos rendimientos agrícolas dependen en gran medida de la fertilización con nutrientes minerales, de hecho los rendimientos de la mayoría de los cultivos aumentan linealmente con la cantidad de fertilizante que absorben (Coll & Gregorio, 2005). No obstante, los cultivos vegetales emplean menos de la mitad del fertilizante que se les aplica; el resto de minerales se lixivian en las aguas superficiales o subterráneas, y se unen a las partículas del suelo o contribuyen a la contaminación del aire (Miller, 2005).

Un elemento esencial se considera aquél cuya ausencia impide a la planta completar su ciclo de vida (Miller, 2005) solo algunos elementos son considerados esenciales para el crecimiento vegetal. Para Taiz & Zeiger (2007) los elementos esenciales se deben clasificar según su papel biológico y su función fisiológica. Es por esto que se presenta la siguiente clasificación:

Para el primer grupo (Tabla 1), se encuentran los elementos que forman compuestos orgánicos con carbono de la planta. Las plantas asimilan estos nutrientes en reacciones bioquímicas que incluyen la carboxilación y la oxido-reducción. En el segundo grupo, radica la importancia en reacciones de almacenamiento de energía o de mantenimiento de la integridad estructural; los elementos de este grupo se presentan en su mayoría en tejidos vegetales en forma de fosfatos, boratos y ésteres de silicato, en los que el grupo elemental está unido al grupo hidroxilo de una molécula orgánica. En el tercer grupo, se presentan los tejidos vegetales como iones libres, o como iones unidos a sustancias como ácidos pépticos presentes en la pared celular vegetal. Sus funciones se encuentran como cofactores enzimáticos y en la regulación de los potenciales osmóticos. El cuarto grupo, su funcionalidad se basa principalmente en reacciones que implican una transferencia electrónica.

Tabla 1. Clasificación de los nutrientes minerales de las plantas de acuerdo con su función bioquímica.

| Nutrición mineral | Funciones |
|--------------------------|---|
| Grupo 1 | Nutrientes que forman parte de compuesto orgánicos |
| Nitrógeno (N) | Constituyente de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, hexoaminas, etc., |
| Azufre (S) | Componente de cisteína, metionina y proteínas. Constituyente de ácido lipoico, coenzima A, entre otros. |
| Grupo 2 | Nutrientes importantes en almacenamiento de energía o integridad estructural |
| Fósforo (P) | Componente de azúcares, fosfato, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos, ácido fítico, etc. |
| Silicio (Si) | Se deposita como silicio amorfo en las paredes celulares y contribuye a sus propiedades mecánicas, incluidas la rigidez y elasticidad |
| Boro (B) | Forma complejos con manitol, ácido polimanurónico y otros constituyentes de las paredes celulares. Está implicado en la elongación celular y en el metabolismo de los ácidos nucleicos. |
| Grupo 3 | Nutrientes que permanecen en forma iónica |
| Potasio (K) | Es necesario como cofactor de más de 40 enzimas, Cation principal en el establecimiento de la presión de turgencia celular y en el mantenimiento de la electroneutralidad celular. |
| Calcio (Ca) | Constituyente de la lámina media de las parees celulares. Es necesario como cofactor de varias enzimas implicadas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos. Actúa como segundo mensajero en regulación del metabolismo. |
| Magnesio (Mg) | Es necesario para muchas enzimas implicadas en la transferencia de grupo fosfato. Constituyente de la clorofila. |
| Cloro (Cl) | Es necesario para las reacciones fotosintéticas que implican O ₂ . |
| Manganeso (Mn) | Es necesario para la actividad de algunas deshidrogenasas, descarboxilasas, quinasas, oxidasas, y peroxidasas. Está implicado junto con otros enzimas activadas por cationes, en la generación de O ₂ fotosintético. |

| | |
|----------------|--|
| Sodio (Na) | Está implicado en la regeneración del fosfoenolpiruvato en las plantas C4 y CAM sustituye al potasio en algunas funciones |
| Grupo 4 | Nutrientes implicados en reacciones redox |
| Hierro (Fe) | Constituyente de citocromos y proteínas sin grupo hemo implicadas en la fotosíntesis, la fijación del N ₂ y la respiración. |
| Zinc (Zn) | Constituyente de la alcohol deshidrogenasa, la glutamato deshidrogenasa, la anhidrasa carbónica, etc. |
| Cobre (Cu) | Componente de la ácido ascórbico oxidasa, la tirosinasa, la monoaminooxidasa, la uricasa, la citocromo oxidasa, la fenolasa, la lacasa y la plastocianina. |
| Níquel (Ni) | Constituyente de la ureasa, en bacterias fijadoras de N ₂ , es un constituyente de las hidrogenasas. |
| Molibdeno (Mo) | Constituyente de la nitrogenasa, la nitrato reductasa y la xantina deshidrogenasa. |

Fuente (Taiz & Zeiger, 2007).

Fertilización

La falta de minerales esenciales que aporta el sustrato durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*.

Una alternativa a estos problemas de crecimiento y rendimiento, es la fertilización, que consiste en suplementar a la planta necesidades nutricionales no satisfechas por el suelo en su condición de fertilidad natural (Quinchoa *et al*, 2006). Se han generado alternativas para aumentar la tasa de crecimiento y rendimiento en las especies vegetales cultivadas en agricultura urbana, entre estas estrategias se encuentra la fertilización química y la fertilización orgánica.

La fertilización química presenta diversas características en cuanto abono y mejorador del suelo; entre sus características favorables se encuentra la solubilidad de nutrientes que están más

rápida­mente disponibles para la asimilación por parte de la planta, así mismo la elevada concentración de nutrientes y la baja humedad en los fertilizantes químicos, se constituyen en una de las fortalezas (FAO, 2002). Por otro lado tienen la desventaja que en condiciones de exceso de agua en el suelo, gran cantidad de estos nutrientes pueden ser desaprovechados ya sea por su erosión o lixiviación, contaminando a la vez las aguas superficiales; es por esto que si estos fertilizantes son utilizados de manera discriminada e inadecuada, pueden constituirse en poluentes del suelo y del agua (Navarro, 2001).

Por último los fertilizantes químicos no son considerados como mejoradores del suelo, sus efectos en este sentido pueden ser indirectos a través del aumento de la producción de biomasa, pero así mismo presentan efectos negativos a largo plazo, debido a que erosionan el suelo donde se cultivan (Cubero & Vieira, 1999).

Como otra alternativa se encuentra la fertilización orgánica, que presenta diferentes fortalezas y debilidades como abono y mejorador del suelo; se considera que la aplicación de abonos de origen orgánico contribuye a restaurar la biodiversidad, la dinámica biológica y la fertilidad perdida por el suelo bajo permanente explotación agropecuaria (Cubero & Vieira, 1999). Debido a que los fertilizantes orgánicos son menos solubles, ponen los nutrientes a disposición de las plantas de manera más gradual, de igual forma, al aumentar la materia orgánica en el suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose las pérdidas por lixiviación (Cubero & Vieira, 1999).

Los fertilizantes orgánicos pueden ser catalogados como mejoradores del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento apical y radicular, de igual forma posibilita una mejor aireación contribuyendo al control de la erosión entre otros (FAO, 2002).

Es por esto que el uso de fertilizantes orgánicos es una alternativa agroecológica, que consiste en emplear técnicas y sistemas que eviten que se presenten problemas de contaminación a través del reciclaje de residuos para generar una producción amigable con el medio ambiente y libre de tóxicos, que se pueden presentar en otros sistemas de cultivos (Norgaard, 1998).

Fertilizantes orgánicos

La fertilización orgánica consiste en la adición o mezcla de sustancias naturales utilizadas para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal (Ramírez, 1998); los fertilizantes orgánicos aportan nutrientes a través de la descomposición de residuos vegetales y animales en el suelo lo que constituye un proceso biológico en el cual el carbono es reciclado a la atmósfera como dióxido de carbono, el nitrógeno se vuelve disponible como amonio y como nitrato y otros elementos como fósforo, azufre y algunos micronutrientes se presentan en las formas requeridas por las plantas (Chaimsohn *et al* 2007).

Entre los fertilizantes orgánicos más usados en agricultura urbana en la ciudad de Bogotá se encuentra el Compost, siendo un fertilizante de fácil acceso económico y de rápida producción ecológica por parte de los agricultores (Gómez, 2005).

El Compost es uno de los mejores abonos orgánicos ya que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos (Labrador *et al* 2006). El compost no solo presenta aportes altos de nutrientes para la planta según su composición química (Tabla 3), sino que incide positivamente sobre la actividad microbiana del suelo, influye indirectamente sobre los ciclos de movilización y ayuda a disminuir la inmovilización de macro elementos minerales como el fósforo, azufre, nitrógeno, calcio y potasio, aumentando la mineralización del suelo y reduciendo la inmovilización de nutrientes presentada en el frijol bajo condiciones normales de cultivo (Hirzel & Rodriguez, 2004).

Otro fertilizante orgánico utilizado en agricultura urbana, al que se le atribuyen excelentes resultados en cultivos agrícolas urbanos es el Humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*); gracias a la fácil producción de altos volúmenes de fertilizante con un bajo costo tanto económico como de producción, presentando un desarrollo agroecológico sustentable (Castiblanco, 2004). El Humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) presenta un contenido de minerales muy altos (Tabla 3), entre estos minerales esenciales se encuentra el nitrógeno, fósforo y potasio, que libera lentamente, incrementando la disponibilidad de los

elementos ya existentes en el suelo para ser absorbidos por la planta (Canellas & Rocha 2004). Debido a la riqueza en micro elementos el Humus de lombriz roja californiana es uno de los fertilizantes más completos ya que mejora las condiciones del suelo, reteniendo la humedad y aumentando la capacidad de retención de agua, propiciando y acelerando las etapas de germinación, floración y llenado de vainas en leguminosas. (Perea *et al* 2000).

Por último, otro fertilizante orgánico comúnmente producido en prácticas agrícolas urbanas, es el Caldo Súper cuatro, éste fertilizante es preparado por agricultores urbanos en la ciudad de Bogotá, su utilidad radica en la venta a cultivos agrícolas rurales, pero de su uso se presentan pocos registros que aseguren su dosificación y uso por parte de los agricultores urbanos (Castiblanco, 2004).

El Caldo Súper 4, debido a su composición química (Tabla 3) que actúa directamente sobre los elementos minerales del suelo, el caldo súper cuatro genera materia orgánica con contenidos mínimos del 15%; aportando altos niveles de nitrógeno, potasio y fósforo, y altos contenidos de azufre necesarios para todas las proteínas presentes en las legumbres; gracias a este aporte de nutrientes a la planta el caldo súper cuatro presenta un efecto directo sobre la tasa de crecimiento de la planta en sus primeros días de desarrollo ya que actúa específicamente sobre los aminoácidos específicos que requiere la planta en sus primeros días de desarrollo, donde genera un aumento en la longitud. (Viterí *et al* 2008).

Tabla 4. Características físico-químicas Compost Biofort (Registro ICA N° 6269).
Características físico-químicas Té de Humus de lombriz Californiana (*Eisenia foetida*).
Características físico-químicas Caldo Súper Cuatro.

| Té de Compost | | Té de Humus de lombriz | Caldo Súper cuatro |
|------------------------|------------|------------------------|--------------------|
| NITROGENO TOTAL | 1.49%-1.8% | 1.80%-2.2% | 1.40% |

| | | | |
|---|----------------|---------------------|------------------|
| FOSFORO ASIMILABLE | 0.91%-2.53% | 0.75%-1.6% | 1400 ppm |
| POTASIO | 1.1%-2.98% | 3.20%-5.6% | 11 meq-g |
| CALCIO | 1.42%-5.83% | 2.60%-4.6% | 6.7 meq-g |
| CARBONO ORGÁNICO | 9.40%-11.70% | 39.90% | 0.50% |
| RELACIÓN C/N | 8-10.2 | 13.7 | 1.4 |
| CENIZAS | 51% | 80mg/Kg | 2000 ppm |
| HUMEDAD MÁXIMA | 15% | 0.64%-0.8% | 19.5 meq-g |
| CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO | 44.40 meq/100g | 165 mg/Kg | 2000 ppm |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | 24.90 d s/m | 67.5 mg/Kg | 200 ppm |
| PH | 7.4-9.51 | Mn 400 mg/Kg | Mn 10 ppm |

Fuente (Elaboración propia con base en: Compost Biofort, Registro ICA N° 6269; Canellas & Rocha 2004 y Viterí *et al* 2008).

Fríjol. (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*.

Entre las especies cultivadas en agricultura urbana se encuentra el fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, siendo una especie fundamental para combatir parte de la inseguridad alimentaria (Alcaldía Mayor de Bogotá & Jardín Botánico José Celestino Mutis, 2007)

En el cultivo de fríjol la mayoría de los agricultores basan su fertilización en altas dosis debido al desconocimiento de las concentraciones adecuadas, por lo que existe exceso en dosis de nitrógeno y dosis variables de fósforo, descuidando otros nutrientes de igual importancia como lo son el potasio, magnesio, calcio y azufre, llevando a un continuo desbalance de nutrientes que

perjudican la fertilidad del cultivo produciendo así una absorción desproporcionada de nutrientes por parte de la planta (Arias *et al* 2007).

El fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*, es una planta que presenta altos requerimientos nutricionales para obtener un óptimo rendimiento; según Arias *et al* (2007), el fríjol debe absorber cantidades altas de N, P y K y en menor cantidad S, Mg y Ca; como se observa en la (Tabla 1), debido a los requerimientos esenciales por m² de fríjoles de crecimiento determinado y arbustivo.

Tabla 2. Exigencias nutricionales del fríjol.

| Componentes de la Cosecha | g/m2 | | | | | |
|---------------------------|------|---|----|----|----|----|
| | N | P | K | Ca | Mg | S |
| Vainas | 32 | 4 | 22 | 4 | 4 | 10 |
| Tallo | 65 | 5 | 71 | 50 | 14 | 15 |
| Total | 96 | 9 | 93 | 54 | 18 | 25 |

Fuente (Arias *et al* 2007). Conversión de Kg/ha.

Según Flor (2000) el requerimiento mineral en cuanto a macro elementos que actúan principalmente sobre la productividad del fríjol se observan en la (Tabla 2).

Tabla 3. Exigencias nutricionales del fríjol por planta.

| Componentes de la Cosecha | g/planta | | | | | |
|---------------------------|----------|------|------|------|-------|-------|
| | N | P | K | Ca | Mg | S |
| Vainas | 0.53 | 0.07 | 0.36 | 0.07 | 0.066 | 0.166 |
| Tallo | 1.08 | 0.08 | 1.18 | 0.83 | 0.23 | 0.25 |
| Total | 1.6 | 0.15 | 1.55 | 0.9 | 0.3 | 0.416 |

Fuente (Flor, 2000). Conversión de Kg/ha.

El fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, presenta una gran adaptabilidad de siembra desde 1400 hasta 3000 msnm, requiere entre 300 a 400 mm de lluvia anual (Velásquez & Giraldo, 2005). Un suelo óptimo para el cultivo de fríjol tiene que ser profundo, fértil, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcillosos ya que el buen drenaje y la aireación son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo (Lima, 1996). Se debe evitar sembrar en suelos ácidos, con contenidos altos en manganeso y aluminio y bajos en elementos menores; El pH óptimo para fríjol está comprendido entre 5,0 y 7,5 aunque es tolerante a pH entre 4,5 y 8,2 (Lima, 1996).

Tasa de Crecimiento y Rendimiento.

La tasa de crecimiento se define como un aumento irreversible en volumen, el componente del crecimiento vegetal es la expansión celular dirigida por la presión de turgencia (Taiz & Zeiger, 2008). Durante el proceso, las células aumentan en volumen varias veces, así mismo la tasa de crecimiento se mide a medida de que una región del eje de la planta se mueve desde el ápice, su tasa de crecimiento aumenta, hasta que se alcanza una constante limitante igual a la tasa de extensión del órgano, siendo la tasa de crecimiento final la pendiente constante, final de la trayectoria del crecimiento (Azcon & Coor, 2008).

El rendimiento se define en términos fisiológicos en el peso seco que presente la planta en sus diferentes partes que lo componen, como lo es, tallo, hojas, brotes, flores, frutos (Taiz & Zeiger, 2008). Así mismo se expresa en las plantas como la parte utilizada ya sea, a nivel industrial o alimenticio del cultivo, en el fríjol, el rendimiento se define en términos de peso seco de los brotes que presente la planta, número de vainas, peso seco de vainas y peso seco de semillas colectadas (Rosales *et al*, 2008).

Pregunta de investigación.

¿Cuál es el efecto en la aplicación de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana en la ciudad de Bogotá?

Objetivos

General

- Evaluar el efecto en la aplicación de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de Agricultura urbana en la ciudad de Bogotá.

Objetivos

Específicos

- Estudiar el efecto de la aplicación de tres fertilizantes orgánicos con tres dosis diferentes en la tasa de crecimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana en la ciudad de Bogotá.
- Estudiar el efecto en la aplicación de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes en el rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana en la ciudad de Bogotá.
- Evaluar la correlación entre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana en la ciudad de Bogotá.

Hipótesis.

- Las dosis de fertilizantes orgánicos con una alta concentración de macro elementos incrementan la tasa de crecimiento y rendimiento del cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, en condiciones de agricultura urbana en la ciudad de Bogotá.

Metodología.

Ubicación

El presente estudio es una investigación de tipo analítico, que se realizó en la UICAU (Unidad Integral Comunitaria de Agricultura Urbana); seccional salitre, dentro de las instalaciones del Jardín Botánico José Celestino Mutis, en la ciudad de Bogotá (Figura 1). El área de estudio presenta las siguientes coordenadas 4° 40' 24" Latitud Norte y 74° 06' 14.5" Longitud oeste; con una precipitación media anual de 713 mm y una altura de 2.551 msnm (IDEAM).



Figura 1. Jardín Botánico José Celestino Mutis.

Procedimiento

El proceso de evaluación de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y productividad del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerínza*, se divide en tres etapas principalmente:

Siembra.

El semillero se estableció inicialmente en 1 bandeja de 100 alveolos que tenía como sustrato 500g de Turba proveniente del Jardín Botánico José Celestino Mutis, en donde se inició el proceso de siembra de 60 semillas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerínza*, provenientes de Semicol. A los 40 días las semillas presentaron un porcentaje de germinación y pureza del 90%, durante los

días de siembra se presentaron condiciones de clima lluvioso, por lo que no se realizó ningún riego antes del trasplante a contenedores definitivos.

Simultáneamente al establecimiento del semillero, se inició la elaboración de los fertilizantes:

- La preparación del Té de Compost y del Té de humus de lombriz, se basaron en el protocolo de Sanabria (2009); el Compost y el Humus de lombriz utilizado, provinieron del Jardín Botánico José Celestino Mutis; la preparación de estos fertilizantes consistió en tomar un recipiente plástico (Caneca 100lt), llenar el recipiente con agua hasta 100lt, seguido de esto, tomar una lona o un costal de fique, llenar la lona o costal con 5kg de Compost o Humus de Lombriz dependiendo del fertilizante que se vaya a preparar (Té de Compost o Té de Humus de Lombriz); Amarrar la lona o el costal con una pita.

Por último incorporar la lona o costal al recipiente con agua, tapar con una bolsa plástica negra la boca de la caneca, se mezcló cada dos días durante 5 minutos por ocho días y quedó preparado para ser utilizado. El modo de aplicación de estos fertilizantes fue de forma líquida, utilizando un recipiente en el cual estuvieron marcadas cada una de las dosis aplicadas (100ml, 200ml y 300ml); la frecuencia de aplicación fue cada 8 días hasta el inicio de la cosecha.

- El fertilizante Caldo Súper Cuatro se obtuvo a través de la Red de Agricultores Urbanos de Usme que se basan en el protocolo de Velosa *et al*, (2003) que consiste inicialmente en la mezcla de Sulfatos (Sulfato de cobre, Sulfato de magnesio, Sulfato de zinc, Sulfato de hierro, Sulfato de manganeso) seguido de esto, la adición de Estiércol fresco, melaza, leche y boro.

Después de agregar el último insumo (en el orden propuesto) se agrega agua hasta completar 180 litros, se tapa herméticamente el recipiente y se deja fermentar, por 15 días en clima cálido ó 20°C en clima frío.

Por último, el modo de preparación fue una dilución de 1lt de Caldo Súper Cuatro en 20 lt de agua; seguido de esto se aplicaron las dosis en forma líquida para cada una de los tratamientos evaluados según su dosificación (100ml, 200ml y 300ml); la frecuencia de

aplicación fue cada 8 días hasta el inicio de la cosecha. Debe tenerse la precaución de no sobrepasar porque el caldo contiene elementos menores que aplicados excesivamente causan toxicidad al cultivo.

Trasplante

A los cuarenta días de la siembra, se inició el proceso de llenado de contenedores, usando 60 canecas con una capacidad de 20 lit., en las cuales se agregó una mezcla de suelo que contenía 5 bultos de Compost Biofort de 50Kg cada uno, mezclados con 2 ½ de cascarilla quemada, siendo la cantidad suficiente para llenar 60 canecas con una capacidad de 20lit.

Una vez llenadas las canecas se trasplantó el frijol: 1 plántula por caneca por método de siembra directa en donde se abrieron pequeños huecos de 5cm de profundidad para cada una de las 60 plántulas. El área que ocupan las 60 canecas es de 1m² dentro de la UICAU (Unidad Integral Comunitaria de Agricultura Urbana) en donde se inició el proceso de medición de variables.

Medición de variables

Las variables determinadas son tasa de crecimiento (Variable 1) y rendimiento (Variable2). Para llevar a cabo la medición de variables, en la evaluación de los tres fertilizantes orgánicos a dosis diferentes, se hicieron diez tratamientos correspondientes a:

- Tres niveles por tratamiento con fertilizante Té de Compost adecuado a los tratamientos (T1-T2-T3).
- Tres niveles con fertilizante Té de Humus de lombriz (T4-T5-T6).
- Tres niveles con fertilizante Caldo Súper Cuatro (T7-T8-T9).
- Un nivel sin fertilizante. Tratamiento Control (T10).

Para cada fertilizante se utilizaron tres dosis de 100ml, 200ml y 300ml correspondiente a los tres niveles pertenecientes a cada uno de los fertilizantes; todos los niveles de evaluación presentaron repeticiones de 6 plántulas/tratamiento (Figura 2).

Para la tasa de crecimiento se realizaron mediciones en las variables número de foliolos (V 1.1) y longitud aérea de la planta (V.1.2).

Para el rendimiento se realizaron mediciones en las variables de peso seco total de las vainas (V2.1), peso seco final de las semillas de frijol colectadas (V2.2) y número de vainas (V2.3).

El tiempo de medición de las variables se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Medición de Variables.

| Variables | Frecuencia de medición |
|---|---|
| V1.1 Número de foliolos | 8 días después del trasplante a contenedor caneca definitivo, con una periodicidad de cada 15 días hasta el inicio de la cosecha. |
| V1.2 Longitud aérea | |
| V2. 1 Peso seco total de las vainas | Se realizaron las mediciones al final de la cosecha |
| V2.2 Peso seco final/semillas colectadas | |
| V2.3 Número de Vainas | Inicio del proceso de desarrollo de las vainas, con una periodicidad de cada 15 días hasta el inicio de la cosecha |

(Fuente: propia)

Durante la etapa de medición de variables en contenedor definitivo, las condiciones medio ambientales fueron inicialmente para los primeros 60 días, temperaturas altas entre los 20° a 28°C (pie de página fuente); durante estos días se realizaron riegos (cantidad de agua aproximada, como se hacía?) cada dos días durante las horas de la mañana. Después de esto, los 60 días siguientes se presentó un clima lluvioso con temperaturas bajas entre 10° y 12°C, por lo que los riegos se realizaron cada 6 días durante las horas de la mañana.

Diseño Experimental

La fase de campo desde la siembra directa a contenedor definitivo duró 120 días desde el 19 de noviembre de 2009 hasta el 19 de marzo de 2010, correspondiente al inicio de la cosecha. El diseño experimental utilizado en el proceso de evaluación del estudio, es un ANOVA de dos vías, formando un arreglo experimental de 3X3 (3 Fertilizantes X 3 Dosis); de la misma manera se realizó un ANOVA de una vía para comparar los fertilizantes y el control, formando un arreglo experimental de 4X1 (4 tratamientos correspondientes a 3 fertilizantes y el control X Dosis), para cada una de las diferentes dosis establecidas; después de realizar el ANOVA de dos vías se efectuó la prueba de Tukey para saber entre que fertilizantes se presentaron las diferencias significativas, por último, se realizó la prueba de Spearman para medir la correlación entre la variable tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol.

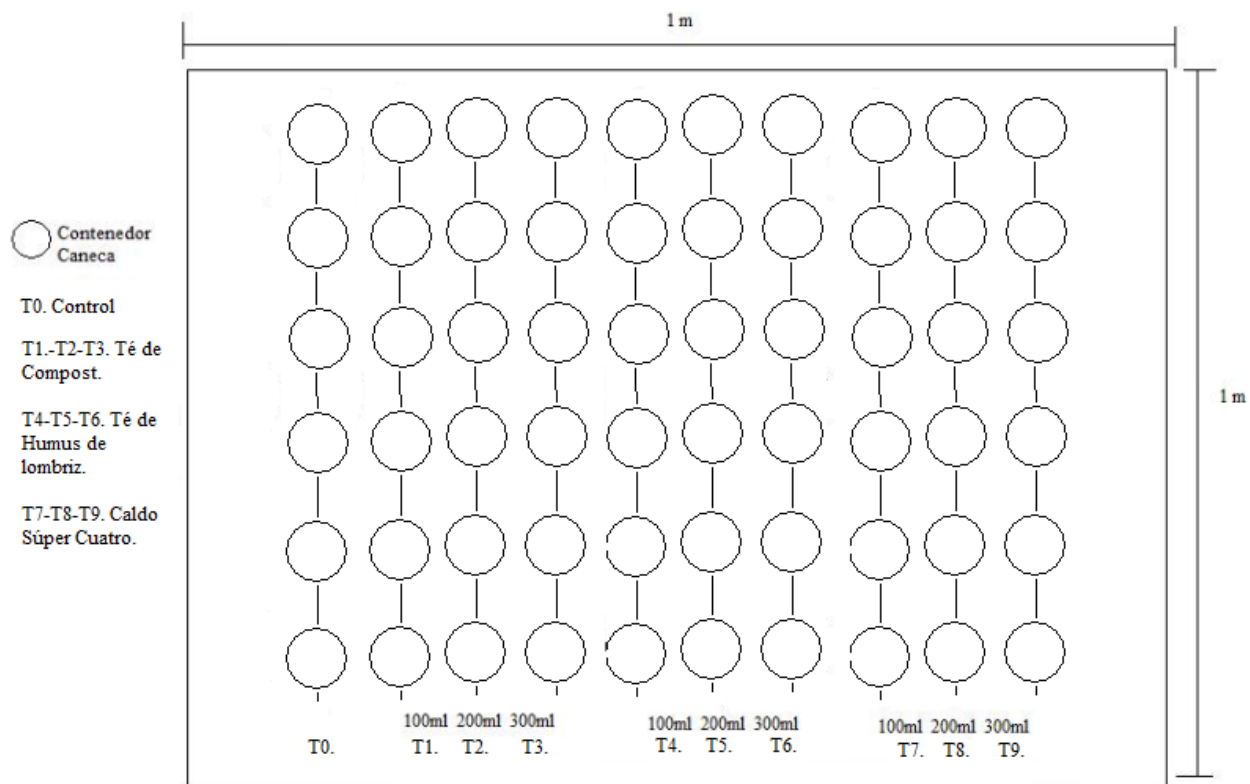


Figura 2. Diagrama de los tratamientos utilizados. (Fuente: propia)

Resultados y discusión.

Efecto de los fertilizantes sobre la tasa de crecimiento.

Para la medición de la tasa de crecimiento en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, se tomaron datos del crecimiento expresados en número de foliolos y longitud aérea. Los resultados arrojados de la aplicación de los fertilizantes orgánicos sobre el número de foliolos se presentan en la tabla 6. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas entre los fertilizantes evaluados (1,8%), siendo las plantas pertenecientes al fertilizante té de humus de lombriz, las que presentaron un número mayor de foliolos hacia el final del muestreo, seguido de los tratamientos a los que se les aplicó el fertilizante caldo súper cuatro y té de compost respectivamente.

Esto podría explicarse debido a que el fríjol es una planta que tiene altos requerimientos nutricionales, principalmente necesita para su crecimiento y desarrollo altas cantidades de nitrógeno potasio y fósforo y en menor cantidad de elementos como lo son calcio y magnesio entre otros (Hernández, 2009). Al respecto, según el análisis físico-químico, el té de Humus de lombriz, presentó un porcentaje mayor de nitrógeno (2,37%), potasio (155 p.p.m) y fósforo (14,9 %), en comparación con la composición química de los fertilizantes Té de Compost y Caldo Súper Cuatro (figura 3); por lo que, la presencia de altas cantidades de elementos esenciales de fácil traslocación en la planta de fríjol, pueden haber inducido un rápido y fácil transporte de nutrientes, actuando sobre las primeras etapas de crecimiento; concordando con Canellas & Facanha (2004) en que, el uso del humus de lombriz en cultivos agrícolas, hace que las plantas tengan un elevado contenido de carbohidratos estructurales y materia orgánica que confiere una mejor estructura a nivel de porosidad del sustrato, a su vez sirve de sostén para la planta, lo que permite el intercambio de aire, facilita la absorción de agua favoreciendo la obtención de nutrientes y en consecuencia, el crecimiento del fríjol.

Para las plantas a las que se les aplicó fertilizante orgánico y las que estuvieron en condiciones típicas de cultivo (control), el análisis de varianza presentó una diferencia significativa (7,6%); siendo el té de humus de lombriz el que obtuvo mayor número de foliolos ($X=22.92$), seguido del fertilizante té de compost ($X=17.33$) y caldo súper cuatro ($X=16.56$) respectivamente, frente al

control que obtuvo (13); lo cual podría explicarse con lo planteado por Álvarez *et al* (2007) quien menciona que los fertilizantes orgánicos son suplementos nutricionales que favorecen el crecimiento y rendimiento de los cultivos agrícolas, a través de la disponibilidad de altos niveles de nutrientes en el suelo que no son fácilmente asimilables por la planta en condiciones de fertilidad natural. Sin embargo otro factor que puede haber influido en los resultados, es la composición del sustrato que fue utilizado en el estudio, ya que según los análisis físico-químicos realizados, el suelo presentó niveles muy bajos (0,79) de nitrógeno, causando un crecimiento bajo en las plantas de fríjol a las que no se les aplicó fertilizante, este comportamiento coincide con lo dicho por Richard (2004), quien dice que las plantas de fríjol que presentan deficiencia en niveles de nitrógeno, presentan un menor crecimiento, causando síntomas de deficiencia en el follaje y problemas de clorosis general, especialmente en las hojas más antiguas.

Otro elemento esencial que presentó bajos niveles en la composición del suelo fue el potasio (14,58 meq/100g), causando a las plantas que no se les aplicó fertilizante, problemas en estructuras como el tallo y las hojas, a través de la pérdida de su versatilidad por acción del viento y la lluvia.

En contraste, no hubo diferencia significativa entre las dosis aplicadas para cada uno de los fertilizantes utilizados sobre el número de folíolos de las plantas de fríjol, como se aprecia en la figura 3. Esto podría explicarse ya que las diversas concentraciones de nutrientes en las dosis de los fertilizantes, presentaron un rango similar en el aporte de nutrientes requerido por el fríjol, lo que concuerda lo dicho por Salas & Ramírez (2001), quien señala que, cuando se presentan diferentes dosificaciones en los fertilizantes orgánicos, inicialmente las plantas absorben preferiblemente nutrientes esenciales para suplir los requerimientos mínimos del cultivo, lo que conduce a un equilibrio nutricional, es por esto que al presentarse dosis mínimas de fertilizante, el aprovechamiento máximo de estos se debe a la variabilidad de nutrientes que presente el fertilizante orgánico, de la misma manera al exhibir dosis medias o altas de nutrientes, estos son aprovechados de una forma similar, supliendo únicamente el requerimiento mínimo que presentan las plantas, por lo que la variabilidad de nutrientes, es fundamental durante las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo en el que se encuentren las plantas.

A demás de esto, Scialabba & Hattam, (2003) , dice que el comportamiento de los fertilizantes

orgánicos en estado líquido, es homogéneo, debido a que existen muy pocas posibilidades de ejercer un control sobre la dosificación, ya que los diversos nutrientes se distribuyen de una manera equivalente debido a que el agua es un solvente que hace que las concentraciones de elementos esenciales sean similares para el contenido total del fertilizante, por lo que éstas, están a disponibilidad de ser absorbidas en la concentraciones que sean requeridas por la planta.

Otra razón quizá, puede obedecer a la textura del sustrato, siendo un (75,8% arenosa, 11% arcillosa, 13,2% limosa); que al ser en su mayoría arenoso, es pobre en nutrientes minerales, con una baja tasa de almacenamiento de agua y tampoco retiene bien los nutrientes minerales que necesita las plantas, ya que la lluvia y el riego los lava de la zona de las raíces (Dourado, 2007), es por esto que al presentarse estas características en el sustrato utilizado y de la misma manera al aplicar fertilizantes de forma líquida sobre el sustrato, posiblemente afecto la diferencia del efecto entre las dosis evaluadas de los fertilizantes orgánicos.

El comportamiento general del crecimiento representado por el aumento en el número de folíolos para la totalidad de los tratamientos, fue sigmoidal (Taiz & Zeiger, 2007). Ya que presentó una fase logarítmica en la que el número de folíolos aumentó de forma exponencial con una rapidez media pero continua de crecimiento en los días 15 al 45; después siguió una fase lineal en la que exhibió un aumento constante y una rapidez máxima en el número de folíolos para los días 60 al 105; por último se observó una etapa de senescencia en la que existió una velocidad decreciente del número de folíolos a medida de que la planta alcanzó su etapa de madurez.

Tabla 6. Número de Folíolos del frijol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*

| Días de muestreo | Té de Compost | | | Caldo Súper Cuatro | | | Té de Humus de Lombriz | | | Control |
|------------------|---------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|---------|
| | T1 | | | T2 | | | T3 | | | |
| | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | |
| 15 | 1,00 | 0,83 | 1,66 | 1,00 | 0,83 | 0,66 | 2,33 | 2,00 | 2,66 | 1,00 |
| 30 | 3,00 | 3,16 | 2,66 | 2,83 | 3,16 | 3,33 | 3,66 | 4,00 | 3,66 | 2,83 |
| 45 | 4,33 | 4,00 | 4,50 | 4,33 | 5,50 | 6,66 | 6,16 | 6,66 | 6,00 | 3,66 |
| 60 | 7,00 | 5,00 | 7,00 | 6,00 | 7,00 | 9,00 | 8,00 | 10,00 | 10,00 | 5,00 |
| 75 | 9,66 | 7,00 | 9,00 | 7,33 | 8,83 | 11,16 | 11,50 | 14,66 | 12,16 | 6,83 |
| 90 | 12,16 | 8,83 | 10,16 | 8,50 | 9,00 | 11,50 | 11,00 | 14,50 | 12,00 | 7,00 |
| 105 | 15,66 | 12,33 | 16,33 | 13,50 | 15,83 | 14,66 | 18,50 | 22,50 | 20,83 | 12,16 |
| 120 | 16,17 | 13,50 | 16,83 | 14,33 | 16,66 | 15,33 | 19,16 | 23,33 | 22,16 | 13,00 |
| 135 | 18,00 | 15,00 | 19,00 | 15,45 | 17,77 | 16,45 | 20,56 | 25,20 | 23,00 | 13,00 |



(Fuente: propia)

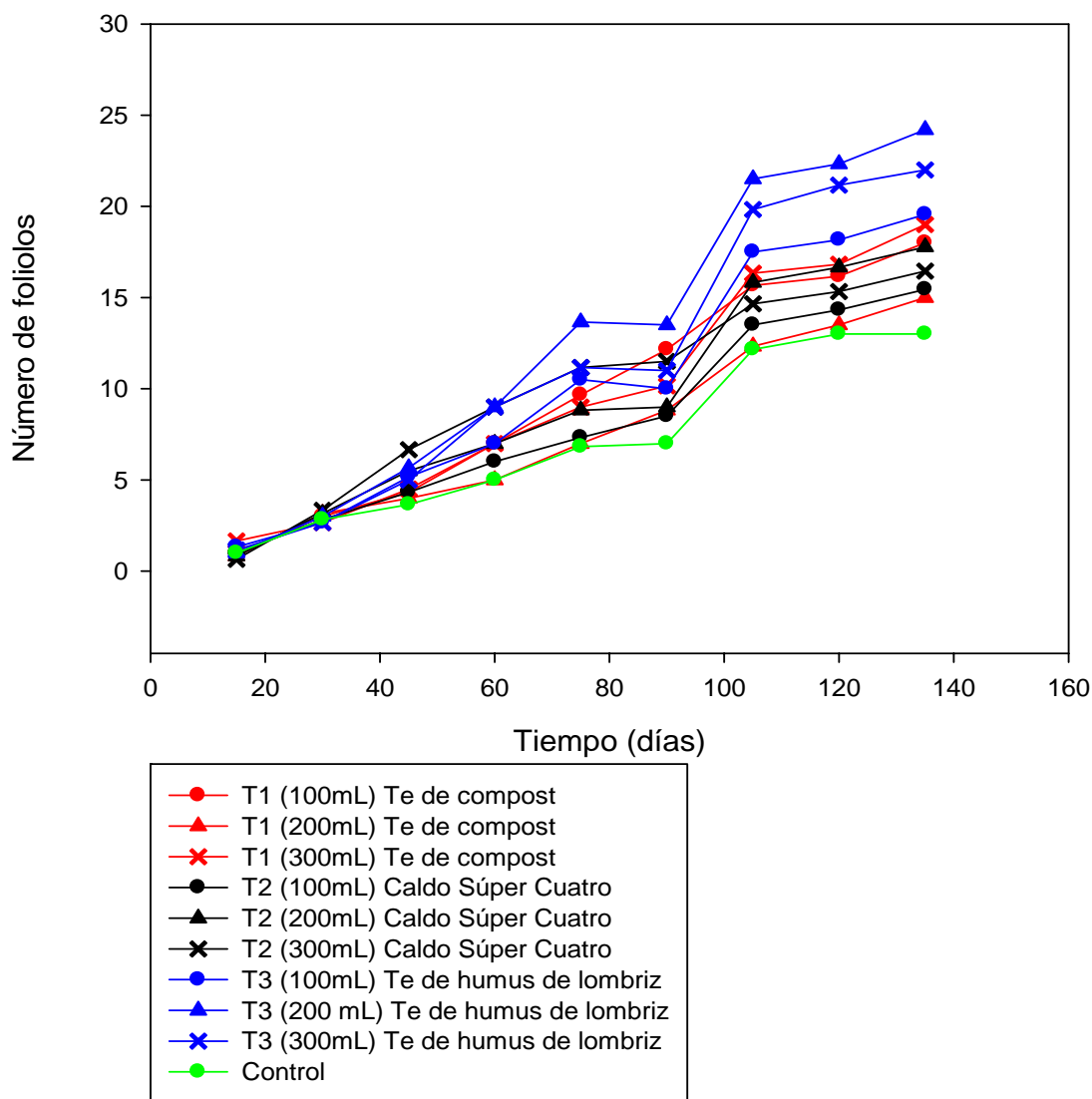


Figura 3. Número de folíolos del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*, registrados en cada tratamiento y a distintas dosis. (Fuente: propia)

Los resultados arrojados de la aplicación de los fertilizantes orgánicos sobre los tratamientos evaluados y el comportamiento presentado para la variable longitud aérea, se observan en la tabla 7. El análisis estadístico mostró que entre los tres fertilizantes evaluados existen diferencias significativas (1,7%). Las plantas a las que se les aplicó fertilizante té de humus de lombriz alcanzaron una mayor longitud aérea en los tres tratamientos evaluados, superando la altura

alcanzada en los tratamientos a los que se les aplicó los fertilizantes caldo súper cuatro y té de compost. Esto se debe a que el humus de lombriz fue uno de los fertilizantes más completo a nivel de elementos esenciales como el nitrógeno y el fósforo, los cuales son importantes para el crecimiento de la planta; en el caso del nitrógeno, según Cortés *et al*, (2005) facilita el crecimiento y estabilidad del tallo durante el ciclo de vida de la planta ; mientras que altas cantidades de fósforo asimilable en el suelo pueden acelerar la madurez y provocar un incremento en el crecimiento de la raíz y la parte aérea de la planta (Astudillo & Blair, 2008).

En los tratamientos a los que se les aplicó té de compost, té de humus de lombriz y caldo súper cuatro respecto a los tratamientos que estuvieron en condiciones típicas de cultivo (control), no se presentó diferencia significativa entre la longitud aérea de las plantas pertenecientes a estos tratamientos; esto se puede explicar posiblemente debido a la variedad de frijol que se maneja, pues esta es de crecimiento secundario, arbustivo y determinado, lo que concuerda con lo dicho por Rosales *et al*, (2008) quien dice, que en el frijol de crecimiento secundario, la tasa de crecimiento se representa en el número de ramificaciones que tiene en sus hojas compuestas, que son trifoliadas, lo que indica que las diferencias del crecimiento en esta variedad radican principalmente en la cantidad de ramificaciones de sus folíolos y no necesariamente en la longitud aérea de la planta.

Según el análisis estadístico hecho a las dosis de cada uno de los fertilizantes, no se presentó diferencia significativa, lo que indica que las dosis evaluadas en los fertilizantes tuvieron un efecto similar sobre la longitud aérea de las plantas de frijol, como se aprecia en la figura 4; este comportamiento es similar al presentado por las dosis de los fertilizantes sobre el número de folíolos, corroborando así, que el requerimiento nutricional de la planta en sus diferentes etapas de crecimiento y desarrollo influye directamente sobre la absorción de diferentes cantidades de nutrientes por parte del frijol.

El comportamiento general de la totalidad de los tratamientos sobre la longitud aérea del frijol, fue un crecimiento sigmoide (Taiz & Zeiger, 2007). Como se observa en la figura 4, se presentó una fase logarítmica corta en las primeras etapas de crecimiento, aumentando la longitud aérea de forma exponencial con una rapidez continua de crecimiento en los días 15 al 30; después siguió la fase lineal en la que se presentó un aumento constante en la longitud aérea a una rapidez

mucho mayor que la inicial en los días 45 al 90; por último se observó una etapa de senescencia larga debido a que la variedad de frijol manejada presentó un crecimiento arbustivo determinado, por lo que existió un comportamiento en la velocidad decreciente de la longitud aérea a medida de que la planta alcanzó su madurez en los días 105 al 135.

Tabla 7. Longitud aérea (cm) del frijol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*

| Días de muestreo | Té de Compost | | | Caldo Súper Cuatro | | | Té de Humus de Lombriz | | | Control |
|------------------|---------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|---------|
| | T1 | | | T2 | | | T3 | | | |
| | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | |
| 15 | 10,31 | 8,53 | 7,61 | 8,71 | 8,53 | 7,98 | 7,1 | 7,61 | 6,56 | 6,9 |
| 30 | 12,28 | 12,73 | 13,7 | 13,4 | 15,15 | 13,85 | 13,43 | 15,43 | 12,46 | 13 |
| 45 | 16,8 | 14,58 | 14,83 | 15,58 | 15,8 | 13,93 | 14,83 | 17,3 | 15,18 | 11,2 |
| 60 | 18,3 | 16,5 | 15,9 | 17,6 | 18,3 | 17,6 | 18,4 | 21,2 | 20,5 | 16,9 |
| 75 | 20,83 | 18,16 | 17,66 | 20,16 | 21 | 22 | 22,33 | 25 | 26 | 21,33 |
| 90 | 21,9 | 19,9 | 18,8 | 21,8 | 22,6 | 23,6 | 24,3 | 26,8 | 27,6 | 23,2 |
| 105 | 22,7 | 21,5 | 19,6 | 22 | 23 | 24 | 25,8 | 27,9 | 28,9 | 23,9 |
| 120 | 24,3 | 22 | 20,7 | 21,3 | 22,6 | 23,7 | 26 | 28,4 | 29,5 | 24,7 |
| 135 | 25,2 | 23,1 | 21,5 | 22,5 | 23,4 | 24,9 | 27,3 | 29,4 | 30,6 | 25,7 |

(Fuente: propia)

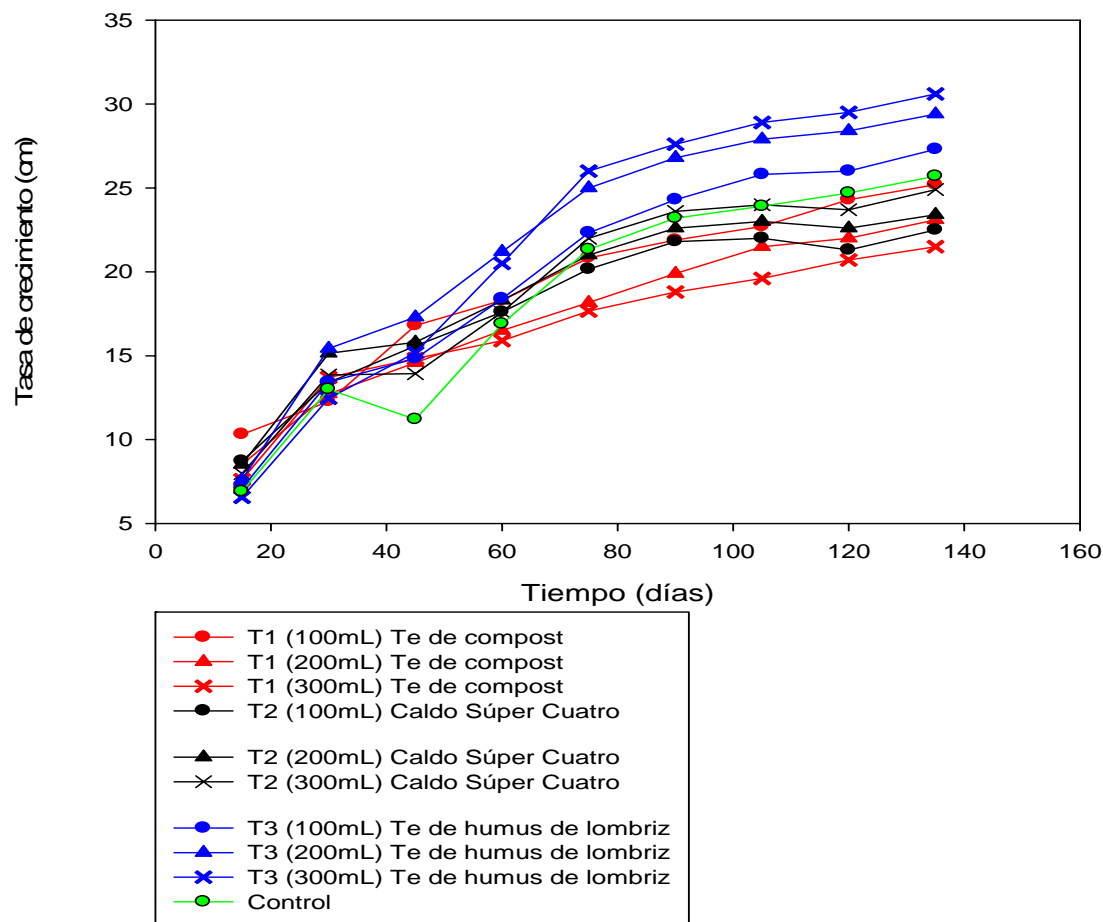


Figura 4. Longitud aérea del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*, registrados en cada tratamiento y a distintas dosis de fertilizantes orgánicos. (Fuente propia)

Efecto de los fertilizantes sobre el rendimiento.

Para la medición del rendimiento en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*, se tomaron datos de rendimiento expresados en peso seco total de vainas colectadas, peso seco final de semillas colectadas y número de vainas. Los resultados arrojados de la aplicación de los fertilizantes orgánicos sobre el peso seco total de vainas colectadas se presentan en la tabla 8. El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas entre los fertilizantes evaluados (1,3%), colocando al fertilizante té de humus de lombriz con un peso mayor de vainas colectadas, seguido del fertilizante caldo súper cuatro y té de compost respectivamente; esto se podría explicar en razón a que el fertilizante té de humus de lombriz presentó un mayor contenido

de fósforo (14,9%) elemento esencial en el potencial de rendimiento del fríjol, ya que al ser ésta una planta fijadora de nitrógeno por excelencia, y tanto el fríjol como su *Rhizobium* simbiótico necesitan este elemento; la fertilización con fósforo aumentaría el crecimiento radicular lo que podría incrementar la captación de macro nutrientes, pues estos son comúnmente absorbidos junto con micro nutrientes, favoreciendo así el rendimiento máximo del cultivo de fríjol (Roy *et al*, 2006).

En los tratamientos a los que se les aplicó té humus de lombriz, té de compost y caldo súper cuatro respecto a los tratamientos que estuvieron en condiciones típicas de cultivo (control), se presentaron diferencias significativas entre el peso seco total de vainas colectadas de las plantas de fríjol (figura 6); esto se debe principalmente a que los fertilizantes orgánicos actúan directamente sobre el rendimiento del cultivo ya que aportan elementos esenciales que no se encuentran comúnmente en el sustrato en condiciones típicas de cultivo, proporcionan un contenido más variado de otros nutrientes, tendiendo a mejorar la estructura del suelo, evitando la erosión, facilitando el crecimiento radical y contribuyendo a un mayor rendimiento del cultivo de fríjol (Hollands, 2007).

Según el análisis estadístico hecho a los resultados obtenidos con las dosis de cada uno de los fertilizantes, no se presentó diferencia significativa, debido a que las distintas dosis (100ml, 200ml, 300ml) tuvieron un efecto similar sobre el peso seco total de las vainas de fríjol (figura5). Esto concuerda con los resultados obtenidos en la variable tasa de crecimiento, demostrando la influencia que presenta el rango de requerimiento nutricional de la planta fríjol, sobre la disponibilidad de nutrientes necesarios que se encuentran en los fertilizantes, llegando así, a una absorción que llevé a un equilibrio nutricional de la planta.

Tabla 8. Peso seco total de vainas colectadas del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*

| Peso Seco (g) | Té de Compost | | | Caldo Súper Cuatro | | | Té de Humus de Lombriz | | | Control |
|---------------|---------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|------------------------|--------|--------|---------|
| | T1 | | | T2 | | | T3 | | | |
| | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | |
| | 310,00 | 199,50 | 185,50 | 225,30 | 246,30 | 217,50 | 479,00 | 367,80 | 347,50 | |

(Fuente: propia)

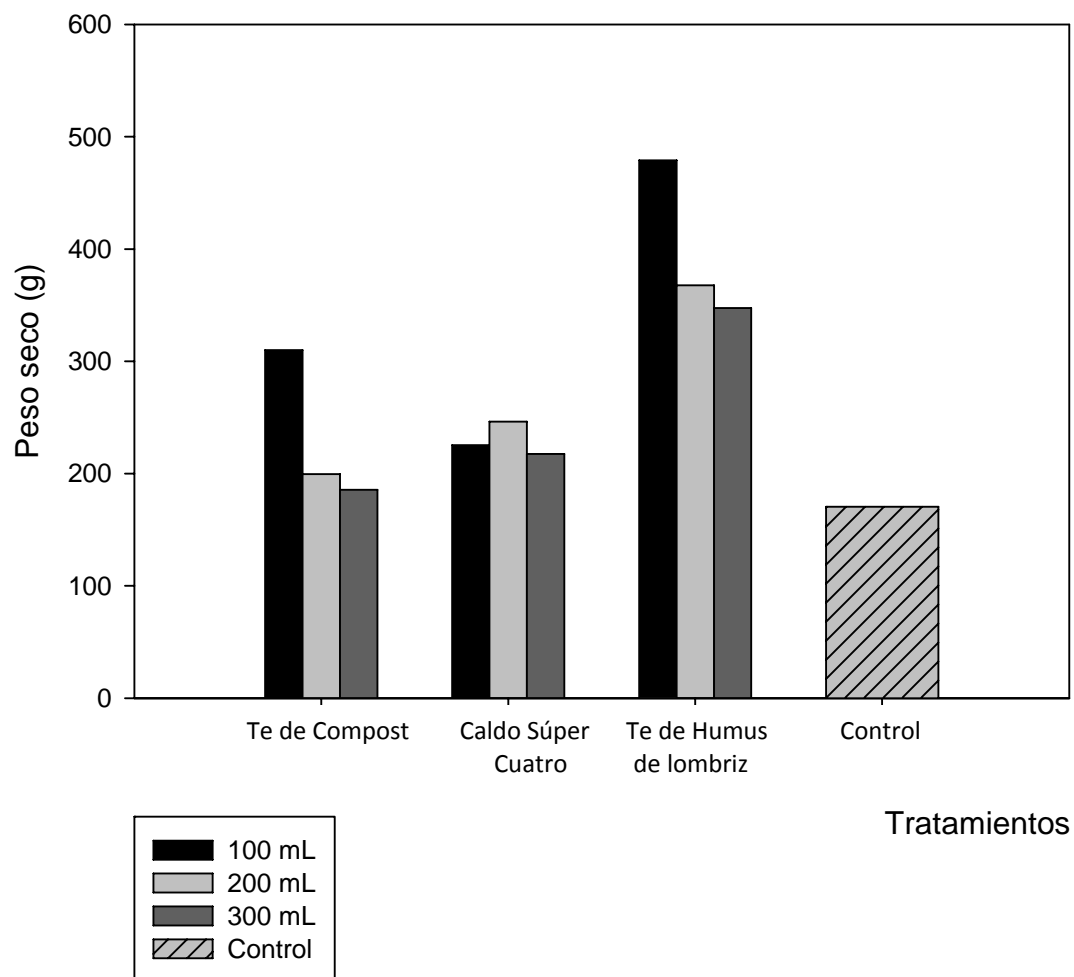


Figura 5. Peso seco total de las vainas del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, registrados en cada tratamiento y a distintas dosis de fertilizantes orgánicos. (Fuente: propia)

Los resultados arrojados de la aplicación de los fertilizantes orgánicos sobre el peso seco final de las semillas colectadas se presentan en la tabla 9. El análisis de varianza reveló que existen diferencias significativas entre los fertilizantes evaluados (1,4%), colocando a las plantas que se les aplicó el fertilizante té de humus de lombriz con un peso mayor de semillas colectadas, sobre las plantas de los fertilizantes caldo súper cuatro y té de compost respectivamente. Esto podría deberse a que el fertilizante té de humus de lombriz presentó un mayor contenido de nutrientes minerales, entre los que se encuentra elementos importantes para el rendimiento del fríjol como lo es nitrógeno (2,37%), fósforo (14,9%) y hierro (0,36 p.p.m). Al respecto, Montaña & Simosa. (2002), aseguran que el humus de lombriz favorece el desarrollo radical en forma directa, estimulando la producción de raíces y la absorción de nutrientes minerales en la planta del fríjol. Esto mejora el movimiento del aire, el agua, y los nutrimentos; lo que permite incrementar el crecimiento y la penetración radical, aumentando la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y asimilando de una forma más soluble los minerales que se encuentran en el sustrato.

Las concentraciones altas de nitrógeno en plantas de fríjol ayudan a que se presente un desarrollo temprano de la planta, ya que es un compuesto esencial que está involucrado en el desarrollo del fríjol (Keita, 2001). La presencia del fósforo en el fríjol aumenta el crecimiento radicular lo que podría aumentar la captación de micronutrientes como hierro, pues este es comúnmente absorbido junto con macro nutrientes entre los que se encuentra el nitrógeno principalmente (Astudillo & Blair, 2008).

En los tratamientos a los que se les aplicó fertilizantes orgánicos respecto a los tratamientos que estuvieron en condiciones típicas de cultivo (control), se presentaron diferencias significativas (1,4%) entre el peso seco total de las semillas colectadas de las plantas de fríjol (figura 6); esto se debe principalmente a que los fertilizantes orgánicos además de ser una fuente completa de nutrientes para las plantas, aportan materia orgánica al sustrato, que para sustratos arenosos como en el que se realizó el estudio, representa una mejora en las propiedades físicas, químicas y biológicas; concordando con Calderón & Giraldo (2005), quienes afirman que el uso de fertilizantes orgánicos, incrementan a través del aumento de los niveles de nutrientes minerales disponibles para la planta, los niveles endógenos de giberelina, auxina y citocinina, lo cual genera

cambios en los procesos fisiológicos gobernados por estas fitohormonas; las mismas que repercuten en una mayor floración, fructificación, tuberización y rebrote de hojas principalmente.

Según el análisis estadístico hecho a las dosis de cada uno de los fertilizantes, no se presentó diferencia significativa entre las dosis aplicadas en cada uno de los fertilizantes utilizados, por lo que las diferentes dosis 100ml, 200ml, 300ml, tuvieron un efecto similar sobre el peso seco final de las semillas de fríjol. Esto concuerda el comportamiento presentado de las dosis para las variables anteriores.

Tabla 9. Peso seco final semillas colectadas del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*

| Peso Seco (g) | Té de Compost | | | Caldo Súper Cuatro | | | Té de Humus de Lombriz | | | Control |
|---------------------|---------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|------------------------|--------|--------|---------|
| | T1 | | | T2 | | | T3 | | | |
| | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | |
| | 243,00 | 105,60 | 100,10 | 143,70 | 159,80 | 120,60 | 394,00 | 280,90 | 263,80 | |

(Fuente: propia)

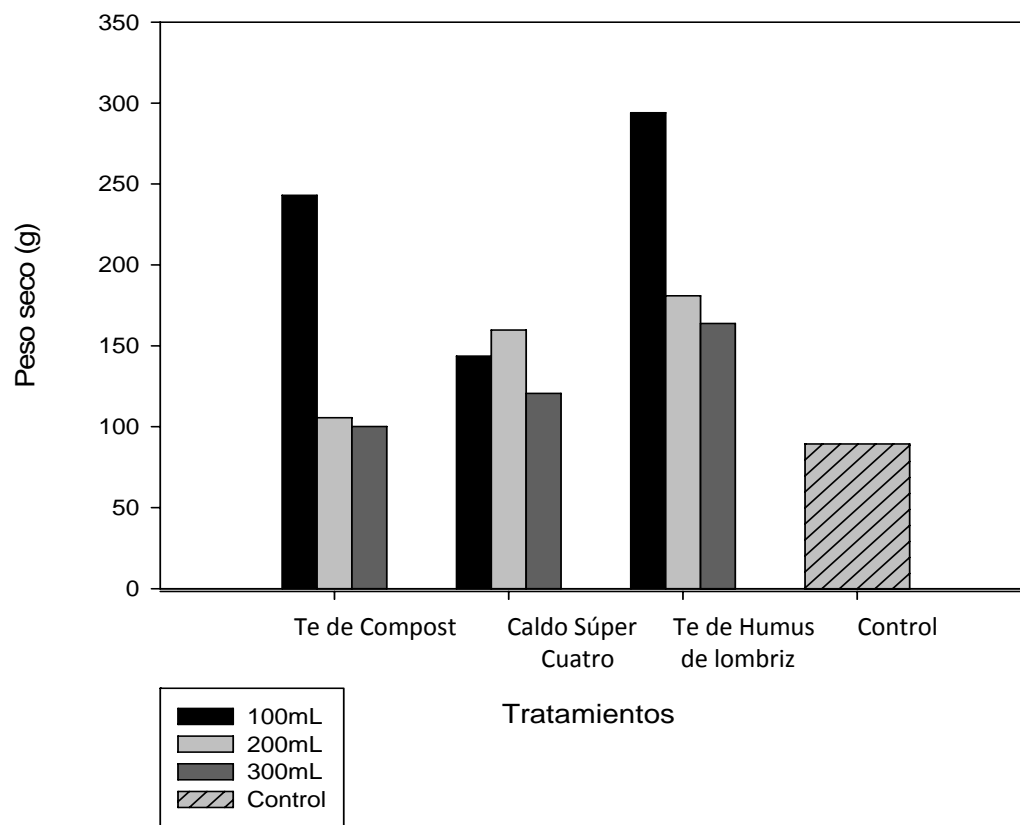


Figura 6. Peso seco final/semillas colectadas del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Cerinza*, registrados en cada tratamiento y a distintas dosis de fertilizantes orgánicos. (Fuente: propia)

Los resultados arrojados de la aplicación de los fertilizantes orgánicos sobre el número de vainas del frijol se presentan en la tabla 7. El análisis estadístico mostró que en los tres fertilizantes evaluados existe una interacción entre los fertilizantes y sus dosis respectivas, dando así una diferencia significativa del (3%); como se observa en la tabla 10, la dosis de 200ml del fertilizante té de humus de lombriz alcanzó un mayor número de vainas, superando a la de 100ml de té de compost (8,6) y la de 300ml de caldo súper cuatro (6,9), sin embargo todas las dosis presentaron un número de vainas mayor al presentado por el control; lo que explica un comportamiento multivariado entre las dosis de los fertilizantes, aunque se obtuvo una tendencia similar del aumento en el número de vainas mayor que el presentado por el tratamiento control.

Se han presentado pocos registros que expliquen el comportamiento del número de vainas del fríjol sobre su rendimiento, atribuyendo a la eficiencia de la planta para absorber y almacenar

nutrientes en la etapa media de desarrollo del fríjol, según Calderón & Giraldo (2005), elementos como el nitrógeno, magnesio y fósforo aceleran el desarrollo de la planta y con él, la maduración, lo que lleva a la formación temprana del número de vainas hasta la etapa de maduración final, es importante aclarar que la formación del número vainas no indica necesariamente un llenado similar de las mismas.

El comportamiento general de la totalidad de los tratamientos sobre el número de vainas del fríjol, fue un crecimiento lineal prolongado figura 4; en el que se presentó una fase lineal aumentando la longitud aérea de forma exponencial con un crecimiento constante en el número de vainas en los días 75 al 135, en el que se alcanzó la etapa de madurez del fríjol.

Tabla 10. Número de Vainas de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*

| Días de muestreo | Té de Compost | | | Caldo Súper Cuatro | | | Té de Humus de Lombriz | | | Control |
|------------------|---------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|---------|
| | T1 | | | T2 | | | T3 | | | |
| | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | 100ml | 200ml | 300ml | |
| 75 | 0,83 | 0,83 | 2 | 1,33 | 1,33 | 2,83 | 1,33 | 2,33 | 0,83 | 1 |
| 90 | 2,33 | 1,33 | 2,66 | 1,33 | 1 | 2,83 | 2,33 | 4,16 | 1,16 | 2 |
| 105 | 3,5 | 3 | 3,66 | 2,16 | 3,5 | 3,83 | 2,66 | 5,33 | 2 | 2,3 |
| 120 | 7,16 | 4,16 | 4,33 | 2,83 | 4,5 | 5,83 | 4,83 | 7,5 | 2,66 | 2,33 |
| 135 | 8,4 | 5,3 | 5,6 | 3,75 | 5,7 | 6,9 | 5,9 | 9 | 3,7 | 3,2 |

(Fuente: propia)

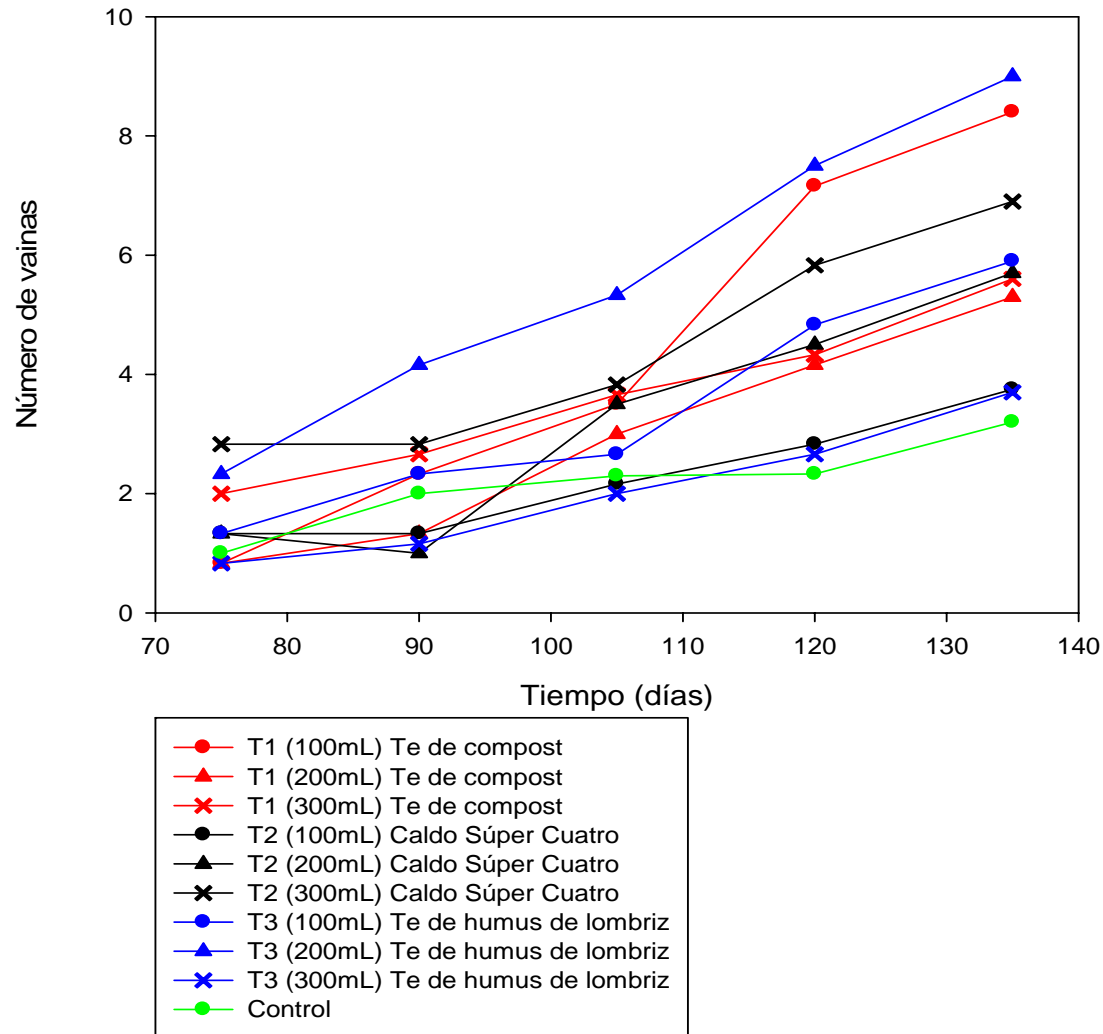


Figura 7. Número de Vainas del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*, registrados en cada tratamiento y a distintas dosis de fertilizantes orgánicos. (Fuente: propia)

Los resultados finales del comportamiento de los tratamientos evaluados sobre las variables tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol *Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*, se presentan en la tabla 11. Estos resultados arrojaron la cuantificación del efecto presentado por cada uno de los tratamientos evaluados, dando así como resultado al fertilizante té de Humus de lombriz, como el fertilizante que presentó un mayor efecto positivo sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol (*Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*; seguido del fertilizante té de compost, caldo súper cuatro y el control respectivamente.

Por otra parte el análisis de correlación de Spearman arrojó que en los tratamientos evaluados existe una correlación (1,62%) entre el comportamiento presentado en la variable tasa de crecimiento (número de folíolos y longitud aérea) y la variable rendimiento (peso seco total de las vainas, peso seco final semillas, número de vainas) presentadas por el fríjol (*Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*. Esto podría deberse a que la tasa de crecimiento influye sobre el rendimiento presentado por el fríjol, ya que si se presentan problemas en las etapas de crecimiento de la planta, no se va a generar un buen desarrollo, lo que influye en el rendimiento del cultivo de fríjol. Al respecto Rosales *et al*, (2008), afirman que los componentes morfológicos más importantes en el rendimiento del cultivo de fríjol, son, el número de folíolos, número de vainas, peso de las vainas y peso seco de las semillas; ya que son los mecanismos que presentan una asociación significativa entre sus componentes que influyen en la expresión del comportamiento que presenta el fríjol para su óptimo rendimiento.

Tabla 11. Comportamiento de los tratamientos sobre las variables evaluadas del fríjol. *Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*.

| Variables evaluadas | | Té de Compost | Caldo súper cuatro | Té de Humus de lombriz | Control |
|---------------------|---------------------------|---------------|--------------------|------------------------|---------|
| Tasa de crecimiento | Número de folíolos | IM | IM | IA | IB |
| | Longitud aérea | IM | IM | IA | IB |
| Rendimiento | Peso seco total de vainas | IM | IM | IA | IB |
| | Peso seco final semillas | IM | IM | IA | IB |
| | Número de vainas | IA | IM | IA | IB |

| |
|--|
| IA = Incidencia alta IM = Incidencia media IB = Incidencia baja |
|--|

(Fuente: propia)

Conclusiones.

El análisis e interpretación de los resultados de este estudio conducen a las siguientes conclusiones:

Desde el punto de vista físico-químico, los tres biofertilizantes contienen una fuente variada de elementos nutritivos esenciales para un equilibrio nutricional de la planta, contribuyendo positivamente a la tasa de crecimiento y rendimiento presentado por el fríjol (*Phaseolus vulgaris*) *L. var. Cerinza*, pero se destaca principalmente el té de humus de lombriz el cual, por presentar una alta concentración de macro elementos principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), ostentó el mayor efecto positivo sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol.

Las tres dosis aplicadas en cada uno de los fertilizantes no afectaron el número de folíolos, la longitud aérea, y el peso seco de las vainas en la planta de fríjol, sin embargo, se observó un conducta multivariada entre las dosis de los fertilizantes, lo que originó que en los tres fertilizantes evaluados existiera un comportamiento discontinuo en el efecto de las dosis sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del fríjol.

El fertilizante té de humus de lombriz representó una serie de ventajas, desde el punto de vista físico, químico y biológico sobre el sustrato utilizado, aportando una serie de nutrientes esenciales para un óptimo rendimiento del cultivo de fríjol, esto coincide, con el peso obtenido en la variable peso seco final de semillas colectadas, donde se evidenció una diferencia 3 veces mayor en el peso obtenido por las plantas a las que se les aplicó el tratamiento té de humus de lombriz ($X=312,9$ gr), respecto a las plantas que estuvieron en condiciones típicas de cultivo (89,40gr), lo que significa que el fertilizante té de humus de lombriz puede ser una alternativa auto sostenible que pueden implementar los agricultores urbanos en la ciudad de Bogotá.

Se presentó una correlación de 1,62% entre la tasa de crecimiento (número de folíolos y longitud aérea) y el rendimiento (peso seco total de las vainas, peso seco final semillas, número de vainas), lo que podría interpretarse como una interdependencia entre el comportamiento de las

variables evaluadas que presentaron las plantas de fríjol durante las etapas de crecimiento y desarrollo.

Recomendaciones

El uso de fertilizantes orgánicos representa bondades físicas, químicas y biológicas sobre el sustrato, debido a esto cada fertilizante puede utilizarse como suplemento en el aporte de nutrientes para el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris*) L. var. *Ceranza*. Sin embargo con el fin de aprovechar adecuadamente el potencial de estos biofertilizantes, se recomienda hacer estudios, para asegurar una dosificación exacta que presente una mayor utilización de los nutrientes por parte de las plantas a un menor costo de producción.

Bibliografía citada.

Libros.

- Alcaldía Mayor de Bogotá & Jardín Botánico José Celestino Mutis. 2007. *Proyecto investigación y formación para el aprovechamiento de los usos potenciales de especies vegetales andinas y exóticas de clima frío a través de cultivos urbanos*. Ed. Alcaldía Mayor de Bogotá. Pag. 15-20 de 100.
- ARIAS RESTREPO J, RENGIFO MARTINEZ T, JARAMILLO CARDONA M. 2007. *Buenas prácticas agrícolas en la producción de fríjol voluble*. Ed. Seguridad alimentaria y nutricional, FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA, Centro de Investigación “La Selva”.
- AZCON B, COOR J. 2008. *Fundamentos de fisiología vegetal*. Editorial MacGraw-Hill, interamericana Editores. 546-574pp.
- BORREGO, A. 2000. *Ciencias de la naturaleza*. Editorial Guadalupe. 249pp.
- CASTIBLANCO, O. 2004. *Proyecto de capacitación en el manejo y aprovechamiento de residuos orgánicos en la localidad Rafael Uribe Uribe*. Contrato UEL DAMA N° 18-12-00-03. Bogotá D.C.
- COLL J, B; GREGORIO N, R. 2005. *Fisiología Vegetal*. Ed. Pirámide. 566 pp.

- CUBERO D, VIEIRA M. 1999. *Abonos orgánicos y Fertilizantes químicos ¿Son compatibles con la agricultura?* Ed. CIAT.
- DOURADO, D. 2007. *Manejo ecológico do solo: Cartilha para capacitação de agricultores familiares*. Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), Salvador, BR. 31 p.
- FAO. 2002. *Los fertilizantes y su Uso*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Ed. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. 240 p.
- FLOR M, C. 2000. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en Fríjol. En: Fríjol: Investigación y producción CIAT. pp. 287-312.
- HERNÁNDEZ F, J. 2009. *Cultivo de frijol. Manual de recomendaciones técnicas de frijol*. Ed. Ministerio de Medio Ambiente. 78 p.
- HIRZEL J, RODRIGUEZ N. 2004. ¿Cómo y cuánto contribuye el compost a la fertilización de un huerto orgánico? Ed. INIA Quilamapu.
- HOLLANDS, J. 2007. *Hen manure as a fertilizer for common beans (Phaseolus vulgaris L.). Its costs and efficiency compared with those of a chemical fertilizer and a comparison of two common methods of applying hen manure & seeding bean seeds*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 42 p.
- KEITA K, A. 2001. *Nutrición, Regulación del crecimiento y desarrollo vegetal*. Ed. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 14p.
- LIMA SARDI O.1996. *Factores que limitan la productividad de frijol en Colombia*. Ed. CIAT Instituto de Mercadeo Agropecuario.
- MÉNDEZ M, RAMÍREZ L, ALZATE A. 2005. *La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones en torno a la evidencia empírica*". Ed. Cuadernos de Desarrollo Rural.
- MILLER C, E. 2005. *Plant Physiology*. Ed. Biotech Books. 1201.
- NAVARRO E, E. 2001. *Fertilización orgánica VS fertilización inorgánica de plátano de Cachaco común en Colombia*. Ed. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Nataima, Tolima, Colombia.
- NORGAARD, R.1998. *Bases científicas de la agroecología. Boletín agroecológico*. Centro de Investigación, educación y desarrollo CIED, lima Perú. 53 p.

- SALAZAR G. 2004. *PROGRAMA DE AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN BOGOTÁ, DISTRITO CAPITAL*. FAO, Comunidad Andina. 120 p.
- SANABRIA M, F. 2009. JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. Línea de fertilización orgánica del grupo de investigación científica del proyecto de Agricultura Urbana. 150p.
- SCIALABBA, N. HATTAM, C. 2003. *Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma, IT. 80pp.
- TAIZ L, ZEIGER E. 2007. *Fisiología Vegetal*. Volumen II. Ed. Universitat Jaume. 1907, pp.
- VELÁSQUEZ A, J; GIRALDO A, P. 2005 *Posibilidades competitivas de productos prioritarios de Antioquia frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales: frijol*. Ed. Secretaria de productividad y competitividad, gobernación de Antioquia. 98 p.
- VELOSA R, M; PACHECO S, G; GUTIÉRREZ J, A; SAAVEDRA C; CHAPARRO J; CONTRERAS S. 2003. *Prácticas de conservación de suelos abonamiento orgánico en el cultivo de mora*. Ed. CÓDICE LTDA 45pp.

Artículos científicos.

- ÁLVAREZ R, JERÓNIMO G, NÁJERA J. 2007. *Producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y Rábano (Rhabanus sativus L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de tabasco*. Rev. Universidad & Ciencia trópico húmedo. 24(1) 11-20. 11pp.
- ASTUDILLO C & BLAIR M. 2008. *Contenido de hierro y cinc en la semilla y su respuesta al nivel de fertilización con fósforo en 40 variedades de fríjol colombianas*. Rev. Agronomía Colombiana 26(3) 471-476. 6p.
- CABANNES, Y; MOUGEOT, L. 1999. *El estado de la agricultura urbana en América Latina y el Caribe*, Rev. *La Era Urbana*, Suplemento para América Latina y el Caribe N° 1. Quito, Ecuador.
- CALDERON S; GIRALDO A. 2005. *Respuesta del frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*

a la aplicación de gallinaza a niveles constantes de N.P.K. en la zona cafetera de Fresno Tolima. Rev. Agronomía Colombiana 14(2) 23-32. 9p.

- CANELLAS PASQUALOTO L, FACANHA ROCHA R. 2004. *Chemical nature of soil humified fractions and their bioactivity.* ED. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias.
- CHAIMSOHN P, VILLALOBOS E, URPÍ J. 2007. *EL FERTILIZANTE ORGÁNICO INCREMENTA LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES EN PEJIBAYE (Bactris gasipaes K.).* Ed. Agronomía Costarricense 31(2): 57-64. ISSN: 0377-9424.
- CORTÉS A, SHIBATA J, JIMÉNEZ P, GALLEGOS J, VILLEGAS E, ESTEVA A. 2005. *Crecimiento de la raíz del frijol con diferentes velocidades de seco del suelo.* Ed. Terra Latinoamericana. Vol. 23. Número 3. 11 p.
- GLIESSMAN, R. & MENDEZ, E. 2000. Un enfoque interdisciplinario para la investigación en agroecología y desarrollo rural en el trópico latinoamericano. Agroecología, N° 64. Costa Rica. pp 5-16.
- ISLAM J, GARCÍA R, RODRIGUEZ S. 2007. *La agricultura ecológica en Colombia.* Rev. Agroecología, N° 97, 12-20 p.
- LABRADOR J, GONZÁLEZ J, PORCUNA J, REYES L. 2006. *Regulación y criterios para el uso de fertilizantes orgánicos y enmiendas en agricultura urbana.* Rev. SEAE Zaragoza. 23-30 p.
- MONTAÑO M & SIMOSA N. 2002. *Efecto de combinaciones de humus de lombriz rojas (Eisenia fetida L.) y fertilizante químico en el rendimiento de tres cultivares de pimentón (capsicum annuum L.).* Rev. UDO Agrícola 2 (1) 79-83. 5p.
- PEREA J, GARCÍA A, ACERO R, PEÑA F, GÓMEZ G. 2000. *Efecto de un suplemento con Humus sobre el crecimiento y digestibilidad y eficiencia nutricional en el Caracol.* Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Campus Rabanales. España. 74-83.
- QUINCHOA R, J; VILLEGAS J, S; CORTES M, J; GONZÁLEZ H, L. 2006. *Determinación del efecto de diferentes niveles de fertilización en papa (sollanum tuberosum ssp, Andigena) DIACOL Capiro en un suelo con propiedades andicas de santa de osos.* Ed. (MADR), Rev. Corporación de investigaciones agropecuarias CORPOICA C. Rionegro, ASOHOFRUCOL y FEDEPAPA. 34-43p.

- RICHARD, K. 2004. *Evaluación del sistema de agricultura orgánica en los cultivos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y maíz (Zea mays L.)*. Rev. Universidad de Chile, Facultad de ciencias Agrarias y Forestales, Escuela de Agronomía, Santiago, CL. 17-23 p.
- RAMÍREZ G. 1998. *Efecto de la fertilización con nitrógeno y fosforo del frijol (Phaseolus vulgaris)*. Ed. Agronomía Costa Rica (9): 69-73.
- ROSALES E, ESTRADA J, SANDOVAL J. 2008. *Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en unicultivo y asociado con girasol (Helianthus annuus L.)* Rev. Universidad & Ciencia, Trópico Humedo. 2-14p.
- SALAS E, RAMÍREZ C. 2001. *Bioensayo microbiano para estimar los nutrimentos disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo*. Ed. Agronomía Costarricense 25(2): 11-23.14p.
- VITERÍ S, GRANADOS M, GONZÁLEZ A. 2008. Potencial de los caldos rizósfera y súper cuatro como biofertilizantes para la sostenibilidad del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa*). Ed. Agronomía Colombiana 26(3), 517-524.

Referencias de Internet.

- GOMEZ, M, C. 2005. Programa de Agricultura Urbana en Bogotá D.C. Disponible en la web: www.dama.gov.co/mem_encuentro/13.pdf. Última revisión: 8 de Diciembre de 2009.
- IDEAM. 2009. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia En línea, link: www.ideam.gov.co/indicadores/clima2.htm.
- RED ÁGUILA. 2007. *Género y Agricultura Urbana*. Revista de Agricultura Urbana N°12. Género. Disponible en la web: www.ipes.org/au/pdfs/rau12.html. Ultima revisión: 8 de diciembre de 2009.
- RUAF. 2001. *Problems realted to Urban Agriculture*. Disponible en la web: www.ruaf.org/files/Ch08.pdf. Ultima revisión: 5 de Diciembre de 2009.