

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOST DE COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*)  
EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DULCE; LA FRAGUA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

**ERICK ESTUARDO SAGASTUME ESTRADA**  
CARNET 62553-99

ZACAPA, MARZO DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOST DE COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*)

EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DULCE; LA FRAGUA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**ERICK ESTUARDO SAGASTUME ESTRADA**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, MARZO DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. ANGEL ISABEL MAYORGA SÚCHITE

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES  
MGTR. EDGAR AMÍLCAR MARTÍNEZ TAMBITO  
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Zacapa Enero de 2015.

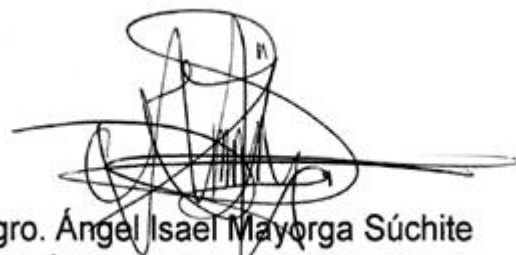
**Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.**

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Erick Estuardo Sagastume Estrada, con carné 62553-99, titulado **“Efecto de lombricompost de coqueta roja (*Eisenia foetida*) en la producción de chile dulce; La Fragua, Zacapa”**.

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right. The signature is positioned above the printed name and affiliation.

Ing. Agro. Ángel Isael Mayorga Súcchite  
Colegiado No. 3,196



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06261-2015

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante ERICK ESTUARDO SAGASTUME ESTRADA, Carnet 62553-99 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0611-2015 de fecha 16 de febrero de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LOMBRICOMPOST DE COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*)  
EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DULCE; LA FRAGUA, ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 20 días del mes de marzo del año 2015.

  
\_\_\_\_\_  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## DEDICATORIA

A:

**DIOS:** Ser supremo, que me ha dado sabiduría, fortaleza y sustento espiritual y material para salir adelante, para Él sea la honra, la gloria y el honor.

**MIS PADRES:** Roberto Sagastume Guzmán Y Guillermina Estrada de Sagastume (QEPD), por su ejemplo de superación, perseverancia, honradez y su apoyo incondicional.

**MI ESPOSA:** Fantina Valdés de Sagastume, por su apoyo y su amor incondicional.

**MIS HERMANOS:** Lucky, Luis y Roberto, por sus consejos y su apoyo.

**LOS CATEDRÁTICOS:** Ing. Ángel I. Mayorga, Ing. José Ángel Urzúa, Ing. Julio Morales, Ing. Cristóbal Cabrera, Lic. Guillermo Téllez y María Fernanda Díaz por su valiosa colaboración en la realización del presente trabajo.

**MIS AMIGOS:** Por los buenos recuerdos de los momentos compartidos.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para el logro de esta meta en mi vida, muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

	Página
Índice de Cuadros	iii
Índice de Figuras	v
Resumen	vi
I INTRODUCCIÓN	01
II MARCO TEÓRICO	03
2.1 CULTIVO DEL CHILE	03
2.1.1 Origen y clasificación botánica	03
2.1.2 Clasificación botánica	03
2.1.3 Fertilización	05
2.2 LOMBRICOMPOST	06
2.3 EVOLUCIÓN Y BIOLOGÍA DE LAS LOMBRICES	09
2.4 LA LOMBRIZ ROJA	11
2.5 CRIANZA DE LOMBRIZ COQUETA ROJA	11
2.6 COSECHA DE LOMBRICOMPOST	13
2.7 PERIODO DE PRODUCCIÓN	14
2.8 COSECHA DE LOMBRICES	14
2.9 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOMBRICOMPOST	14
2.10 SUGERENCIA DE APLICACIÓN DE HUMUS	15
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	16
IV. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
V. HIPÓTESIS	19
VI MATERIALES Y MÉTODOS	20
6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	20
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	20

	Página	
6.3	FACTOR ESTUDIADO	20
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	20
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	21
6.6	MODELO ESTADÍSTICO	21
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL	22
6.8	CROQUIS DE CAMPO	22
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO	22
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA	23
6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	24
6.11.1	Análisis estadístico	24
6.11.2	Análisis económico	24
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
7.1	RENDIMIENTO COMERCIAL	25
7.2	CALIDAD EN FUNCIÓN AL TAMAÑO	26
7.3	ANÁLISIS ECONÓMICO	31
7.3.1	Análisis de dominancia	32
7.3.2	Tasa de retorno marginal (TRM)	33
VIII	CONCLUSIONES	35
IX	RECOMENDACIONES	36
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
XI.	ANEXOS	39



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	TÍTULO	Página
1	Composición química del abono producido por lombrices <i>Eisenia foetida</i> con pulpa de café.	15
2	Sugerencia de aplicación de humus de lombricompost.	15
3	Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost.	25
4	Prueba de medias de Tukey al 0.05% para el rendimiento (kg / ha) del cultivo de chile dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ).	26
5	Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost. Para la calidad de primera	27
6	Prueba de medias de Tukey al 0.05% para el rendimiento (kg / ha) del cultivo de chile dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ). Para la calidad de baya de primera.	27
7	Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost. Para la calidad de baya de segunda.	28
8	Prueba de medias de Tukey al 0.05% para el rendimiento (kg / ha) del cultivo de chile dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ). Para la calidad de baya de segunda.	29
9	Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost. Para la calidad de baya de tercera (o no comercial)	30
10	Prueba de medias de Tukey al 0.05% para el rendimiento (kg / ha) del cultivo de chile dulce ( <i>Capsicum annuum</i> ). Para la calidad de bayade tercera (o no comercial).	30
11	Costos variables para los tratamientos evaluados.	31
12	Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados.	32

Cuadro	TÍTULO	Página
13	Análisis de dominancia.	33
14	Tasa de retorno marginal.	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	TÍTULO	Página
1	Distribución de los tratamientos en el campo.	22

# **EFFECTO DE LOMBRICOMPOST DE COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*), EN LA PRODUCCIÓN DE CHILE DULCE; LA FRAGUA, ZACAPA.**

## **RESUMEN**

El estudio se realizó en la finca “La Ceiba”, parcela el Zarzal”, en el valle de la Fragua del departamento de Zacapa. Tuvo como objetivo determinar el efecto de cinco dosis de lombricompost (3.52, 5.67, 8, 9.92, 12.30 t/ha), sobre el rendimiento de chile dulce (*Capsicum annum L.*), considerando a la vez un tratamiento testigo con aplicación de fertilizantes químicos (160 - 20 – 90 kg/ha de NPK). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La investigación se estableció en un área total de 576 m<sup>2</sup>. Las variables evaluadas fueron: rendimiento comercial; calidad en función al tamaño. El mayor rendimiento de chile se obtuvo al aplicar el fertilizante químico, alcanzando un promedio de 64,500 kg/ha. Sin embargo, es importante mencionar que conforme se aumentó la dosis de lombricompost, se obtuvo un mayor rendimiento en el cultivo. Según el análisis económico, todos los tratamientos tuvieron respuesta positiva. Es decir, en la medida que se adicionó materia orgánica se manifestó una respuesta positiva en el rendimiento, que compensó la adición de esta sustancia al suelo.

# **EFFECT OF REDWORM (*Eisenia foetida*) WORM COMPOST, IN THE PRODUCTION OF SWEET PEPPER; LA FRAGUA, ZACAPA**

## **SUMMARY**

The study was carried out in “La Ceiba” farm, el Zarzal plot, in the Fragua valley, Zacapa. The objective of this study was to determine the effect of five doses of worm compost (3.52, 5.67, 8, 9.92, and 12.30 t/ha) on bell pepper (*Capsicum annum L.*) yield, considering a check, at the same time, with the application of chemical fertilizers (160 - 20 – 90 kg/ha of NPK). A complete randomized block design with four replicates was used. The research study was established in an area of 576 m<sup>2</sup>. The evaluated variables were: commercial yield and quality regarding size. The highest yield was obtained when applying the chemical fertilizer, reaching an average of 64,500 kg/ha. However, it is important to highlight that as the worm compost dose increased; a higher yield was obtained in the crop. According to the economic analysis, all treatments obtained a positive response. In other words, as the organic matter was added, a positive response in the yield was obtained, which compensated the addition of this substance to the soil.

## I. INTRODUCCIÓN

Guatemala se ha caracterizado por tener basada su economía en la agricultura, siendo esta la principal actividad realizada por los campesinos del área rural. Según datos del Informe de Desarrollo Humano 2005, citado por FAO, el 52.5% de población rural ocupada se dedica a las actividades agropecuarias (FAO, 2005).

Las fuentes de ingresos de la población provienen principalmente de la venta de mano de obra en actividades agrícolas mayormente, combinada con la venta de parte de la producción agrícola (FAO, 2005).

Es importante mencionar que las tierras que se encuentran en el entorno del área urbana de Zacapa son poco aptas para la agricultura, por su situación árida, pero por medio de tomas y canales de irrigación la agricultura ha ido creciendo, especialmente en los llanos de La Fragua, lo que ha contribuido para que el 50% de la extensión territorial de Zacapa sea agrícola. Se estima que se dedican más de 45,000 hectáreas a la producción agrícola, siendo una de las actividades productivas más importantes y rentables que se manejan en el departamento; uno de los cultivos que forma parte de esta actividad es la producción de chile dulce (*Capsicum annuum* L), de la familia Solanaceae.

Los registros que últimamente se han obtenido, según el Censo Agropecuario Nacional 2003, hubo una superficie cultivada de chile dulce de 517 hectáreas, arrojando una producción de 6,646 toneladas, lo que significa que se obtuvo un promedio de 12.85 t/ha; en cajas equivale a 808.43 por hectárea, estos datos muestran que no se está produciendo un porcentaje adecuado para que el cultivo sea rentable (INE, 2004).

Las posibles causas de este fenómeno pueden adjudicarse a la pérdida de fertilidad de las tierras, resistencia de las plagas a productos químicos y variaciones climáticas, entre otras.

En el tema de nutrición vegetal, la utilización del abono orgánico humus de lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*), representa una alternativa viable y de bajo costo, sin detrimento de la calidad y rendimiento, además, es una forma de rehabilitar gradualmente las condiciones del suelo con relación a las propiedades físicas, químicas y biológicas. El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana, contribuyendo a la protección de la raíz, de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual está especialmente indicado. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas. En Latinoamérica existen muchos países que están utilizando y produciendo este abono orgánico, como Brasil, Colombia y Argentina entre otros, por su bajo costo y rendimiento productivo. Guatemala no tiene que ser la excepción, por lo que se propone la utilización de esta alternativa.

En la presente investigación se evaluaron cinco dosis de lombricompost, y una de fertilizante químico y su efecto sobre el rendimiento y calidad de chile dulce, híbrido Nathalie, aplicando tecnología avanzada de producción, incluyendo riego por goteo y protección de 40 días con polipropileno. Los resultados están orientados a generar nueva tecnología basada en recursos locales, que contribuya a la sostenibilidad del cultivo, mejorar la producción y los ingresos de los productores locales.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 CULTIVO DE CHILE

#### 2.1.1 Origen y clasificación botánica

Según InfoAgro (2006), el pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annuum* L. se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses. Su introducción en Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente.

#### 2.1.2 Clasificación botánica

**-Familia:** *Solanaceae*.

**-Especie:** *Capsicum annuum* L.

**-Planta:** Herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual, de porte variable entre los 0.5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero) (InfoAgro, 2006).

**-Sistema radicular:** Pivotal y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y un metro (InfoAgro, 2006).



**-Tallo principal:** De crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo. Los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente (InfoAgro, 2006).

**-Hoja:** Entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (InfoAgro, 2006).

**-Flor:** Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10% (InfoAgro, 2006).

**-Fruto:** Baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos (InfoAgro, 2006).

**- Las semillas:** Se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 milímetros (InfoAgro, 2006).

### 2.1.3. Fertilización

Según Cásseres (1981), la fertilización debe realizarse según los resultados del análisis de suelos, los cuales deben hacerse cada dos años, para confiar en la recomendación del tipo y dosis de fertilizantes a aplicar y la corrección de acidez si es necesario. Sin embargo, es importante tener en cuenta los siguientes parámetros y guías:

- En suelos demasiados livianos es importante la aplicación de materia orgánica.
- El chile dulce es exigente en fósforo y nitrógeno, sin embargo, un exceso de nitrógeno trae como consecuencia un desarrollo vegetativo acelerado y excesivo, resultando en la ruptura de ramas.
- Es importante analizar el contenido de calcio en el suelo, pues la deficiencia de este elemento resulta en la pudrición apical del fruto. Deficiencias de boro pueden llevar al mismo resultado por intervenir éste en el mecanismo de absorción del calcio.
- En suelos con pH mayor que 7.0, pueden presentarse deficiencias de elementos menores, tales como boro, ocasionando una reducción del crecimiento, deformación de frutos y hojas, brotes en rosetas.
- La aplicación de fósforo y potasio puede hacerse completa en el momento del trasplante. Es importante dividir el nitrógeno en dos aplicaciones: En el momento del trasplante y en el momento de formación del fruto.
- La extracción de nutrientes del suelo de una hectárea de chile dulce con un rendimiento de 20 t/ha es: Nitrógeno (N) 160 kg, Fósforo (P) 30 kg, Potasio (K) 160 kg.
- El fertilizante debe aplicarse en banda a 0.3 m de las hileras y 0.05 m de profundidad. La materia orgánica y la cal deben incorporarse antes del trasplante.

Es importante la aplicación de cal en suelos muy ácidos, de preferencia cal dolomítica si el nivel de magnesio es bajo.

## **2.2 LOMBRICOMPOST**

Para López (2006), la producción de lombricompost es el tratamiento de los desechos orgánicos no tóxicos, utilizando la lombriz de tierra, la cual tiene la capacidad de transformar elementos orgánicos indeseables en materiales de mejor estructura, inodoros, que mejoran la aireación del suelo y aumentan el contenido de bacterias benéficas, permitiendo que estos suelos se tornen más productivos. Con este método de producción de abonos orgánicos los costos de producción de los mismos se reducen sustentablemente, debido al uso de materiales de desecho producidos en la finca y zonas verdes; siendo las lombrices las que realizan todo el trabajo de descomposición y conversión a abono.

Para Barquero (2001), la lombricultura es una actividad centrada en la crianza de lombrices con diversos fines, siendo uno de éstos la producción de abono orgánico, de tal manera que las lombrices transforman el grave problema que son los desechos orgánicos (basura, broza, papel etc.) en el más rico fertilizante orgánico.

Existen más de 8,000 especies de lombrices sobre la tierra, la más conocida es la lombriz de tierra, se alimentan de materia orgánica semidescompuesta, respiran a través de la piel, tienen 5 corazones, 3 pares de riñones y una boca. No tienen dientes, no les gusta la luz solar ni los rayos ultravioletas, son hermafroditas (cada una tiene los dos sexos), se fecundan en parejas, se desarrollan en cápsulas o capullos que generan de 1 a 21 lombrices nuevas, y tardan de 14 a 21 días en nacer (López, 2006).

Para Aguilar (2002), la lombriz *Eisenia foetida* llamada también lombriz de California, es la más utilizada en la producción de lombricompost. Fue seleccionada en 1930 por Tomás Barret en California, Estados Unidos. Puede criarse en cautiverio y tiene una alta capacidad de reproducción, una sola lombriz genera hasta 1500 lombrices nuevas al año, vive en altas densidades de hasta 60,000 lombrices por m<sup>2</sup>, come un amplio rango de desechos orgánicos, se adapta a varias condiciones climáticas, mide de 6 a 8 cm y pesa de 0.6 a 1 g. Una lombriz adulta come 1 g de materia orgánica por día, del cual el 40% es asimilado y el 60% es excretado (abono-humus), lo cual implica que en un m<sup>2</sup> se pueden producir mas de dos toneladas de abono por año.

Para Legal, Dicoovski y Valenzuela (2001), el humus de lombriz o vermicompost es el fertilizante orgánico por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestor de la lombriz. Entre los principales beneficios que se obtienen con el manejo de la lombricultura se tienen:

- Reducción de la contaminación del medio ambiente.
- Producción de un material utilizado como fertilizante orgánico (vermicompost o lombricompost).
- Es un excelente mejorador y estructurador del suelo.
- Facilita el manejo de los desechos en poco espacio.
- Produce un abono sano, barato y que se puede vender a buen precio.
- Produce también abono líquido que se puede aplicar por la vía foliar o directamente al suelo (ácidos húmicos).

Legal *et al* (2001), indican que las características del lombricompost como fertilizante orgánico son:

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor al mantillo del bosque.

- Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua del riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantillas. El lombricompost aumenta notablemente el porte de las plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el transplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentran libre de nemátodos.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas y aporta, contribuye, mantiene, desarrolla y diversifica la micro flora y micro fauna del suelo.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- La acción microbiana del humus de la lombriz se hace asimilable para las plantas, con minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadores.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.

- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Amplía la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas, ésteres, fosforitos) debido a su capacidad de absorción.
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejoran las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro, disminuyendo el consumo del agua en los cultivos.

### **2.3. EVOLUCIÓN Y BIOLOGÍA DE LAS LOMBRICES**

Según Artiga (1986), las lombrices se encuentran entre los seres con mayor éxito adaptativo. Su origen se sitúa en el precámbrico, hace 700 millones de años. Existe un gran número de familias, especies y subespecies que han ido ocupando mares, lechos lodosos de lagunas y las capas superiores de casi todos los suelos del planeta. Pertenecen al *Phyllum* de los anélidos, animales con cuerpo constituido por una serie de anillos o metámeros, en los que se repiten los mismos órganos. Los anélidos comprenden las sanguijuelas, poliquetos y oligoquetos. Esta última clase reúne más de 1800 especies de lombrices.

Desde el punto de vista ecológico, los gusanos de tierra pueden dividirse en tres grandes grupos: en el primero encontramos a aquellas lombrices que viven sobre la superficie del suelo (epígeas). Los peligros a las que están expuestas, depredación, inundaciones, frío, incendios, escasez de comida les hizo desarrollar una serie de adaptaciones para sobrevivir: Alta reproducción para compensar las pérdidas poblacionales. Buen

apetito para aprovechar al máximo las ocasionales fuentes de comida (hoja seca, estiércol); capullos resistentes (Artiga, 1986).

Conocida mundialmente como roja californiana, resultó tan productiva en cautiverio. Con una provisión regular de alimento y en un ambiente protegido, come diariamente un grado de residuos orgánicos (el equivalente al peso de un individuo adulto), 60% del cual se convierte en un excelente abono biológico llamado lombricompost o humus de lombriz. En las condiciones ideales del criadero disminuye el letargo – período de descanso para soportar las sequías y carencias alimentarias, también aumenta la longevidad (de unos pocos meses en estado silvestre a 16 años en cautiverio) (Artiga, 1986).

El segundo grupo lo ocupan los lubricados que pasan toda su vida en el interior del suelo (endógenos). Se alimentan de productos que eliminan las raíces y gusanos e insectos. Al evolucionar en un medio más estable su tasa de reproducción es baja y no desarrollaron pigmentos protectores. Constituyen el 20% de la biomasa (Artiga, 1986).

Finalmente, alternando entre la superficie y la profundidad, encontramos al grupo de los anécicos, uno de cuyos exponentes, la lombriz de tierra, es sin duda la más conocida y estudiada. Cava galerías en forma de “U”, donde pasa la mayor parte del tiempo. Por las noches se asoma a mordisquear restos vegetales arrastrándolos al fondo para devorarlos junto con partículas de tierra. Por eso, si se quiere tener abundantes lombrices grises, siempre debe de haber una capa de pasto seco sobre la tierra desnuda (Artiga, 1986).

Los anécicos cumplen un papel muy importante en la aireación y acondicionamiento del suelo (desmenuzamiento, neutralización del pH,

aporte bacterias) dejando esos típicos montículos que muchos confunden con hormigueros. Suministran el 80% de la biomasa (Artiga, 1986).

Estos tres cuerpos se reparten los recursos disponibles. La mayor parte de lo que ingieren los endógenos es mineral, con los epigeos la relación se invierte: su alimentación es casi exclusivamente orgánica. Los anécicos tienen una dieta combinada (Artiga, 1986).

#### **2.4 LA LOMBRIZ ROJA**

En estado adulto la longitud media de la lombriz roja californiana está comprendida entre 5 y 9 cm, con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad. El peso es un gramo aproximadamente. Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso o a la mitad, según las condiciones de vida. El 60% de lo que ingrese se convierte en abono y lo restante lo utilizan para su metabolismo y generar tejidos corporales (Meinicke, 1988).

La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, la roja 16. La fecundación de la terrestre es de 45 días mientras que la roja cada 7 días. También hay más nacimientos entre las lombrices rojas, 2 a 20 lombrices por cocón, contra 1 a 4 entre las terrestres. A diferencia de la lombriz de tierra que se escapa con facilidad de las instalaciones de cría, la lombriz californiana permanece en su alojamiento siempre que no le falte comida o que las condiciones de su medio se tornen desfavorables (Meinicke, 1988).

#### **2.5 CRIANZA DE LOMBRIZ COQUETA ROJA**

Según Bravo (1996), la crianza de lombrices californianas en un espacio reducido consiste en emplear un sistema de tolvas, donde la basura se echa por la parte superior del contenedor y el humus elaborado se saca por debajo. Este sistema permite una producción continua de humus en un



solo contenedor. La tolva más simple es un tambor metálico o plástico de 100 litros o más de capacidad.

Modelo 1: Se le perfora a la pila un agujero lateral de unos 30 cm, de diámetro para extraer el humus. El círculo recortado se utiliza para cubrir el agujero. Para sujetar esta tapa se pueden usar pequeñas bisagras y un pasador o simplemente atarla con alambre. Se fijan cuatro patas de madera a la base del tambor. Si se desea, se puede calcular la altura para que permita colocar cómodamente un balde para extraer el humus. Para evitar que entren insectos y babosas, se coloca cada pata dentro de una lata con aceite de motor. La parte superior del tambor se cierra con un aro que sujeta una malla tejida. La pila permite producir una pequeña cantidad de humus de lombriz, suficiente para las plantas de interior y balcones (Bravo, 1996).

Modelo 2: En vez de hacer el agujero lateral se desfonda el tambor. Es más rústico, pero también más práctico para extraer el humus elaborado. En ambos casos los cuidados son similares a los que deben prodigarse con otros métodos. Se comienza depositando una cierta cantidad de basura en el fondo del tambor (o sobre el piso si se optó por el segundo modelo) y el sustrato con las lombrices se coloca al lado (pegado a la basura). Las lombrices se irán introduciendo poco a poco en la basura, a medida que ésta esté en condiciones de ser consumida. No olvidar tapar los residuos con un poco de tierra o humus y de regar con regularidad. Además, hay que tener en cuenta que, como las nuevas capas de basura se colocan directamente sobre las lombrices, estas pueden ser sofocadas por el exceso de calor producido por la fermentación. Para evitarlo, se debe colocar la basura una semana sobre el lado izquierdo del contenedor y la siguiente en el lado derecho. De este modo siempre habrá un sector más fresco donde se puedan refugiar las lombrices (Bravo, 1996).

La extracción del humus se hace por el lateral o la parte inferior, según el modelo. Siempre habrá algunas lombrices rezagadas, pero usando un rastrillo de mano garra, se va raspando poco a poco, dándole tiempo a que las lombrices se vayan apartando. Se debe considerar que cada 3-4 meses el número de lombrices se duplica. Para evitar la superpoblación, hay que extraer algunas lombrices por la parte superior del tambor e hincar un nuevo núcleo (Bravo, 1996).

## **2.6 COSECHA DE LOMBRICOMPOST**

Una vez retirada la mayor parte de la población de lombrices de la cuna, se extrae el humus inmediatamente. Es importante tener presente que para que la actividad sea rentable las cunas deben manejarse como unidades de producción de humus con un ciclo de tres meses, al cabo del cual el lumbricompost es extraído rápidamente, aunque no esté totalmente listo (Magnano y Gómez, 1996).

El proceso de homogenización se completa en tres o cuatro meses por acción de las bacterias, y de las lombrices que no fueron extraídas al realizar la cosecha. Este tiempo es demasiado breve para que eclosionen los cocones inmaduros y para permitir que la totalidad de las lombrices rezagadas puedan retirarse antes de pasar por el proceso de desterronado y tamizado del material. Las pérdidas pueden rondar el 20% o más. Éstas pueden disminuir si se tiene la precaución de colocar junto a la pila de post-elaboración una franja de estiércol para atraer con su olor a las lombrices rezagadas (Magnano y Gómez, 1996).

La pila de post-elaboración se puede dejar a la intemperie durante algunos meses, lo cual mejora progresivamente la calidad del producto. En un envase que deje entrar un poco de aire y con un 40% de humedad, el humus mantiene sus cualidades durante muchos años. Para tener una

referencia, por cada tonelada de alimento que se coloca en una cuna en el periodo productivo, se extrae media tonelada de humus en tres meses de actividad. Un metro cúbico de humus pesa unos 500 kg, su peso específico es de 0.5 a 0.6, si supera estos valores puede contener tierra (Magnano y Gómez, 1996).

## **2.7 PERIODO DE PRODUCCIÓN**

Una vez que la granja ha alcanzado la dimensión planificada, cada cuna estará casi siempre con su población completa de lombrices, ya que se tiende a tener el máximo de lombrices produciendo humus. Cada cuna (de 1.80 por 3.60 m) se iniciará con 10 núcleos y la cosecha se realizará a los 3 meses. Al cabo de este tiempo se extrae el humus para pasar rápidamente a un nuevo ciclo (Magnano y Gómez, 1996).

## **2.8 COSECHA DE LOMBRICES**

El ciclo de producción en la cuna es de 3 meses. Cuando falten de 15 a 7 días para realizar la cosecha, se alimenta a las lombrices con un cebo para atraer al mayor número de las mismas a la cuna y proceder a su extracción. Una fórmula desarrollada por Magnano y Gómez (1996), es mezclar el material con un 3% de grasa animal. También se puede emplear pulpa de café o melaza. Para extraer las lombrices se coloca sobre la cuna entre 3 y 4 cm de cebo. Se moja y se lo cubre con media sombra. Al cabo de 72 horas se llenará de lombrices. Con una horquilla carbonera se sacan de 5 a 7 cm de la capa superior. Este material constituye un nuevo núcleo que se podrá usar para sembrar una nueva cuna.

## **2.9 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOMBRICOMPOST**

En el cuadro 1 se presenta la composición química del humus obtenido de la pulpa de café.

Cuadro 1. Composición química del abono producido por lombrices *Eisenia foetida* con pulpa de café.

ELEMENTO	COMPOSICIÓN
Nitrógeno total (%)	2.86
Humedad (%)	5.19
P (%)	0.14
K (%)	0.76
Ca (%)	1.62
Mg (%)	0.281
Na (%)	0.15
pH	7.4 – 7.8
Materia fermentable (%)	53.99
Materia mineral (%)	40.82

(López, 2006)

## 2.10 SUGERENCIA DE APLICACIÓN DE HUMUS

La sugerencia de aplicación de humus de lombricompost según el Manual Básico de Lombricultura, de la Escuela de Agricultura y Ganadería, Estelí de Nicaragua, es el que se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Sugerencia de aplicación de lombricompost

Grupo	Cantidad a aplicar
Hortalizas	141 g /planta
Semilleros	5 al 10% se puede usar puro
Floricultura	400 g/m <sup>2</sup>
Frutales	3 kg/árbol
Macetas de 40 cm	15 cucharadas $\frac{3}{4}$ L /año
Maceta de 20 cm	8 cucharadas $\frac{1}{2}$ L /año

(Escuela de Agricultura y Ganadería Estelí de Nicaragua)

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En Guatemala los cultivos de hortalizas en general presentan muchas dificultades en su proceso productivo. Particularmente en el chile dulce los problemas de plagas, y baja fertilidad de los suelos, son los que más trabajo e insumos demandan de los productores; en la mayoría de los casos el control de estos problemas representa entre el 30% y 40% (Q. 40,000/ha) de los costos totales de producción, lo que repercute directamente en la rentabilidad del cultivo.

Es importante mencionar el bajo rendimiento que el cultivo del chile dulce ha registrado últimamente. Según el Censo Agropecuario Nacional 2003, hubo una superficie cultivada de chile dulce de 517 hectáreas, arrojando una producción de 6,646 toneladas, lo que significa que se obtuvo un promedio de 12.85 t/ha<sup>1</sup> en cajas<sup>2</sup> equivale a 808.43 por hectárea; estos datos indican que no se está produciendo un rendimiento adecuado para que el cultivo sea rentable. Esto es inferior comparado con datos obtenidos por AGEXPORT y FAO en el año 2002, donde la producción de chile dulce en El Salvador fue de 20.91 t/ha, lo que equivale en cajas a 1315.5 por hectárea.

Las posibles causas de este fenómeno pueden adjudicarse a la baja fertilidad de los suelos, resistencia de las plagas y enfermedades a los productos químicos y a las variaciones climáticas, entre otras. Para reducir los efectos negativos en la producción del chile dulce, causados específicamente por problemas de fertilidad de suelo, la utilización de humus de coqueta roja (*Eisenia foetida*) constituye una alternativa para los productores de la región,

---

<sup>1</sup> t/ha = toneladas métrica por hectárea

<sup>2</sup> caja = 15.895 kg

por su bajo costo y contenido nutritivo, lo que redundará en la rentabilidad y productividad del mismo. Se deben tomar en cuenta las exigencias nutritivas del pimiento para usar adecuadamente el humus de lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*).

El chile dulce es una planta muy exigente en nitrógeno, durante las primeras fases del cultivo demanda de fósforo y de potasio. El pimiento también es muy exigente en cuanto a la nutrición de magnesio, el aporte de micro elementos, que años atrás se había descuidado e ignorado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada; los ácidos húmicos y fúlvicos mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta.

El humus de coqueta roja es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compactación natural o artificial, su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica, neutraliza la presencia de contaminantes (insecticidas, herbicidas...) debido a su capacidad de adsorción.

Se deduce entonces que las necesidades nutricionales que demanda el cultivo de chile dulce son compatibles con las características nutritivas del humus de coqueta roja, lo que justifica la utilización de este abono orgánico para mejorar la calidad y productividad del mencionado cultivo.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de cinco dosis de lombricompost, sobre el rendimiento de chile pimiento, en La Fragua, Zacapa.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de cinco dosis de lombricompost, en el rendimiento de chile pimiento.
- Determinar el efecto de cinco dosis de lombricompost, en la calidad de chile pimiento.
- Determinar el tratamiento de lombricompost, que presente la mejor oportunidad económica, de acuerdo a la Tasa de Retorno Marginal.

## V. HIPÓTESIS

- Por lo menos una de las dosis de lombricompost mejora el rendimiento y la calidad de chile dulce, en el Valle de La Fragua, Zacapa.
- Por lo menos uno de los tratamientos es superior desde el punto de vista financiero.



## **VI. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO**

El estudio se realizó en los campos de la Finca “La Ceiba”, parcela “El Zarzal”, en el Valle de La Fragua, del departamento de Zacapa. Área que se ubica en las coordenadas geográficas 14° 57` 58” latitud norte y 89° 37`01” longitud oeste (mapa cartográfico Zacapa 1991). A una distancia aproximada de 148 km de la ciudad capital. El área se encuentra en la provincia fisiográfica de tierras transicionales y zona de vida, “Monte Espinoso Sub-tropical Seco”.

Los suelos están clasificados en la serie Chicaj (Chj), que se caracteriza por tener un drenaje muy lento, con pendientes de 0 - 4% de textura muy pesada, casi impermeables, con peligro de erosión alta y fertilidad natural baja, con un espesor de 0.20 – 0.40 metros de profundidad (Simmons, Tárano y Pinto, 1959).

### **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

El experimento se realizó en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*), utilizando diferentes dosis de abono orgánico, lombricompost, de lombriz roja (*Eisenia foetida*), aplicándolo en distintas fechas.

### **6.3 FACTOR ESTUDIADO**

El factor estudiado fue diferentes dosis de lombricompost.

### **6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

Se evaluaron cinco dosis de lombricompost, considerando a la vez un tratamiento testigo con aplicaciones de productos químicos, siendo estos los siguientes.

- Tratamiento 1 141 g de lombricompost / planta (3.52t/ha) (sugerencia de aplicación por la Escuela de Agricultura Estelí, Nicaragua, Cuadro 2).
- Tratamiento 2 227 g de lombricompost / planta (5.67t/ha) (sugerido como media entre los tratamientos 1 y 3).
- Tratamiento 3 320 g de lombricompost / planta (8t/ha) (de acuerdo a los requerimientos de nitrógeno del chile dulce y los resultados nutricionales del lombricompost, presentados por López (2006), (Anexo 1).
- Tratamiento 4 397 g de lombricompost / planta (9.92 t/ha).
- Tratamiento 5 492 g de lombricompost / planta<sup>3</sup> (12.30 t/ha) (considerando eficiencia en el uso de fertilizante nitrogenado que fue 0.65).
- Tratamiento 6 Testigo (fertilización química 160- 20- 90 kg/ha de NPK, Anexo 3)

Estos tratamientos se definieron con base en los requerimientos del cultivo, y la disponibilidad de nutrimentos que habían en el lombricompost y en el suelo.

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los seis tratamientos se distribuyeron en un diseño experimental de Bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo aditivo lineal para  $Y_{ij}$  fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + \epsilon_{ij}$$

En donde:

$\mu$  = Media general.

$\beta_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque.

---

<sup>3</sup> Tratamiento propuesto por el Asesor

$T_j$  = Efecto del j-ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se estableció en un área total de 576 m<sup>2</sup>, considerando para el efecto cuatro repeticiones de seis tratamientos, con un área total por repetición de 144 m<sup>2</sup>. Cada tratamiento contó con 6 metros de longitud y cuatro metros de ancho, el distanciamiento utilizado fue 0.40 m entre plantas (cuatro surcos/tratamiento). El número de plantas por unidad experimental fue de 60, de las cuales se cosecharon 26, cuya producción se midió en kg / ha.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los tratamientos en el campo se muestra en la figura 1.

3	1	5	4	6	2	<b>Bloque IV</b>
2	6	3	5	1	4	<b>Bloque III</b>
5	3	6	2	4	1	<b>Bloque II</b>
6	4	1	3	2	5	<b>Bloque I</b>

**Figura 1.** Distribución de los tratamientos en el campo.

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

En el experimento se evaluaron cinco diferentes dosis de lombricompost. Las actividades que se desarrollaron fueron las siguientes:

- Se preparó el suelo, utilizando dos pasos de rastra, luego se surqueo a una distancia de 1 m entre surcos.

- Se trazó en el campo la parcela experimental, haciendo el trazo de cada uno de los tratamientos y sus repeticiones, de acuerdo al croquis presentado anteriormente.
- Se procedió al trasplante, previo a realizar esta actividad se realizó un riego de pre trasplante. El método utilizado fue riego por gravedad (o por surco).
- Se colocaron tutores a cada 1.5 m en los surcos, para sostén de las plantas.
- Una vez instalado el cultivo se llevaron a cabo las diferentes labores culturales que requiere, como lo son: riegos, limpiezas, la fertilización, control de plagas y enfermedades y cosecha.
- Las fertilizaciones químicas y orgánicas se hicieron de forma directa a la base del tallo (de forma chuceada) a una distancia de 5 a 7 cm de la planta.
- Una vez que la fruta presentó su momento de cosecha, que osciló en un periodo comprendido entre los 60 y 65 días después del trasplante, se procedió a la toma de datos de producción, esta toma de datos se hizo en cada corte, la producción se midió en kg/ha. Además se midió por tamaños y calidad de fruta.

## 6.10 VARIABLES RESPUESTA

- **Rendimiento comercial**

Se cuantificó toda la producción de cada tratamiento (kg /ha).

- **Calidades en función del tamaño**

Se consideró el total de tamaños de baya, en primera (22 cm largo por 20 cm diámetro), segunda (17 cm largo por 18 cm de diámetro) y no comerciable (13 cm largo por 16 cm diámetro)

➤ **Costos e ingresos de los tratamientos**

Se establecieron los costos y los beneficios obtenidos al final de la cosecha en los diferentes tratamientos evaluados.

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Los datos recopilados de cada tratamiento se analizaron de la siguiente forma:

- A la variable de rendimiento se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA), donde se tuvo diferencia estadística significativa, se aplicó una prueba de medias de tukey.
  
- A la variable calidad de fruto, se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA), donde se tuvo diferencia estadística significativa, se aplicó una prueba de medias de tukey.

### **6.11.2 Análisis económico**

Se utilizó la técnica de presupuesto parcial; se hizo la prueba de dominancia, ordenando los tratamientos de menor a mayor beneficio neto, con su respectivo costo parcial, aquellos tratamientos que presentaron mayor costo que el anterior (tratamiento comparador), fueron "Dominados" y; por último, se calculó la Tasa de Retorno Marginal en los tratamientos no dominados. Se determinó el margen de beneficio resultante de la aplicación de los tratamientos.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 RENDIMIENTO COMERCIAL

En el cuadro 3 se presenta el análisis de varianza del rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis de lombricompost. (Ver anexo 6).

Cuadro 3. Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	F TABLA.		SIG.
					0.05	0.01	
Total	23	7295296070					
Bloques	3	37806230	1260207667	0.49	3.29	5.42	N.S.
Tratamientos	5	6872878880	13745755776	53.61	2.9	4.56	**
Error	15	384610960	25640730.67				

\*\* = Altamente significativo; y N.S. = No significativo al 5% de probabilidad de error.

CV= 16.51 %

De acuerdo a los resultados obtenidos, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 16.51 %, el cual se considera aceptable. Para establecer esa diferencia se efectuó la prueba de medias de Tukey al 0.05 % (cuadro 4) y de esa manera se determinó el o los tratamientos adecuados para mejorar el rendimiento de chile.

Cuadro 4. Prueba de medias de Tukey (al 0.05%) para el rendimiento (kg/ha) del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*).

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Tukey</b>
6	64,500	<b>A</b>
5	36,233	<b>B</b>
4	29,655	<b>B C</b>
3	23,165	<b>C D</b>
2	17,294	<b>D</b>
1	13,162	<b>D</b>

Según el cuadro 4, prueba de medias de tukey para el rendimiento del fruto del cultivo de chile dulce, el mejor tratamiento fue el 6, aplicación de 160–20–90 kg/ha de N-P-K. En un segundo grupo se ubicó el tratamiento 5, 492 g de lombricompost/planta; posteriormente el tratamiento 4, 397 g de lombricompost/planta.

Es importante mencionar que conforme se aumentó la dosis de lombricompost se logró un mayor rendimiento en el cultivo. Probablemente debido al aporte nutricional que genera el lombricompost, el cual aumenta al aumentar la dosis.

## **7.2 CALIDAD EN FUNCION AL TAMAÑO**

En el cuadro 5 se presenta el análisis de varianza del rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis de lombricompost. Para la calidad de baya de primera.

Cuadro 5. Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost. Para la calidad de baya de primera.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	F TABLA.		SIG.
					0.05	0.01	
Total	23	2626309120					
Bloques	3	13612032	4537344	0.49	3.29	5.42	N.S.
Tratamientos	5	2474237952	494847584	53.60	2.90	4.56	**
Error	15	138459136	9230609				

\*\* = Altamente significativo; y N.S. = No significativo al 5% de probabilidad de error.  
CV= 16.51 %

De acuerdo a los resultados obtenidos, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 16.51 %, el cual se considera aceptable. Para establecer esa diferencia se efectuó la prueba de medias de Tukey al 0.05 % (cuadro 6) y de esa manera se determinó el o los tratamientos adecuados para mejorar el rendimiento de chile.

Cuadro 6. Prueba de medias de Tukey (al 0.05%) para el rendimiento (kg/ha) del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*). Para la calidad de baya de primera

Tratamiento	Media	Tukey
6	38,700.29	A
5	21,740.10	B
4	17,793.44	B C
3	13,899.15	C D
2	10,376.54	D
1	7,897.65	D

Según el cuadro 6, prueba de medias de tukey para el rendimiento del fruto de la calidad de baya de primera del cultivo de chile dulce, el mejor tratamiento fue el 6,



aplicación de 160–20–90 kg/ha de N-P-K. En un segundo grupo se ubicó el tratamiento 5, 492 g de lombricompost/ planta; posteriormente el tratamiento 4, 397 g de lombricompost/ planta.

Es importante mencionar que conforme se aumentó la dosis de lombricompost se logró un mayor rendimiento en el cultivo. Probablemente debido al aporte nutricional que genera el lombricompost, el cual aumenta al aumentar la dosis.

En el cuadro 7 se presenta el análisis de varianza del rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis de lombricompost. Para la calidad de baya de segunda.

Cuadro 7. Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost. Para la calidad de baya de segunda.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	F TABLA.		SIG.
					0.05	0.01	
Total	23	455894272					
Bloques	3	2343424	781141.31	0.48	3.29	5.42	N.S.
Tratamientos	5	429504896	85900976	53.58	2.90	4.56	**
Error	15	24045952	1603063.50				

\*\* = Altamente significativo; y N.S. = No significativo al 5% de probabilidad de error.

CV= 16.51 %

De acuerdo a los resultados obtenidos, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 16.51 %, el cual se considera aceptable. Para establecer esa diferencia se efectuó la prueba de medias de Tukey al 0.05 % (cuadro 8) y de esa manera se determinó el o los tratamientos adecuados para mejorar el rendimiento de chile.

Cuadro 8. Prueba de medias de Tukey (al 0.05%) para el rendimiento (kg/ha) del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*). Para la calidad de baya de segunda.

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Tukey</b>
6	16,125.12	<b>A</b>
5	9,053.87	<b>B</b>
4	7,413.93	<b>B C</b>
3	5,791.31	<b>C D</b>
2	4,323.56	<b>D</b>
1	3,290.68	<b>D</b>

Según el cuadro 8, prueba de medias de tukey para el rendimiento del fruto de la calidad de baya de segunda del cultivo de chile dulce, el mejor tratamiento fue el 6, aplicación de 160–20–90 kg/ha de N-P-K. En un segundo grupo se ubicó el tratamiento 5, 492 g de lombricompost/ planta; posteriormente el tratamiento 4, 397 g de lombricompost/ planta.

Es importante mencionar que conforme se aumentó la dosis de lombricompost se logró un mayor rendimiento en el cultivo. Probablemente debido al aporte nutricional que genera el lombricompost, el cual aumenta al aumentar la dosis.

En el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza del rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis de lombricompost. Para la calidad de baya de tercera (o no comercial).

Cuadro 9. Análisis de varianza para rendimiento del fruto de chile, aplicando 5 dosis diferentes de lombricompost. Para la calidad de baya de tercera (o no comercial).

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	F TABLA.		SIG.
					0.05	0.01	
Total	23	164144320					
Bloques	3	850752	283584	0.49	3.29	5.42	N.S.
Tratamientos	5	154639872	30927974	53.60	2.90	4.56	**
Error	15	8653696	576913.06				

\*\* = Altamente significativo; y N.S. = No significativo al 5% de probabilidad de error.

CV= 16.51 %

De acuerdo a los resultados obtenidos, existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 16.51 %, el cual se considera aceptable. Para establecer esa diferencia se efectuó la prueba de medias de Tukey al 0.05 % (cuadro 10) y de esa manera se determinó el o los tratamientos adecuados para mejorar el rendimiento de chile.

Cuadro 10. Prueba de medias de Tukey (al 0.05%) para el rendimiento (kg/ha) del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*). Para la calidad de baya de tercera (o no comercial).

Tratamiento	Media	Tukey
6	9,675.07	<b>A</b>
5	5,435.02	<b>B</b>
4	4,448.36	<b>B C</b>
3	3,474.78	<b>C D</b>
2	2,594.13	<b>D</b>
1	1,974.41	<b>D</b>

Según el cuadro 10, prueba de medias de tukey para el rendimiento del fruto de la calidad de baya de tercera (o no comercial) del cultivo de chile dulce, el mejor

tratamiento fue el 6, aplicación de 160–20–90 kg/ha de N-P-K. En un segundo grupo se ubicó el tratamiento 5, 492 g de lombricompost/ planta; posteriormente el tratamiento 4, 397 g de lombricompost/ planta.

Es importante mencionar que conforme se aumentó la dosis de lombricompost se logró un mayor rendimiento en el cultivo. Probablemente debido al aporte nutricional que genera el lombricompost, el cual aumenta al aumentar la dosis.

### 7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realizó con base en los resultados de rendimiento comercial de chile dulce de cada uno de los tratamientos evaluados. Los costos variables que se identificaron y cuantificaron fueron: cantidad de lombricompost y fertilizante químico. Los ingresos brutos se estimaron a partir de los rendimientos experimentales (kg/ha).

El cuadro 11 muestra el procedimiento por medio del cual se obtuvieron los costos variables, el cual se realizó utilizando las diferentes dosis de lombricompost de cada uno de los tratamientos y el fertilizante químico.

Cuadro 11. Costos variables para los tratamientos evaluados.

<b>Tratamientos</b>	<b>kg/ha del Fertilizante</b>	<b>Costo (Q.) por kilogramo</b>	<b>Total costo variable (Q/ha)</b>
1 141 g	3,551 kg	0.88	3,124.88
2 227 g	5,681 kg	0.88	4,999.28
3 312 g	7,812 kg	0.88	6,874.56
4 397 g	9,943 kg	0.88	8,749.84
5 492 g	12,073 kg	0.88	10,624.24
6 Fert. químico	2,840 kg	6.60	18,744.00

El cuadro 12 presenta el presupuesto parcial de los tratamientos, describiendo los beneficios brutos, los costos variables y los beneficios netos en quetzales por hectárea (Q/ha) de los diferentes tratamientos evaluados.

El beneficio bruto de cada tratamiento se obtuvo multiplicando los rendimientos (en kg/ha) por el precio de venta que mantenía el mercado, que en este caso fue de Q. 5.00 por kilogramo.

Cuadro 12. Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados.

<b>Tratamientos</b>	<b>Beneficio Bruto (Q).</b>	<b>Costos Variables (Q).</b>	<b>Beneficio Neto (Q).</b>
1. 141 g	65,811.25	3,124.88	62,686.37
2. 227 g	86,471.25	4,999.28	81,471.97
3. 312 g	115,826.25	6,874.56	108,951.69
4. 397 g	148,278.75	8,749.84	139,528.91
5. 482 g	181,167.50	10,624.24	170,543.26
6. Fert. químico	322,502.50	18,744.00	303,758.50

### 7.3.1 Análisis de dominancia

En el cuadro 13 se describe el análisis de dominancia de los tratamientos, los cuales se ordenaron de menor a mayor costo variable con su respectivo beneficio neto. El tratamiento con el menor costo variable fue comparado con el costo del siguiente tratamiento, el cual debe satisfacer con un beneficio neto mayor a dicha alternativa.

Cuadro 13. Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados

Tratamientos	Costos variables (Q).	Beneficio (Q).	Significancia
1. 141 g.	3,124.88	62,686.37	No dominado
2. 227 g.	4,999.28	81,471.97	No dominado
3. 312 g.	6,874.56	108,951.69	No dominado
4. 397 g.	8,749.84	139,528.91	No dominado
5. 482 g.	10,624.24	170,543.26	No dominado
6. Fert. Quimi.	18,744.00	303,758.50	No dominado

### 7.3.2 Tasa de Retorno Marginal

En el cuadro 14 se muestra la Tasa de retorno marginal (TRM), para los tratamientos que resultaron ser no dominados en el análisis de dominancia. Procediendo paso a paso, comenzando con la de menor costo y siguiendo con la próxima más alta, la tasa de retorno marginal fue calculada expresando la diferencia del beneficio neto dividido con la diferencia de los costos variables por 100.

$$\text{TRM} = \frac{\text{Diferencia beneficio neto} * 100}{\text{Diferencia costo variable}}$$

Cuadro 14. Tasa de retorno marginal de tratamiento de dosis de lombricompost en chile dulce.

Tratamiento	Costo variable	Diferencia costo variable	Beneficio neto	Diferencia beneficio neto	TRM. %
1 141 g	3,124.88		62,686.37		
2 227 g	4,999.28	1,874.40	81,471.97	18,785.60	1,002
3 312 g	6,874.56	1,875.28	108,951.69	27,479.72	1,465
4 397 g	8,749.84	1,875.28	139,528.91	30,577.22	1,630
5 482 g	10,624.24	1,874.40	170,543.26	31,014.35	1,654
6 Fert. Químico	18,744.00	8,119.76	303,758.50	133,215.24	1,640

Como se observa en el cuadro 14, a pesar que se observa una leve diferencia superior en el tratamiento 5, se recomienda el tratamiento 6. Debido a que representa una diferencia de costos de Q 8,119.76 con el tratamiento 5, para retornar un ingreso de Q 133,215.24, lo cual refleja una buena alternativa de inversión.

Como se podrá notar, está que mostró una tasa de retorno marginal de 1654 %, mayor a los otros tratamientos. Esto la convierte en la mejor alternativa para el productor.

## VIII. CONCLUSIONES

- Se determinó que mediante la aplicación de fertilizante químico, el rendimiento fue estadísticamente superior. Sin embargo, es importante mencionar que donde se aplicaron las mayores dosis de lombricompost, tratamientos 4 (rendimiento 53.91 t/ha) y 5 (rendimiento 65.87 t/ha) se obtuvo un buen rendimiento en el cultivo, superando el promedio de 12.85 t/ha, reportado por el INE en el censo agropecuario Nacional 2003. Esto demuestra que si es posible mejorar el rendimiento en el cultivo de chile pimiento, aplicando lombricompost.
- Con relación a la calidad en función al tamaño de baya; se clasificó en tres categorías C1 Primera; C2 Segunda y C3 Tercera (o no comercial), siendo la C1. donde se mostraron los mayores rendimientos. También se estableció que el tratamiento 6 (fertilizante químico), mostró los mejores resultados; además, se pudo observar que a mayor dosis de lombricompost se observó superioridad en la calidad de la baya.
- Los resultados del análisis económico indican que el mejor tratamiento fue el tratamiento 5, debido a que mostró una tasa de retorno marginal de 1654 %, mayor a los otros tratamientos. Sin embargo al analizar el tratamiento 6, éste presentó una tasa de retorno marginal de 1640%, muy similar al tratamiento 5, pero con la diferencia de un beneficio neto mayor. Esto la convierte en la mejor alternativa para el productor.



## **IX. RECOMENDACIONES**

- Al momento de utilizar fertilizante orgánico (lombricompost), en el cultivo de chile dulce, se recomienda utilizar la dosis más alta (492 g/planta), pues fue con esta dosis que se obtuvo mayor rendimiento. Sin embargo, es importante mencionar que aplicando fertilizante químico se obtuvo un mayor rendimiento y calidad en el cultivo de chile; comparado con los tratamientos de lombricompost.
- Es importante investigar combinaciones de fertilizante químico y orgánico utilizando el lombricompost, con el objetivo de reducir las dosis de fertilizante químico y mejorar la eficiencia en el uso del mismo.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar M., G (2002). Manejo de desechos sólidos con el uso de lombricompost. Memoria del II encuentro de Investigadores en Agricultura Orgánica. Asociacion de Desarrollo Integral de Llano Grande de Cartago. Heredia, Costa Rica. [www.infoagro.go.cr.orgnico/20.Manejo\\_desechos.htm](http://www.infoagro.go.cr.orgnico/20.Manejo_desechos.htm)
- Artiga G., J. (1986). La Alimentación Biológica. Plaza & Janés. Barcelona, España. 62 p.
- Barquero M., E. (2001). La Lombricultura. Proyecto del departamento agrícola de la cooperativa Victoria. [www.coopetvictoria.com/victoria/noviembre05.htm-8-k](http://www.coopetvictoria.com/victoria/noviembre05.htm-8-k) Resultado Splenario.
- Bravo, A. (1996). Tecnicas y Aplicaciones del Cultivo de la Lombriz Roja Californiana. Xalapa,Veracruz, Mexico\_ Universidad Veracruzana. Facultad de Quimica Farmaceutica Biologica. 42 p.
- Casseres, E. (1981). Producción de Hortalizas. 3 ed. 1ª. Reimpresión, ICA, San José Costa Rica. Pp 107 – 117.
- FAO. (2005). Perfiles de Medios de Vida de Guatemala. (en línea). Guatemala. Disponible en [http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/3/12603988723200/modos\\_de\\_vida\\_mfews.pdf](http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/3/12603988723200/modos_de_vida_mfews.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística, GT. (2004). IV Censo Nacional Agropecuario. (en línea). Guatemala. Disponible en: <http://www.ine.gob.gt/np/agropecuario/tomo%20III.pdf>

Infoagro, ES. (2006). Portal agrícola con información y noticias relacionadas con el sector. Precios agrarios on line. Directorios empresariales. Sección Agro negocios B2B.Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

Legal M., J. R., Dicovskiy R., L. E, Y, Valenzuela C., Z. I. (2001). Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales, Nicaragua Email [lisdi@ibw.com.ni](mailto:lisdi@ibw.com.ni)

López, E. (2006). "Evaluación de tres programas de fertilización Orgánica y tres distancias de siembra en el cultivo de Okra tailandesa (*Luffa acutángula*) La Fragua Zacapa. (Tesis) Universidad Rafael Landívar, Ciencias Ambientales y Agrícolas, Guatemala.

Magnano, J. C y Gómez, O. (1996). Curso de Lumbricultura.Vitafétil. Argetina. 130 p.

Meinicke, A. C. (1988). Las Lombrices\_ Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 55 p.

Simons, Ch.; Tárano T., J. M.; y, Pinto Z., J. H. (1959). Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Ed. José Pineda Ibarra. Guatemala 1000 p.

## XI. ANEXOS

### ANEXO 1

Cálculo de dosis de lombricompost necesaria para suplir el requerimiento de nitrógeno (n) del chile dulce.

$$N = 160 \text{ kg / ha}$$

$$P = 30 \text{ kg / ha}$$

$$K = 160 \text{ kg / ha}$$

$$\frac{160 \text{ kg}}{0.02 \text{ concentración de N en lombricompost}} = 8,000 \text{ kg lombricompost / ha}$$

#### Densidad de siembra

$$D = \frac{10,000}{1 * 0.40} = 25,000 \text{ plantas / ha}$$


$$\frac{8,000 \text{ kg lombricompost.}}{25,000 \text{ plantas / ha}} = 0.32 \text{ kg / planta} = 320 \text{ g / planta}$$

Considerando pérdidas de nitrógeno (N). Por eficiencia de uso:

$$\frac{320 \text{ g / planta}}{0.65 \text{ eficiencia de uso de N.}} = 492 \text{ g / planta}$$

## ANEXO 2

### Análisis de suelo.



**Soluciones Analíticas**  
Agricultura • Industria • Ambiente

11 Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.  
Teléfono PBX 2416-2916 Fax: 2416-2917  
info@solucionesanaliticas.com  
www.solucionesanaliticas.com

---

### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

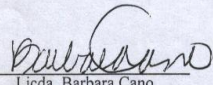
Cliente : FERTILIZANTES MAYA, S.A. (01777)  
 Persona Responsable : FELIX SAGASTUME  
 Finca : LA CEIBA (03862)  
 Localización : Zacapa, ZACAPA  
 Referencia Cliente : BOMBEO  
 Cultivo : MAIZ -Zea mays ( 3)

Número de orden : 58617  
 Código de muestra : 08.04.22.02.04  
 Fecha de ingreso : 22/04/2008  
 Fecha del informe : 24/04/2008  
 Asesor : HECTOR DONIS

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO	
pH	6.9	5.5 — 7.2	
Concentración de Sales (C.S.)	0.96 dS/m	0.2 — 0.8	
Materia Orgánica (M.O.)	1.63%	2.0 — 4.0	
C.I.C.e	12.6 meq/100 ml	5.0 — 15.0	
Saturación K	5.0%	4% — 6%	
Saturación Ca	82.0%	60% — 80%	
Saturación Mg	13.0%	10% — 20%	
Saturación Al+H	0.0%	< 20%	

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato N-NO <sub>3</sub>	18.8	XXXXXXX			25 - 250	175 N
Fósforo P	59.8	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			30 - 75	30 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Potasio K	244.3	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			150 - 300	70 K <sub>2</sub> O
Calcio Ca	2058.6	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1000 - 2000	
Magnesio Mg	195.9	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			100 - 250	
Azufre S	27.7	XXXXXXXXXXXX			10 - 100	30 S
Cobre Cu	3.4	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 - 7	
Hierro Fe	137.6	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			40 - 250	
Manganeso Mn	138.3	XXXXXXXXXXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc Zn	4.7	XXXXXXXXXXXX			2 - 25	
Aluminio Al	< 8.0	X			< 100	

\* Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado:   
 Licda. Barbara Cano  
 Colegiado No. 2113  
 Gerente de Laboratorios

Metodología con base en:  
 Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.  
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.  
 Este informe es válido únicamente en su impresión original

### ANEXO 3

Dosificación fertilizante químico.

Recomendación. Esto es considerando lo que el suelo proporcionará.

N. 160	}	kg/ha
P. 20		
K. 90		

1ra. fertilización 48 – 20 – 27 (0 – 5 días después del trasplante)

2da. fertilización 32 – 0 – 18 (15 – 20 días después del trasplante)

3ra. fertilización 80 – 0 – 45 (30 – 35 días después del trasplante).

### ANEXO 4

Dosificación de lombricompost y época de aplicación para todos los tratamientos.

1ra. Aplicación 50% de la dosis (0 – 5 días después del trasplante)

2da. Aplicación 25% de la dosis (15 – 20 días después del trasplante)

3ra. Aplicación 25% de la dosis (30 – 35 días después del trasplante)

## ANEXO 5

### Análisis de suelo



14 Avenida 19-50, Condado El Naranjo, Bodega # 23  
 Ofibodegas San Sebastián, Zona 4 de Mixco, Guatemala  
 Teléfono: PBX 2416-2916 • Fax: 2416-2917  
 E-mail: info@solucionesanaliticas.com  
 www.solucionesanaliticas.com

### INFORME DE ANALISIS DE SUELO

Cliente: ERICK SAGASTUME (09932)  
 Persona Responsable: FELIX SAGASTUME  
 Finca: LA CEIBA (18294)  
 Localización: Zacapa, ZACAPA  
 Referencia Cliente: BOMBEO  
 Cultivo: CHILE PIMIENTO -Capsicum annum (1)

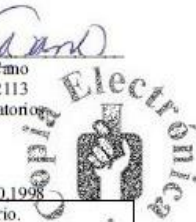
Número de orden: 68503  
 Código de muestra: 10.07.22.01.15  
 Fecha de ingreso: 22/07/2010  
 Fecha del informe: 27/07/2010  
 Asesor: DOUGLAS GUZMAN

PARAMETROS DE SUELOS	RANGO ADECUADO
pH	7.9
Concentración de Sales (C.S.)	0.12dS/m
Materia Orgánica (M.O.)	5.39%
C.I.C.e	25.1meq/100 ml
Saturación K	4.7%
Saturación Ca	70.8%
Saturación Mg	26.6%
Saturación Al+H	0.0%
	5.50 – 7.20
	0.2 – 0.8
	2.0 – 4.0
	5.0 – 15.0
	4% – 6%
	60% – 80%
	10% – 20%
	< 20%

ELEMENTO	CONC. Ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato	N-NO <sub>3</sub>	< 5.0	X		25 - 250 N	75N
Fósforo	P	164.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		30 - 75	P 205
Potasio	K	454.6	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		150 - 300	100 K2O
Calcio	Ca	3546.4	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		1000 - 2000	
Magnesio	Mg	739.2	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		100 - 250	
Azufre	S	15.3	XXXXXXXXXXXX		10 - 100	40 S
Cobre	Cu	5.8	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		1 - 7	
Hierro	Fe	58.5	XXXXXXXXXXXX		40 - 250	
Manganeso	Mn	119.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		10 - 250	
Zinc	Zn	15.3	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X		< 100	

Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Revisado:   
 Licda. Barbara Cmo  
 Colegiado No. 2113  
 Gerente de Laboratorio



Metodología con base en:  
 Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.  
 Soil pH(1.2). Soil: Water Ratio Method.  
 Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10.1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.  
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.  
 Este informe es válido únicamente en su impresión original

## ANEXO 6

Rendimientos en kg/ha de los diferentes tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción	kg/ha	t/ha
1	141 g (lombricompost)	23,927	23.92
2	227 g (lombricompost)	31,448	31.44
3	320 g (lombricompost)	42,101	42.10
4	397 g (lombricompost)	53,913	53.91
5	492 g (lombricompost)	65,876	65.87
6	160-20-90 kg (fert. Químico)	117,269	117.26