

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS



COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CHILE DULCE  
(*Capsicum annum*) APLICANDO DIFERENTES DOSIS DE LOMBRIABONO EN  
COMBINACIÓN CON HARINA DE ROCA, EN EL CANTÓN SAN JOSÉ LA LABOR,  
MUNICIPIO DE SAN SEBASTIÁN, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE, AÑO  
2013.

POR:

MARÍA DEL CARMEN CORNEJO RIVERA  
JESSICA ROXANA VALLADARES ALEMÁN  
ANA MARICELA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
**INGENIERA AGRONOMA**

SAN VICENTE, MAYO 2014

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

SECRETARIO GENERAL:

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

DECANO:

Ing. Agr. Msc. José Isidro Vargas Cañas

SECRETARIO:

Lic. José Msc. Martin Montoya Polio

JEFE DE DEPARTAMENTO

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION:

---

Ing. Agr. Msc. René Francisco Vásquez

DOCENTES DIRECTORES:

---

Ing. Agr. Edgar Antonio Marinero Orantes

---

Ing. Agr. Msc. René Francisco Vásquez

## RESUMEN

El objetivo de la investigación, consistió en evaluar el efecto de las diferentes dosis de lombriabono en combinación con harina de roca en la producción del cultivo de dulce (*Capsicum annum* L.), la fertilización orgánica es una alternativa de bajo costos, porque se pueden elaborar con recursos que se encuentran al alcance del productor puede convertirse en una agricultura rentable que le permita cultivar la tierra, al mismo tiempo de brindar diversos beneficios como lo son: recuperación de suelos, desarrollo de microorganismos también proveen a las plantas de los nutrientes necesarios para su desarrollo los cuales no están presentes en la mayoría de fertilizantes comerciales aplicables al suelo, por lo que la planta solo extrae los disponibles y no se da un proceso de recuperación.

En el ensayo se aplicaron principios de labranza mínima, barreras vivas, aplicación de cal agrícola por tener un pH demasiado bajo, uso de microtúnel y uso de lombriabono en combinación con harina de roca como abono el cual fue el objeto de evaluación. La metodología estadística que se aplicó a la investigación fue bloques completamente al azar donde el diseño estadístico consto de cinco tratamientos y cuatro repeticiones.

Se tomó datos del número de hojas por planta, número de frutos, numero de flores, altura de la planta, diámetro del tallo y la cosecha de los frutos. En los resultados obtenidos a nivel de medias con análisis de varianza y prueba Tukey, se observó que hubo significancia en las variables numero de hojas y numero de frutos, altura de la planta aun y en el diámetro del tallo. Sin embargo si hubo significancia en las variables numero de flores, donde el T0 (químico) fue el más significativo a diferencia de los otros tratamientos y en el corte total el T4 (90% lombriabono, 10% harina de roca) presenta mayor significancia seguido por el T0 (químico).

**Palabras claves: lombriabono, harina de roca, comportamiento.**

## **AGRADECIMIENTOS**

- ❖ A Dios nuestro padre por la bendición de permitirnos alcanzar nuestro sueño, por darnos la fortaleza para seguir siempre adelante, por brindarnos salud y sabiduría para llegar a nuestra meta.
  
- ❖ A nuestros padres por su esfuerzo y su apoyo incondicional ya que gracias a la ayuda de Dios y de ellos hemos logrado nuestros objetivos.
  
- ❖ A si también nuestro más sincero agradecimiento y respeto a la Universidad de El Salvador por permitirnos ser parte de ella por el apoyo recibido en nuestra formación profesional.
  
- ❖ A nuestros asesores por brindarnos su conocimiento su apoyo y dedicación pero sobre todo su amistad, gracias:
  - Ing. Edgar Antonio Marinero Orantes
  - Ing. René Francisco VásquezRodríguez
  
- ❖ Y un sincero agradecimiento a todos nuestros compañeros, compañerasamigos y amigas que nos acompañaron a lo largo de nuestro proceso de formación académica.

**MARÍA DEL CARMEN CORNEJO RIVERA**

**JESSICA ROXANA VALLADARES ALEMÁN**

**ANA MARICELA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

## DEDICATORIA

**A DIOS:** Por bendecir mi vida al permitir que logre mis sueños profesionales, por no dejarme caer y siempre darme la fortaleza y sabiduría para seguir adelante.

**A MIS PADRES:** David Eusebio Cornejo Cornejo y Carlota Rivera de Cornejo, por estar siempre pendiente de mi y que a pesar de todas las dificultades que se presentaron en el camino estuvieron siempre apoyándome y poniendo todo su sacrificio y esfuerzo para que yo culminara mi formación académica.

**A MI HIJA:** Queha sido la mayor bendición en mi vida y me ha dado la fortaleza y motivación para seguir adelante a pesar de las dificultades que se presentaron.

**A MI PAREJA Y PADRE DE MI HIJA:** Oscar Mauricio Damas Callejas, por sus consejos, por estar siempre brindándome su apoyo, amor, cariño y comprensión.

**A MIS COMPAÑERAS DE TESIS Y AMIGAS:** Jessica Roxana Valladares Alemán y Ana Maricela Hernández Hernández quienes me brindaron su comprensión y apoyo en todo momento.

**A MIS MAESTROS:** Ing. Lilian Cabreara, Ing. Edgar Marinero Orantes, Ing. René Francisco Vásquez, Ing. Isidro Vargas Cañas, Doc. Pedro Pérez, Lic. Nelsus López, Ing. Ramón García, Ing. Samuel Escoto, Ing. Felipe Rodríguez, Ing. Fredy Cruz Centeno, Ing. Jorge Luis Alas, Lic. Rodrigo Meléndez, Ing. Dagoberto Pérez, Ing. Esteban Henríquez, Lourdes Herrador, Ing. Víctor Rodríguez, al haber sido cada uno de ellos parte fundamental en mi formación profesional y personal ya que además de sus conocimientos me brindaron su amistad y apoyo, agradezco a cada uno sus consejos.

**A MIS AMIGOS/AS:** Karen Jacqueline Navarro Mejía, Anita del Carmen González y demás amigas, amigos y compañeros de estudio.

**MARIA DEL CARMEN CORNEJO RIVERA**

## DEDICATORIA

**A DIOS:** Por haberme dado la oportunidad de formarme como una profesional.

**A MIS PADRES:** Alejandra Gladis Alemán y Guillermo Valladares, por sus consejos y brindarme todo su apoyo y amor incondicional.

**A MI HERMANA:** Saira Maribel Valladares Alemán, Por darme ánimos y estar en los buenos y malos momentos de mi vida.

**A MI NOVIO:** Por sus consejos, brindarme su apoyo y darme ánimos en los malos momentos, además de brindarme su amor y comprensión.

**A MIS ABUELAS:** Por ser cariñosas y buenas consejeras.

**A MIS COMPAÑERAS DE TESIS Y AMIGAS:** María del Carmen Cornejo Rivera y Ana Maricela Hernández Hernández, por conllevar este arduo camino y ser comprensibles.

**A MIS MAESTROS:** Porque me brindaron sus conocimientos y su apoyo, además de darme buenos consejos.

**A MIS AMIGOS/AS:** Rosario Vázquez, Karina Amaya y Karen Majano y demás amigas, amigos y compañeros de estudio.

**A MIS ASESORES:** Edgar Antonio Marinero Orantes y René Francisco Vázquez, Por todo su apoyo, dedicación y comprensión.

**JESSICA ROXANA VALLADARES ALEMAN**

## DEDICATORIA

Este humilde trabajo lo dedico de manera especial y con mucho cariño:

**A Dios todo poderoso** por permitirme culminar con éxito mi carrera y darme las fuerzas para avanzar a pesar de las dificultades.

**A mis padres:**Ernesto Rudy Hernandez Sanchez, Ana Daysi Hernandez Avalos, que con su empeño, amor, ternura, me formaron con principios de gran valor, a quienes debo lo que soy.

**A mis hermanos:** Rudy Isaac Hernandez, Gedeon Isaias Hernandez, Veronica Elizabeth Hernandez, por ser mi fuerza motivadora para alcanzar la meta.

**A mis tios:** Imelda azucena Hernandez, Jose Humberto Hernandez, Jose Pablo Hernandez Avalos, por su apoyo e inigualables consejos sabios durante mi formacion academica.

**A mi novio:** Carlos Amilcar Chavez por ser mi apoyo incondicional en todo momento.

**A mis Amigos:** Susana Yamileth Portillo, Ana Teresa Rivas Garcia, Darwin Antonio Bautista Alvarenga, por compartir conmigo y estar presente en momentos inolvidables.

**A mis compañeras de tesis:** Carmen cornejo, Jessica Valladares porque gracias a su comprension, trabajo en equipo y compañerismo hemos logrado nuestro triunfo como profesionales.

**A mis docentes Tutores:** Ing. Edgar Orantes, Ing. Rene Vasquez, por su valioso tiempo brindado a esta investigacion, apoyo y compañerismo.

**ANA MARICELA HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**



## INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE CUADROS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INDICE DE GRAFICOS.....	xvi
INDICE DE ANEXOS.....	xvi
I.INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Chile dulce generalidades.....	3
2.1.1. Origen y distribución.....	3
2.1.2. Taxonomía.....	3
2.2. Aspectos botánicos.....	4
2.2.1. Semilla.....	4
2.2.2. Raíz.....	5
2.2.3. Tallo.....	5
2.2.4. Flores.....	5
2.2.5. Fruto.....	5
2.3. Etapas fenológicas y desarrollo.....	5
2.3.1. Germinación y emergencia.....	6
2.3.2. Crecimiento de la plántula.....	6
2.3.3. Crecimiento vegetativo.....	6
2.3.4. Floración y fructificación.....	6
2.4. Requerimientos de clima y suelo.....	7
2.4.1. Precipitación.....	7
2.4.2. Luz.....	7
2.4.3. Fotoperiodo.....	7
2.4.4. Agua.....	7
2.4.5. pH.....	8

2.4.6. Variedades.....	8
2.4.7. Riego y drenaje.....	8
2.4.8. Fertilización.....	8
2.5. Labores culturales.....	9
2.5.1. Semillero.....	9
2.5.2. Modo de siembra.....	9
2.5.3. Extracción de la plántula.....	10
2.5.4. Preparación de suelos.....	10
2.5.5. Trasplante.....	10
2.5.6. Época de siembra.....	10
2.5.7. Manejo de la planta.....	10
2.5.7.1. Tutoreo.....	10
2.5.7.2. Aporco.....	11
2.5.7.3. Poda.....	11
2.5.7.4. Distanciamientos de siembra.....	11
2.5.8. Plagas y enfermedades.....	11
2.5.8.1. Plagas.....	12
2.5.8.2. Principales enfermedades.....	13
2.5.9. Malezas.....	15
2.6. Lombriabono.....	15
2.6.1. Biología de la lombriz roja californiana.....	15
2.6.2. Tipo de alimento.....	16
2.6.3. Plagas.....	16
2.6.4. Enfermedades.....	17
2.7. Producción de lombriabono.....	17
2.7.1. Diseño de las camas.....	18
2.7.2. Llenado de las camas.....	18
2.7.3. Siembra de lombrices.....	19
2.7.4. Suministro de Alimento.....	19
2.7.5. Cosecha del lombriabono.....	19
2.7.6. Controles Generales.....	19
2.7.7. Composición del Lombriabono.....	20
2.7.8. Características más importantes del lombriabono.....	20
2.7.9. Usos del lombriabono.....	21

2.8. Las rocas.....	21
2.8.1. Geología.....	21
2.8.2. El ciclo de las rocas.....	22
2.8.3. Mineral.....	23
2.8.4. Clasificaciones de rocas.....	23
2.8.4.1. Clasificación genética.....	23
2.8.4.1.1. Rocas ígneas.....	23
2.8.4.1.2. Rocas sedimentarias.....	25
2.8.4.1.3. Rocas metamórficas.....	25
2.8.4.2. Clasificación composicional.....	26
2.8.4.3. Clasificación textural.....	26
2.8.5. Roca caliza.....	26
2.8.6. Roca basáltica.....	27
3. MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1. Localización.....	29
3.2. Características del lugar.....	29
3.2.1. Características climáticas.....	29
3.2.2. Condiciones Edáficas.....	29
3.3. Historial de uso del área de cultivo.....	29
3.4. Duración del ensayo.....	30
3.5. Metodología de campo.....	30
3.5.1. Fase pre experimental.....	30
3.5.1.1. Muestreo de suelos.....	30
3.5.1.2. Preparación de Lombriabono y Cosecha.....	31
3.5.1.3. Preparación de la harina de roca.....	32
3.5.2. Fase experimental.....	33
3.5.2.1. Elaboración de plantines.....	33
3.5.2.2. Preparación del terreno.....	34
3.5.2.3. Cercado del terreno.....	34
3.5.2.4. Barreras vivas.....	34
3.5.2.5. Encalado.....	34
3.5.2.6. Elaboración de camellones.....	35
3.5.2.7. Microtúnel.....	35
3.5.2.8. Trasplante.....	35

3.5.2.9. Tutorio.....	35
3.5.3. Fertilización al suelo.....	36
3.5.4. Fertilización foliar.....	37
3.5.5. Control de malezas.....	37
3.5.6. Control de plagas.....	37
3.5.7. Enfermedades.....	38
3.5.8. Cosecha.....	38
3.6. Metodología estadística.....	38
3.6.1. Diseño Estadístico.....	39
3.6.2. Modelo estadístico.....	39
3.6.3. Distribución estadística.....	40
3.6.4. Variables a evaluar del cultivo de chile dulce ( <i>Capsicum annum</i> ).....	40
3.6.5. Tratamientos en estudio.....	41
3.7. Registro de datos.....	41
3.7.1. Muestreo de plantas.....	41
3.7.2. Muestreo de frutos pos cosecha.....	41
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. Número de hojas.....	42
4.2. Número de flores.....	44
4.3. Número de frutos.....	45
4.4. Altura de la planta.....	46
4.5. Diámetro del tallo.....	48
4.6. Cosecha.....	49
4.6.1. Corte total.....	49
5. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	52
6. RESUMEN DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
VII. CONCLUSIONES.....	59
VIII. RECOMENDACIONES.....	60
IX. BIBLIOGRAFIA.....	61
X. ANEXOS.....	66

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadros</b>		<b>Pagina</b>
Cuadro 01:	Características generales del chile dulce.....	04
Cuadro 02:	Regla establecida para cambio de pH específico. Toneladas de cal/ha lograr el cambio de pH.....	09
Cuadro 03:	Composición del lombriabono.....	20
Cuadro 04:	Cantidad de humus según el tipo de planta.....	21
Cuadro 05:	Composición química de basalto expresada en porcentaje de masa de óxidos (Los datos son el promedio del análisis de 3594 muestras de basaltos).....	27
Cuadro 06:	Composición química media del basalto y del granito de acuerdo con Wedphol (1967).....	28
Cuadro 07:	Resultado de análisis de suelo.....	31
Cuadro 08:	Libras de lombriabono y harina de roca para una mezcla total de 60 libras para cada tratamiento.....	36
Cuadro 09:	Fertilizaciones totales realizadas con porcentajes de lombriabono y harina de roca.....	37
Cuadro 10:	Descripción de tratamientos.....	39
Cuadro 11:	Fuente de variación, grados de libertad para los tratamientos evaluados.....	40
Cuadro 12:	Análisis de varianza del número de hojas.....	42
Cuadro 13:	Análisis de varianza del número de flores.....	44
Cuadro 14:	Número de flores promedio de plantas del cultivo de chile.....	45
Cuadro 15:	Análisis de varianza del número de frutos.....	45
Cuadro 16:	Análisis de varianza de la altura de la planta.....	47
Cuadro 17:	Análisis de varianza diámetro del tallo.....	48
Cuadro 18:	Análisis de varianza para el corte total.....	50
Cuadro 19:	Número promedio de frutos totales cosechados por tratamientos.....	51
Cuadro 20:	Ingresos totales obtenidos por la venta de cientos de frutos producidos por tratamientos.....	52
Cuadro 21:	Comparación de egresos entre los tratamientos evaluados en base a los Costos Variables.....	53
Cuadro 22:	Costos de producción por ciento de frutos de chiles producidos.....	53
Cuadro 23:	Utilidad neta obtenida en cada uno de los tratamientos.....	54
Cuadro 24:	Relación Beneficio/Costo determinada por cada tratamiento.....	54
A- 1	: Historial de uso del área de cultivo.....	67
A- 2	: Aplicación insecticidas y fungicidas días después del trasplante.....	68

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Pagina</b>
Figura 1: Ciclo de las rocas.....	22
Figura 2: Clasificación de las rocas.....	23
Figura 3: Esquema de diseño experimental de bloques completamente al azar en el campo.....	39
Figura A-1: Diseño de muestreo de suelos en zig-zag.....	69
Figura A-2: Hueco en forma de V para toma de muestra de suelo.....	69
Figura A-3: Dimensiones de la caja de madera utilizada para la producción de lombriabono.....	69
Figura A-4: Distribución de unidades experimentales, diseño del tutoreo...	70
Figura A-5: Muestreo de suelo para análisis.....	71
Figura A-6: Muestra de suelo obtenida.....	71
Figura A-7: Maquinaria para triturar roca.....	71
Figura A-8: Obtención de chispa de roca.....	71
Figura A-9: Medición de terreno para establecimiento del ensayo.....	71
Figura A-10: Aplicación de hidróxido de cal en el terreno del ensayo.....	71
Figura A-11: Elaboración de camellones.....	72
Figura A-12: Cercado de Área de siembra.....	72
Figura A-13: Barrera viva.....	72
Figura A-14: Colocación de alambre para microtunel.....	72
Figura A-15: Colocación de pita para microtunel.....	72
Figura A-16: Mojado del área de siembra.....	73
Figura A-17: Ahoyado para trasplante.....	73
Figura A-18: Sacado de plantines.....	73
Figura A-19: Trasplante.....	73
Figura A-20: Aplicación de foliar.....	73
Figura A-21: Colocación de microtunel.....	73
Figura A-22: Pesado de muestras de los tratamientos.....	74
Figura A- 23: Pesado de muestras de los tratamientos.....	74
Figura A-24: Estandarización de recipientes para el fertilizado por tratamientos.....	74
Figura A-25: Elaboración de fungicida caldo Bordeles.....	74
Figura A- 26: Elaboración de fungicida caldo Bordeles.....	74

Figura A-27:	Elaboración de fungicida y acaricida caldo sulfocalcico.....	75
Figura A-28:	Refinado de la harina de roca.....	75
Figura A-29:	Harina de roca lista para Aplicar.....	75
Figura A-30:	Pesado de lombriabono.....	75
Figura A-31:	Aplicación de abono.....	75
Figura A-32:	Conteo de hojas.....	76
Figura A-33:	Conteo de hojas.....	76
Figura A-34:	Toma de altura de la planta.....	76
Figura A-35:	Toma del diámetro del tallo.....	76
Figura A-36:	Cosecha de frutos.....	76
Figura A-37:	Frutos por tratamiento.....	76

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Grafico</b>		<b>Pagina</b>
Grafico 1:	Número de hojas promedio contabilizadas en el cultivo de chile dulce.....	43
Grafico 2:	Número de frutos promedio contabilizados en el cultivo de chile dulce.....	46
Grafico 3:	Altura promedio de la planta en los cinco muestreos.....	48
Grafico 4:	Diámetro promedio tomado en los cinco muestreos del cultivo de chile dulce.....	49
Grafico 5:	Análisis económico basado en los Ingreso, egresos y la Relación Beneficio/Costo.....	54
Grafico 6:	Grafica de Ingresos.....	55
Grafico 7:	Grafica de Egresos.....	56
Grafico 8:	Grafica de la Relación B/C.....	57

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexos</b>		<b>Pagina</b>
Anexo 1:	Resultado de análisis de suelos .....	77
Anexo 2:	Formulario para solicitud de análisis de suelo.....	78



## I. INTRODUCCIÓN

En el salvador la agricultura es una actividad productiva de la cual depende la mayoría de la población sin embargo la revolución verde introdujo en nuestro país un paquete tecnológico que incluyo el uso de agroquímicos fertilizantes y plaguicidas, en monocultivos y variedades genéticamente mejoradas, maquinarias agrícolas entre otros. Este sistema provocó el desplazamiento de la agricultura tradicional, la pérdida de semillas criollas y la dependencia de los campesinos a insumos externos y créditos para producir. Los efectos de estos se evidencian en la contaminación de agua y suelo.

Por otro lado el consumo de productos agrícolas cada vez se hace más difícil para el hombre dado que los procesos de fertilización son parcial o totalmente químicos, al igual que los controles para plagas o enfermedades se hace de la misma forma, esto ha desencadenado una serie de problemas de salud en los seres vivos.

Los altos costos de los insumos hacen que muchos agricultores reduzcan las áreas de cultivo o desistan de cultivar. El chile dulce es uno de las hortalizas que demanda altos costos de producción, por los elevados costos de los insumos, pero es una hortaliza que es muy consumida por la población, posee un alto valor nutritivo, es un cultivo rentable para los productores ya que la producción nacional de chile dulce es menor que la demandada.

Según estudios realizados por (Restrepo &Pinheiro, 2009) el utilizar materia orgánica en combinación de harina de roca, le permite al productor utilizar una tecnología sana que requiere poca inversión de energía, capital, equipo, también reducir los costos de producción, mejorar la producción y preservar los ecosistemas, mejorando la calidad del producto, garantizándole a los consumidores hortalizas en buenas condiciones de higiene e inocuas (que no afectan la salud) y aumentar las posibilidades en los mercados. La fertilización orgánica es una alternativa de bajo costos, porque se pueden elaborar con recursos que se encuentran al alcance del productor puede convertirse en una agricultura rentable que le permita cultivar la tierra.

Además de brindar diversos beneficios como lo son: recuperación de suelos, desarrollo de microorganismos también proveen a las plantas de los nutrientes necesarios para su desarrollo y así poder corregir los desequilibrios nutricionales que provocan ataques de insectos y enfermedades en los cultivos.

Debido a lo anterior y dada su importancia se considera necesario realizar investigaciones para mejorar el rendimiento del cultivo, calidad del producto mediante estrategias sostenibles para su producción. Mediante la aplicación de lombriabono en combinación con harina de roca como fertilizante al cultivo de chile dulce se incorpora elementos como N, P, K, y micro elementos esenciales, para reducir el uso de insumos externos, evitando el uso de fertilizantes sintéticos, reduciendo al mínimo la contaminación del aire, suelo y agua.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el Comportamiento de la producción de chile dulce (*Capsicum annum*) aplicando diferentes tratamientos de lombriabono en combinación con harina de roca.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Chile dulce generalidades**

El chile dulce es una hortaliza que ha aumentado su importancia en el país en los últimos años, por su alto valor nutritivo y la buena rentabilidad que ofrece al productor, teniéndose zonas agroecológicas aptas para su cultivo. El valor nutritivo de esta hortaliza radica en su mayor contenido de vitamina C, además de poseer altos contenidos de vitamina A, B y algunos minerales (CENTA, s.f.).

Actualmente la producción nacional de chile dulce es menor que la demanda; esto obliga a importar de otros países, por lo que los productores nacionales tienen la oportunidad de dedicarse al manejo de este cultivo y así obtener ganancias mayores. (San Vicente Productivo, s. f.). Durante el período 1995-1999, se importaron en promedio 1,274,127.8kg por año, que representó un monto de \$ 294,001.83 dólares; para 1999 el volumen de las importaciones totales fue el 3.22% (CENTA, s.f.).

#### **2.1.1. Origen y distribución**

El chile dulce tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales del continente americano, probablemente en Bolivia y Perú, donde se han encontrado semillas ancestrales de más de 7,000 años, y desde donde se habría diseminado a toda América (CENTA, s.f.).

Desde la antigüedad es cultivado por nuestros antepasados (en Yucatán desde hace 10,000 años). Es Cristóbal Colón quien lo lleva a Europa (San Vicente Productivo, s.f.)

#### **2.1.2. Taxonomía.**

Nombre científico: *Capsicum annuum* L.

División: Embriophyta Asiphonograma

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Polemiales

Familia: Solanáceae

Género: Capsicum

Especie: Annum.(CENTA, s.f.).

### **Cuadro 1. Características generales del chile dulce**

Ciclo de vida:	Anual
Tamaño de la planta:	Altura: 0.60 m a 1.50 m
Tipo de siembra:	Trasplante
Cantidad de semilla:	Almácigo: 0.30-0.50 kg para una ha
Número de semillas por g:	170
Período vegetativo:	100 a 180 días
Duración de la cosecha:	75 a 120 días
Parte comestible:	Fruto desarrollado

*Fuente: (infoagro, s.f.).*

## **2.2. Aspectos botánicos**

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, s.f.).

La planta de chile es un semiarbusto perenne de forma y altura variable, dependiendo principalmente de la variedad y de las condiciones climáticas. Por sus características florales, en la mayoría de los casos se produce autopolinización, aunque se menciona como factible un 15 % a 45% de polinización cruzada, (MAG, 2007). Es decir, ser fecundada con el polen de una planta vecina. Por esta misma razón se recomienda sembrar semilla híbrida certificada cada año (CENTA, s.f.).

### **2.2.1. Semilla**

La semilla se encuentra adherida a la planta en el centro del fruto. Es de color blanco crema, de forma aplanada, lisa, reniforme, cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 mm. En ambientes cálidos y húmedos, una vez extraída del fruto,

pierde rápidamente su poder de germinación, si no se almacena adecuadamente (CENTA, s.f.).

### **2.2.2. Raíz**

Pivotante profunda (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, s.f.).

### **2.2.3. Tallo**

El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad. Esta planta posee ramas dicotómicas o pseudo dicotómicas, siempre una más gruesa que la otra. Este tipo de ramificación hace que la planta tenga forma umbelífera (CENTA, s.f.).

### **2.2.4. Flores**

Están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, encontrándose en número de una a cinco por cada ramificación. Generalmente, en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación, y más de una en las de frutos pequeño (CENTA, s.f.).

### **2.2.5. 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. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre tres y cinco milímetros (Infoagro, s.f.).

## **2.3. Etapas fenológicas y desarrollo**

### **2.3.1. Germinación y emergencia**

El período de preemergencia varía entre ocho y 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor. Esta es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima (CENTA, s.f.).

### **2.3.2. Crecimiento de la plántula**

Luego del desarrollo de las hojas cotiledonales, inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, que son alternas y más pequeñas que las hojas de una planta adulta (CENTA, s.f.).

### **2.3.3. Crecimiento vegetativo**

A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca y a medida que la planta crece, ambos tallos se ramifican (CENTA, s.f.).

### **2.3.4. Floración y fructificación**

Al iniciar la etapa de floración, el chile dulce produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores. 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, s.f.).

El mayor número de frutos y los frutos de mayor tamaño se producen durante el primer ciclo de fructificación, aproximadamente entre los 90 y 100 días. Los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro y agotamiento de la planta (CENTA, s.f.).

## **2.4. Requerimientos de clima y suelo**

Necesita clima caluroso para un buen crecimiento y desarrollo, es sensible a las bajas temperaturas, se puede cultivar desde suelos arcillosos hasta franco arenosos, con buen drenaje y una profundidad mínima de 0.40 m. Adaptado a la zona media 300 a 800 msnm, Aunque se mencionan rasgos más amplios de adaptación o a 2300 msnm (San Vicente Productivo, s.f).

### **2.4.1. Precipitación**

El cultivo requiere precipitaciones pluviales de 600 a 1200 mm bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. Lluvias intensas, durante la floración, ocasionan la caída de flor por el golpe del agua y mal desarrollo de frutos, y durante el período de maduración ocasionan daños físicos que inducen a la pudrición de éstos (CENTA, s.f.).

### **2.4.2. Luz**

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo (Infoagro, s.f.).

El chile dulce necesita de una buena iluminación. En caso de baja luminosidad, el ciclo vegetativo tiende a alargarse; en caso contrario, a acortarse. Esto indica que las épocas de siembra y la densidad deben ser congruentes con el balance de la luz (CENTA, s.f.).

### **2.4.3. Fotoperiodo**

Esta planta es de días cortos, es decir, la floración se realiza mejor y es más abundante en los días cortos (diciembre), siempre que la temperatura y los demás factores climáticos sean óptimos. (CENTA, s.f.).

### **2.4.4. Agua**

El suelo debe satisfacer una lámina de agua total entre 900 y 1,200 mm para el ciclo del cultivo desde el trasplante hasta el último corte comercial (CENTA, s.f.).

#### **2.4.5. PH**

El pH óptimo para el cultivo de chile dulce es de 5.5 a 7.0. (CENTA, s.f.).

#### **2.4.6. Variedades**

Nathalie, Melody, Tikal, Domino, Quetzal, Lido (San Vicente Productivo, s.f.).

#### **2.4.7. Riego y drenaje**

El chile dulce se ve afectado, ya sea por falta de agua o por exceso, pero esto es más grave cuando ocurre antes o al inicio de las primeras flores. Puede regarse el cultivo por diferentes sistemas como el superficial (sifones, etc.) y por goteo (San Vicente Productivo, s.f.).

#### **2.4.8. Fertilización**

La fertilización debe realizarse según los resultados del análisis de suelos, los cuales deben hacerse cada dos años y en un laboratorio confiable, para confiar en la recomendación del tipo y dosis de fertilizantes a aplicar y la corrección de acidez si es necesario (cuadro 2). 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. Partiendo de un sustrato estéril y libre de nutrientes, se debe fertilizar al momento de la siembra: aplicar productos a base de calcio, lo cual estimulará la producción de lignina, obteniendo plantas fuertes. El producto más recomendado es Calcio-Boro a razón de seis cc por litro de agua, con una frecuencia de siete días entre aplicación (CENTA, s.f.).

Según Gustavo & Ausilio, (s.f.) recomiendan el uso de una regla (cuadro 2), para determinar la cantidad de cal a aplicar en base al valor de pH que presenta el suelo y la textura de este.



**Cuadro 2. Regla establecida para cambio de pH específico. Toneladas de cal/ha lograr el cambio de pH.**

<b>Cambio de pH</b>	<b>Franco</b>	<b>Franco Limoso</b>	<b>Franco Arcilloso</b>
4.5 a 6.5	6.5	7.8	9.4
5.0 a 6.5	5.2	6.3	7.4
5.5 a 6.5	3.8	4.5	5.2

*Fuente: Gustavo & Ausilio, s.f.*

Excesos de Nitrógeno produce color verde intenso, se forman plantas débiles con tejidos tiernos y por tanto, más propensas a las plagas y enfermedades, al viento, a la lluvia, al granizo, a las heladas. Las plantas abonadas con un exceso de nitrógeno, son más sensibles a los ácaros. La floración es escasa por el predominio de hojas (muchas hojas y pocas flores, flores incompletas, sin estambres o sin pistilos), caída de flores y frutos, frutos con color anormal, (Infojardin, s.f.).

## **2.5. Labores culturales**

### **2.5.1. Semillero**

Es importante recordar que el semillero es el lugar de inicio de la vida productiva y reproductiva de una planta. El semillero se debe realizar en recipientes (vasos, bandejas) debidamente adecuados para depositar las semillas y poder brindarles las condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, a fin de obtener la mejor emergencia durante sus primeros estados de desarrollo, hasta el trasplante al campo (FAO, s.f.).

### **2.5.2. Modo de siembra**

Se prepara en camas de 0.20 m de altura, 1.0 m de ancho por el largo deseado (57 m<sup>2</sup> de semillero para trasplantar una hectárea). Las camas o eras deben ser enriquecidas con materia orgánica descompuesta o aplicar un fertilizante completo, con el fin de obtener un buen desarrollo de la plántula (MAG, s.f.).

### **2.5.3. Extracción de la plántula**

Normalmente la plántula alcanzará su desarrollo óptimo para trasplante entre los 28 y 32 días, teniendo una altura de 0.15 m y entre cuatro a seis hojas verdaderas. (San Vicente productivo, 2004). Para extraer la plántula de la bandeja, se recomienda suspender el riego un día antes, preparándola para resistir el estrés (CENTA, s.f.).

### **2.5.4. Preparación de suelos**

En laderas se usa mínima labranza, la cual consiste en combinar chapoda, aplicación de herbicidas, hechura de surcos. En suelos planos se remueve el suelo utilizando tracción animal o mecánica, se aplican herbicidas, se pasa subsolador (si lo amerita), un paso de arado, uno o dos de rastra antes de la siembra (CENTA, s.f.).

### **2.5.5. Trasplante**

Las plántulas provenientes del almácigo deben colocarse en el hoyo de siembra con el cuello ligeramente por encima del nivel del suelo y presionar con firmeza los alrededores del hoyo para fijar el pilón de la plántula a las paredes del mismo (CENTA, s.f.).

### **2.5.6. Época de siembra**

Las épocas de siembra dependen de la zona de producción; por ejemplo en la zona occidental del país, los almácigos se siembran de junio a agosto para trasplantar a mediados de agosto y principios de septiembre (CENTA, s.f.).

### **2.5.7. Manejo de la planta**

#### **2.5.7.1. Tutoreo**

Se realizan para proveer a la planta un soporte o punto de apoyo a medida avanza en su crecimiento. Esto es especialmente importante en variedades o híbridos cuya altura supera los uno punto dos metros, ya que la carga que producen es capaz de agobiar a la planta misma. Esta práctica suele realizarse con tutores generalmente

de bambú (preferiblemente de la variedad verde, ya que es más duradera) enterrados a cero punto cinco metros en el suelo y erguidos entre uno punto ocho y dos punto cinco metros de altura con un distanciamiento de tres metros entre uno y otro dentro de cada surco. Esta actividad se realiza con el objetivo de sostener el peso de la planta (Rangel, s.f.).

#### **2.5.7.2. Aporco**

El objetivo es proporcionar aireación y mayor anclaje al sistema radicular. Esta labor se recomienda hacerla en terrenos de poca pendiente, ya que involucra la remoción de una importante cantidad de suelo. El momento aconsejable para hacerlo es después de la fertilización al suelo, pues ayuda a incorporar el fertilizante al mismo (Salas, 2003).

#### **2.5.7.3. Poda**

La poda es poco frecuente, se realiza cuando se presenta el tizón tardío en las hojas inferiores. La poda que ocasionalmente se realiza es la resepa, la cual se hace cuando la fructificación ha pasado y es necesario obtener nuevos rebrotes (Ramírez, 2004).

#### **2.5.7.4. Distanciamientos de siembra**

- Variedades altas (de 1.0 a 1.5 m)
- Entre hileras 0.80 m.
- Entre plantas 0.25 a 0.30 m.
- Variedades de porte menor o altura de 0.6 m.
- Una sola hilera para época seca
- Entre hileras 0.60, entre planta 0.25 m. – 0.30 m.
- Doble hilera o cama doble para época lluviosa
- Entre camas 0.80 m.
- Entre hileras doble 0.40 m.
- Entre plantas 0.25m – 0.30 m. (San Vicente Productivo, 2004).

#### **2.5.8. Plagas y enfermedades**

### 2.5.8.1. Plagas

Son los organismos que afectan al cultivo, ya sea en forma directa o indirecta, causando pérdidas económicas. Existen plagas invertebradas (insectos, ácaros, nematodos, moluscos); organismos patógenos (hongos, bacterias, virus); así como las malezas y los vertebrados (roedores, pájaros) (CENTA, s.f.).

- Picudo del chile ( *Anthonomuseugenii*)

El daño comienza al inicio de la floración, al formarse los frutos los adultos ovipositan y nacen las larvas, los nuevos frutos caen, en la base del pedúnculo del fruto dañado se puede observar una coloración amarillenta irregular (San Vicente Productivo, 2004).

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Es un insecto trasmisor de virosis, las mayores poblaciones se presentan durante la época seca (San Vicente Productivo, 2004).

- Ácaros

Acaro blanco o ácaro tostador del chile (*Poliphagotarsonemus latus Banks*) En todos los estados de desarrollo del acaro se concentran en los terminales de la planta donde se desarrollan y alimentan. Succionan los líquidos de la planta y causan un encarrujamiento o distorsión de las hojas en la nervadura central. Su ataque se da con frecuencia durante la floración y formación de frutos, en ataques severos causan caída de hojas terminales y estructura fructífera (CENTA, s.f.).

- Larvas de lepidópteros (*Noctuidae, Sphingidae, Arctiidae, Spodoptera, Agriotes, Helicoverpa*)

Las larvas jóvenes se alimentan de las hojas dejándolas esqueléticas, atacan los frutos del chile comiéndose los tejidos, perforando y barrenando su interior(San Vicente Productivo, 2004).

- Minador de la hoja (*Liriomyza sp*)

Causan finas galerías irregulares en las hojas que interfieren en la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, atrasando el desarrollo de plantas jóvenes y en época de fructificación si el daño es severo causa defoliación (CENTA, s.f.), causan daños a nivel de semilleros y en etapa posterior al trasplante, también a nivel de invernaderos (San Vicente Productivo, 2004).

- Afidos (*Aphis gossypii*)

Los adultos y las ninfas viven en colonias en el envés de las hojas terminales y en los brotes, son insectos transmisores de virosis. Al alimentarse succionan savia e inyectan una saliva toxica que inducen al encarrujamiento de las hojas, disminuyendo el vigor de la planta (CENTA, s.f.).

#### **2.5.8.2. Principales enfermedades**

Entre las principales enfermedades que atacan el cultivo de chile están:

- Peca Bacteriana (*Xanthomonas*)

Se presenta en hojas frutos y tallos. Hojas con puntos que tienden a unirse formando manchas grandes en caso severos se vuelven amarillas y se caen. Frutos con manchas superficiales pequeñas, escamosas y de color café oscuro (San Vicente Productivo, 2004).

- Mildiu polvoso (*Leveillula taurina*)

El daño comienza en hojas viejas con presencia de manchas blancas en el haz de las hojas que posteriormente se tornan amarillas y presentan un polvo blanquecino el envés de las hojas (Richmond, 2012).

- Pudrición suave bacteriana (*Erwinea carotovora*)

Empieza comúnmente en los tejidos del pedúnculo y en el cáliz de la fruta. En el exterior la lesión se arruga, mientras que en el interior la podredumbre avanza transformando los tejidos en una masa blanca, acuosa, incolora. La epidermis permanece intacta y el fruto podrido cuelga como una bolsita llena de agua hasta que se rompe (CENTA, s.f.).

- Marchitez por hongos (*Phytophthora capsici*)

Los daños se dan en tallos, flores y frutos en plantas adultas inoculadas, principalmente por el salpique del agua que cae sobre la planta (CENTA, s.f.).

- Marchitez por bacterias (*Pseudomonas solanacearum*)

La marchitez se inicia en las hojas y posteriormente se marchita toda la planta. Al colocarse la parte basal del tallo dentro de un vial con agua, la bacteria sale como un exudado blanquecino (CENTA – JICA s.f.).

- Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Este hongo ataca tallos y frutos que se encuentran ubicados en la parte baja de la planta. Formando manchas acuosas posteriormente se extiende a lo largo de este adquiriendo color café oscuro (CENTA – JICA, s.f.).

- Cercospora (*Cercospora capsici*)

La Mancha cercospora es circular de color gris claro o blanco en el centro, rodeada de bordes verde oscuro (San Vicente Productivo, 2004) la cual se presenta en más del 80% de las plantaciones ocasionando defoliación (MAG, 2007).

- Antracnosis (*Colletotrichum sp*)

Apariencia de manchas en los frutos ligeramente hundidas y de consistencia acuosa, en el centro se forman anillos concéntricos (MAG, 2007).

- Tizón tardío (*Phytophthora ainfestans*)

Daños en hojas, tallos y frutos. En el envés de las hojas el hongo se observa en forma de escarcha, en el tallo una mancha de forma hundida, en frutos tiernos primero se forma una mancha difusa de color café, luego se hunde adquiriendo una color café oscuro, el fruto se pudre (CENTA – JICA s.f.).

### **2.5.9. Malezas**

Las malezas más frecuentes en el cultivo de chile dulce son: flor amarilla (*Bidens pilosa*), dormilona (*Mimosa pudica*), pata de gallina (*Eleusine indica*), coyolillo (*Cyperus rotundus*) y zacate bermuda (*Cynodon dactylon*). El control de malezas generalmente se realiza con una a tres deshierbas durante el ciclo del cultivo, esto dependerá de las condiciones específicas del lugar (CENTA, s.f.).

### **2.6. Lombriabono**

El lombriabono es el producto de la degradación de la materia orgánica por medio de lombrices; en especial por *Eisenia andrei* y *Eisenia foetida*; para la obtención de humus orgánico y te de lombriz (UNIVO, s.f.).

#### **2.6.1. Biología de la lombriz roja californiana**

Hay unas 2000 especies de lombriz; una lombriz californiana puede llegar a dar origen a 1500, las cuales se consideran adultas a siete años y pueden vivir hasta los 15 años llegando a medir de seis a ocho centímetros (Ureña, 2009).

Las criollas viven solo cuatro años y se acoplan cada 45 días y la californiana se acopla cada siete días y sus cápsulas se abren después de 12 a 21 días. Las lombrices tienen boca pero no dientes, respiran a través de la piel, y no les gusta la luz solar. Los alimentos suministrados deben sufrir un proceso de precomposteo que dura 15 días donde la temperatura puede llegar a 70°C a 80°C con el objetivo de estabilizar el sustrato a un pH de 7.5 a 8.0 y 20 °C a 25 °C de temperatura (Ureña, 2009).

Es un organismo biológicamente simple, siendo el agua el principal constituyente de su cuerpo en un 80 a 90% de su peso, tiene diferentes colores variando de pálidos, rosados, negros, marrones y rojos intensos con franjas amarillentas entre los segmentos, la pigmentación protege la superficie de la lombriz contra la radiación de la luz ultra violeta, su forma es cilíndrica con secciones cuadrangulares, su forma es cilíndrica con secciones cuadrangulares, el tamaño varía de acuerdo a las especies de cinco a 30 cm de largo y su diámetro oscila entre cinco a 25 mm, el número de

segmentos es de acuerdo a la especie variando de 80 a 175 anillos (Tineo,1994, citado por Orantes,1998).

La lombriz roja vive normalmente en zonas con un clima templado su temperatura corporal oscila entre 19 y 20°C, respira a través de la piel, no tiene dientes, en cada metáfora se ubican cinco pares de corazones y un par de riñones. (Ferruzi, 1994, citado por Ortiz et al, 2010).

### **2.6.2. Tipo de alimento**

En general, los tipos de alimento gustados por la lombriz, son desechos orgánicos, tales como estiércoles, desechos y materiales orgánicos en descomposición (Vilela, 1995, Castillo, 1993, Meinicke, 1988 citado por Orantes1998).

#### **Estiércoles:**

Los estiércoles son los alimentos más adecuados, ya que son ricos en materia orgánica y en vitaminas aunque los procedentes de explotaciones intensivas de pollos, gallinas, pavos y de aves en general, no son aconsejables debido a su fuerte acidez ocasionada por la gran cantidad de amoníaco, alta temperatura de fermentación (90°C) y el prolongado espacio de tiempo necesario para su preparación (14 a 16 meses) y poder obtener valores de pH de 7.0 (ferruzi, 1985 citado por Orantes1988).

Proveen nitrógeno, no es conveniente adquirir estiércoles viejos (con más de 20 días de producidos), porque el material tendrá un pH más ácido y favorecerá la aparición de plagas. Cuando los estiércoles tienen una maduración prolongada queda muy poca proteína a disposición de las lombrices (CEA, 2001).

### **2.6.3. Plagas**

Los depredadores directos más frecuentes son los **pájaros** ya que excavan la tierra con sus patas y pico, siendo la medida de control más eficaz la cubrimiento de la cama o lecho con ramas, zacate, o sarán, esto además evita la evaporación y mantiene la humedad. Otras plagas importantes son las **hormigas y ciempiés**, pues



compiten por el alimento o pueden atacar a las lombrices. En el caso de las hormigas se recomienda colocar trampas de agua o chingaste de café. En el caso de los ciempiés el control se debe hacer manual. En algunos casos se puede tener problemas con **planarias** las cuales se adhieren a la lombriz y le succionan la sangre. Estas se encuentran cuando el pH del alimento es ácido, por lo que se recomienda hacer aplicaciones de cal (2 onzas/m<sup>2</sup>), (CNAOH, s.f.).

Según Ureña (2009) también el ser humano a través del uso de agroquímicos, antiparasitarios, etc. Además los topos, aves, ratones, y serpientes; los artrópodos (ciempiés y hormigas), lombriz planaria.

#### **2.6.4. Enfermedades**

Las lombrices son el único animal que no padece ni transmite enfermedades causadas por patógenos. La única enfermedad que padecen las lombrices se conoce como síndrome Proteico y es ocasionado por el exceso de proteína en el alimento. Los alimentos con alto contenido de proteína favorecen la proliferación de los microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio. Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por su glándula de moren. Por tanto se produce la fermentación provocando inflamación y posteriormente la muerte (CNAOH, s.f.).

#### **2.6. Producción de lombriabono**

Lombricultura es la cría de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio y alimentadas con desechos orgánicos biodegradables para reciclar materia orgánica y obtener proteínas en forma de biomasa de lombrices de tierra (García, 2005).

El humus de lombriz o lombriabono es un abono orgánico que contiene nutrientes disponibles para la planta y es beneficioso para la flora y fauna microbiana del suelo (INIA, 2008).

Payán, 2010 manifiesta que “La acción de las lombrices es transformar el N contenido en los materiales orgánicos, en formas aprovechables para la actividad microbiana. Y los productos nitrogenados provienen de las excreciones de orina

eliminada a través de los nefridiósporos en forma de ácido úrico y amonio, mucoproteínas secretados por el cuerpo al paso de las excavaciones del suelo y de tejidos de lombrices muertas con un contenido aproximado de 12% de N.

Entre las ventajas del lombriabono se encuentran:

- ✓ Es un abono orgánico que no daña el ecosistema y reduce el uso indiscriminado de fertilizantes químicos.
- ✓ Aporta nutrientes minerales para las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, entre otros).
- ✓ Las plantas se desarrollan más robustas y resistentes a las plagas y enfermedades y cambios bruscos de las condiciones ambientales.
- ✓ Recupera la fertilidad de los suelos pobres degradados o erosionados.
- ✓ Mejora la textura y estructura del suelo, mantienela humedad por mayor tiempo e incrementa la aireación del suelo.
- ✓ Activa los procesos biológicos del suelo.
- ✓ Obtención de lixiviados (González, s.f.).

El humus de lombriz es una alternativa ya que proporciona nutrientes a las plantas y mejora las condiciones físicas y químicas del suelo (INIA, 2008).

La lombricultura o cría extensiva de lombriz se ha desarrollado en casi todo el mundo como un negocio que se adapta a fincas de producción sostenible y diversificada para el manejo ecológico de los desechos contaminantes (Ureña, 2009).

### **2.7.1. Diseño de las camas**

Las camas deben tener de uno a dos metros de ancho por el largo que se desee y una profundidad de 30 cm a 40 cm separadas un metro entre una y otra para permitir el desplazamiento y llenado de las camas. Los materiales para hacerlas varían desde láminas de zinc, pellejos de madera, tablas de formaleta usada, etc. (Ureña, 2009).

### **2.7.2. Llenado de las camas**

En el fondo se coloca una capa delgada de cal y encima una primera capa de comida de 10 cm. a 16 cm. con una humedad de 80% (Ureña, 2009).

### **2.7.3. Siembra de lombrices**

Se hace en la mañana y se coloca un kilo de lombriz por metro cuadrado (un kilo de lombriz es igual a 175 lombrices en mezcla con el sustrato). Luego se tapa con pasto o sarán para evitar la luz y mantener la humedad en un 80% (Ureña, 2009).

### **2.7.4. Suministro de Alimento**

El alimento se suministra en capas verticales y horizontales; esta última forma es la más aconsejable, ya que permite que las lombrices se desplacen en búsqueda del alimento dejando atrás el lombrihumus, lo que facilita su recolección.

El alimento se extiende con un rastrillo sobre el lecho en capas cuyo espesor debe oscilar entre cinco a 10 cm. sobre toda la superficie de la cama, (Ureña, 2009).

### **2.7.5. Cosecha del lombriabono**

Se realiza cada dos a tres meses cuando la cama está llena; antes es necesario dejar de suministrar alimento durante cuatro días y posteriormente se coloca un cubierta de sarán y encima suficiente alimento preparado; las lombrices se pasan por los espacios del sarán al alimento; primero pasan las más adultas luego las más jóvenes y las larvas se quedan en lombriabono. Posterior a ello se retira la malla a los cinco o siete días y con este material se procede a sembrar las nuevas camas de la misma forma como se sembró la primera, (Ureña, 2009).

### **2.7.6. Controles Generales**

Mantener la humedad al 80%, y el pH 7.5 a 8.0; no usar estiércoles muy viejos, darle los alimentos precomposteados y preferiblemente mezclados en proporciones de 80% estiércoles y 20% materiales vegetales u otros. La cama debe tener buena aireación, una humedad del 80 % y la temperatura debe estar entre 20 °C a 25 °C y el pH entre 6.8 a 7.5. La lombriz es muy sensible a la luz por eso se debe mantener las camas cubierta con sarán o una capa de pasto pero a su vez debe haber buena oxigenación en el interior del sustrato para que las lombrices respiren por lo que el riego se debe manejar con cuidado para no disminuir el oxígeno en la cama, impregnar la base de las camas con aceite quemado. (Ureña, 2009).

### 2.7.7. Composición del Lombriabono

**Cuadro 3. Composición del lombriabono**

<b>Humedad:</b>	57, 85%	<b>Mg</b>	0.42%
<b>PH</b>	6.5 -7.1	<b>Na</b>	0.07%
<b>Cenizas</b>	69, 40%	<b>Fe</b>	12.600 ppm
<b>M.O</b>	40%	<b>Mn:</b>	560 ppm
<b>N.</b>	0.80%	<b>Zn</b>	108 ppm
<b>P</b>	0.45%	<b>Cu</b>	23 ppm
<b>K</b>	0.37%	<b>B</b>	7 ppm
<b>Ca</b>	1.25%	<b>Co</b>	16 Pm

Fuente: *AsoplamesCorpochivor (s.f)*

### 2.7.8. Características más importantes del lombriabono

Tiene un color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro. Altos porcentajes de ácidos húmicos y fulvicos, su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años. Alta carga microbiana (40 mil millones por gramo seco), que restaura la actividad biológica del suelo. Es un fertilizante bioorganico activo, que ejerce en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas flores y frutos (CEA, 2001). El lombricompost es un abono orgánico que aporta nutrientes y materia orgánica al suelo, (CNAOH, s.f.).

Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas, la química del húmus de lombriz están equilibrada y armoniosa que permite colocar una semilla directamente en el sin ningún riesgo. Puede incrementar hasta 300% la producción de hortalizas y otros productos vegetales. El húmus puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40% (CEA, 2001).

### 2.7.9. Usos del lombriabono

La cantidad de h mus que debe aplicarse varía según el tipo de planta y su tamaño.

**Cuadro 4. Cantidad de humus según el tipo de planta.**

Tipo de planta	Cultivos nuevos	Mantenimiento anual.
Arboles	2 a 3 kg	1 kg
Rosales y leñosas	500 g.	1 kg/m <sup>2</sup>
Césped	1 kg/m <sup>2</sup>	500g/m <sup>2</sup>
Plantas de interior	Mezcla al 50% con la tierra de cultivo	4 cucharadas por maceta
Orquídeas	Mezcla al 10% con la tierra de cultivo	1 cucharada por maceta.
Hortalizas	120g/planta.	

*Fuente: (CEA, 2001).*

## 2.8. Las rocas

Las rocas son como "cajas negras" que graban en su interior una valiosa información sobre los procesos históricos de nuestro planeta. Una buena parte de la actividad de la Geología consiste en interrogar a las rocas para extraer de ellas la información necesaria y poder contar esta historia (Introducción a las rocas, s.f).

Las rocas son un agregado de origen natural, que puede estar formado por un solo mineral, como por ejemplo la caliza, formada únicamente por calcita, o por la asociación de varios minerales, como por ejemplo el granito que está formada al menos por cuarzo, feldespato y mica (Mendaña, 2008). Existe una gran variedad de rocas pero éstas pueden ser agrupadas en solo tres grandes grupos según su origen y su aspecto.

### 2.8.1. Geología

Es una palabra del idioma griego, que se puede traducir al español de la manera siguiente: *geo= tierra* y *logos= tratado* (García, s.f.). Es la ciencia que estudia la forma exterior e interior del globo terrestre; la naturaleza de las materias que lo

componen y su formación; los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen y su estado actual (Restrepo & Pinheiro, 2009).

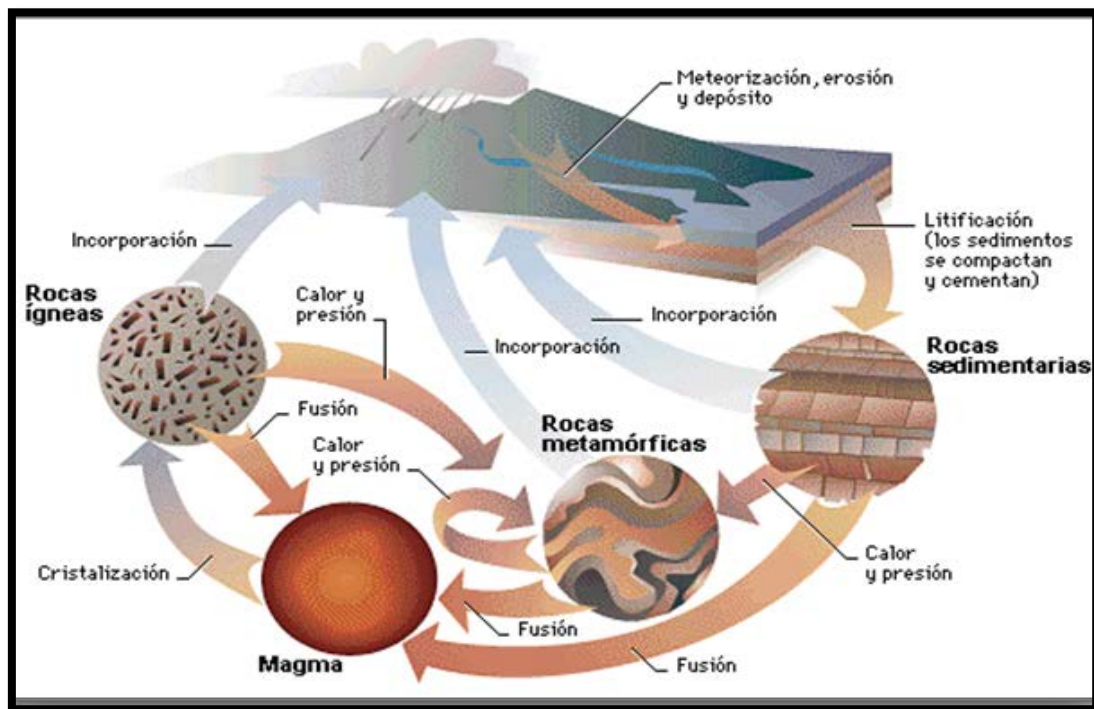
Son la litosfera, hidrósfera y atmósfera, a los que identificamos como factores abióticos, se desarrollan fenómenos muy importantes, que hace 3 500 millones de años, dieron origen a lo que conocemos como la corteza terrestre, donde hacen contacto esas tres grandes partes que la vida, y que hoy constituyen lo que se llama **biósfera** (García, s.f.).

### 2.8.2. El ciclo de las rocas

Muestra la transformación de cada uno de los tres tipos de rocas (ígneas, sedimentarias y metamórficas) en alguno de los otros dos, o incluso de nuevo en su mismo tipo (Microsoft® Student, 2009).

Las rocas varían en color, tamaño de sus cristales o granos y los tipos de minerales que la componen.

**Figura 1.Ciclo de las rocas**



*Fuente: Microsoft® Student, 2009*

### 2.8.3. Mineral

Denominamos así a un material de la corteza terrestre caracterizada por su composición química y su estructura interna (cide@d, s.f.). En general, cualquier elemento o compuesto químico que se encuentre en la naturaleza; en mineralogía y geología, compuestos y elementos químicos formados mediante procesos inorgánicos (Microsoft® Student 2009).

### 2.8.4. Clasificaciones de rocas

Genéticas: ígneas, metamórficas, sedimentarias

Composicionales: silicatadas, carbonatadas

Texturales: detríticas o clásticas, cristalinas (Rodríguez, s.f).

Según el origen, las rocas se clasifican en tres grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas.

**Figura 2. Clasificación de las rocas**

	<b>IGNEA</b>	<b>SEDIMENTARIA</b>	<b>METAMORFICA</b>
<b>Origen del material</b>	 Fusión de rocas en la corteza inferior y manto superior	 Meteorización y erosión de rocas expuestas en superficie	 Rocas sometidas a altas temperaturas y presiones en la corteza y el manto superior
<b>Proceso formador de roca</b>	Cristalización (solidificación del magma)	Deposición, enterramiento y litificación	Recristalización de nuevos minerales en estado sólido

Fuente: (Introducción a las rocas, s.f.).

#### 2.8.4.1. Clasificación genética

##### 2.8.4.1.1. Rocas ígneas

La palabra ígnea se deriva del latín ignis, que significa “fuego”. Estas rocas, cuya consistencia es supremamente dura, se producen a partir de la solidificación del

magma que en estado de fusión brota del interior de la Tierra por los cráteres volcánicos (Restrepo &Pinheiro, 2009). Son las rocas que proceden del enfriamiento de un magma, entendiéndose como magma el material fundido que se genera en zonas profundas de la Tierra, y contiene materiales en estado líquido, sólido y gaseoso. Las temperaturas de los magmas oscilan entre 700 y 1.200 °C (Mendaña ,2008). Por otro lado, cuando el magma no alcanza la superficie y se solidifica en el interior de la Tierra, entonces se forman las rocas intrusivas o plutónicas (Restrepo &Pinheiro, 2009). Atendiendo a cómo se produzca el enfriamiento del magma se van a originar dos tipos diferentes de rocas ígneas, las rocas volcánicas y las rocas plutónicas (Mendaña, 2008).

### **Plutónicas o intrusivas**

Granito, sienita, diorita, gabro (peridotita), (Rodríguez, s.f). Son las que se solidificaron en el interior profundo de la Tierra. Tienden a enfriarse lentamente y desarrollan una textura gruesa, compuesta de cristales minerales grandes (Restrepo &Pinheiro, 2009) se producen por un enfriamiento muy lento del magma en zonas profundas de la Tierra aunque estas rocas plutónicas llegan a aflorar a la superficie por medio de la erosión (Mendaña, 2008).

### **Volcánicas o extrusivas**

Basalto, andesita, pórfido (traquita, riolita), (Rodríguez, s.f). Son las que se forman cuando la roca en fusión se solidifica después de abrirse paso sobre la superficie terrestre. En forma de lava líquida fluyen de grandes grietas o de los cráteres de los volcanes, (Restrepo &Pinheiro, 2009). Se producen por un enfriamiento rápido del magma, como consecuencia de un ascenso muy rápido de este a la superficie por medio de una erupción volcánica. Al enfriarse tan rápidamente el magma se forman rocas con cristales muy pequeños, o rocas en las cuales no se observan cristales (Mendaña, 2008).

Las rocas ígneas se diferencian de las rocas sedimentarias y de las metamórficas por su textura y su estructura, sus componentes minerales y su ausencia completa de fósiles (Restrepo & Pinheiro, 2009).



#### **2.8.4.1.2.Rocas sedimentarias**

Este tipo de rocas se forman en la superficie terrestre. Son rocas que proceden de fragmentos de otras rocas preexistentes. Se forman como consecuencia de la destrucción de otras rocas por efecto de los agentes geológicos externos (ríos, glaciales, viento, mar, etc.), (Mendaña, 2008). Los procesos geológicos en el interior o en la superficie de la Tierra son continuos; así, una roca ígnea intrusiva puede, por la acción del viento, el calor, el agua y otros fenómenos, quedar expuesta a la intemperie y desgastarse, originando así un nuevo material. A este fenómeno se le denomina meteorización o intemperización, y origina las rocas sedimentarias y las metamórficas (Restrepo & Pinheiro, 2009). Los sedimentos así generados son transportados y depositados. A este proceso se denomina sedimentación. Durante la sedimentación suceden dos procesos diferentes que dan lugar a este tipo de rocas: la compactación de los sedimentos producida por el aumento de los materiales que se van depositando y la cementación de los mismos por la unión de los sedimentos mediante cementos naturales como el carbonato de calcio (Mendaña, 2008).

Detríticas: conglomerado, arenisca (limolita). Bioquímicas: caliza bioclástica, calalizamicrítica, toba calcárea, travertinos, dolomía (silex, yeso), (Rodríguez, s.f.).

#### **2.8.4.1.3.Rocas metamórficas**

Son aquellas rocas formadas a partir de otras preexistentes que han sufrido un cambio (de forma, composición química o estructura cristalina) debido a un aumento de presión, de temperatura o de ambas (Mendaña, 2008). En algunos lugares del interior de la corteza terrestre las rocas se encuentran sometidas a presiones y temperaturas muy altas, aunque sin llegar a fundirse, en estas condiciones, las rocas experimentan un conjunto de cambios en su textura y en su composición mineralógica que recibe el nombre de metamorfismo (Barba, s.f.).

Ejemplos de rocas metamórficas son las pizarras, que se producen a partir del metamorfismo de las arcillas; y los mármoles, producidos a partir del metamorfismo de las calizas (Mendaña, 2008). Estas rocas por lo general se originan en rocas ígneas o sedimentarias que han sido enterradas muy profundamente en la tierra y

sufrido cambios minerales, o la cristalización de nuevos minerales. Así, la piedra caliza se puede transformar en mármol y la arenisca se puede transformar en cuarcita (Restrepo & Pinheiro, 2009).

La textura principal de estas rocas metamórficas es pizarrosa, esquistosa, filítica, néisica y cataclástica, (Restrepo & Pinheiro, 2009).

Foliadas: pizarra, esquisto, gneis, migmatita (anfíbolita)

Masivas: mármol, cuarcita, serpentina (corneana), (Rodríguez, s.f.)

#### **2.8.4.2. Clasificación composicional**

Rocas silicatadas: granito, basalto, arenisca, Minerales: cuarzo, silicatos (feldespatos, plagioclasas), micas; Elementos químicos: O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg.

Rocas carbonatadas: mármol, caliza, minerales: carbonatos (calcita, dolomita); elementos químicos: O, C, Ca, Mg, (Rodríguez, s.f.).

#### **2.8.4.3. Clasificación textural**

Rocas cristalinas: granito, mármol, textura cristalina: cristales, red de fisuras.

Rocas detríticas: arenisca, caliza, textura detrítica o clástica: granos,

Sistema poroso: poros, accesos (Rodríguez, s.f.).

Los minerales y las texturas de los tres grupos principales de rocas se forman en diferentes lugares de la Tierra y por diferentes procesos geológicos. Los geólogos utilizan las características de cada roca para determinar los procesos que ocurrieron durante su formación (Introducción a las rocas, s.f.).

#### **2.8.5. Roca caliza**

La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), generalmente calcita. Puede contener pequeñas cantidades de

minerales como arcilla, hematita, siderita, cuarzo, etc., que modifican (a veces sensiblemente) el color y el grado de coherencia de la roca (Wikipedia, 2013).

La roca caliza está compuesta principalmente de un solo mineral: la calcita (carbonato de calcio). La travertina que forma las estalactitas y las estalagmitas en las cavernas es con frecuencia una variedad de roca caliza cristalina (Restrepo &Pinheiro, 2009).

### 2.8.6. Roca basáltica

los basaltos son rocas de alta calidad para la elaboración de las harinas de rocas, ricas en más de 70 elementos necesarios para la alimentación y mantenimiento del equilibrio nutricional de la salud de los organismos vivos; entre los que destacan: silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo y azufre (González G, 2011).

Es una de las rocas extrusivas más abundantes del planeta, caracterizada por su coloración gris oscuro, verde oscuro, café o negro y es generalmente muy pesado. Están compuestas de piroxena, feldespato plagioclasa y en algunos casos de olivina. Cuando las rocas basálticas se enfrían y contraen, frecuentemente se quiebran y juntan en columnas verticales, (Restrepo &Pinheiro, 2009). Es una roca ígneavolcánica de color oscuro, de composición magmática rica en silicatos de magnesio y hierro y bajo contenido en sílice, que constituye una de las rocas más abundantes en la corteza terrestre, (Wikipedia, 2013).

**Cuadro 5. Composición química de basalto expresada en porcentaje de masa de óxidos (Los datos son el promedio del análisis de 3594 muestras de basaltos)**

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
49,97	1,87	15,99	3,85	7,24	0,20	6,84	9,62	2,96	1,12	0,35

*Fuente: Wikipedia, 2013.*

**Cuadro 6. Composición química media del basalto y del granito de acuerdo con Wedphol (1967)**

Elemento	Basalto	Elemento	Basalto	Elemento	Basalto
<b>SiO<sub>2</sub></b>	49.50%	MgO	6.80%	Cu	87ppm
<b>TiO<sub>2</sub></b>	2.10%	CaO	9.60%	Zn	105ppm
<b>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></b>	14.95%	Na <sub>2</sub>	2.85%	B	5ppm
<b>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub></b>	3.70%	K <sub>2</sub> O	1.15%	Mo	1.5ppm
<b>FeO</b>	8.70%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.38%	Cr	220ppm
<b>MnO</b>	0.19%	Mn	1.500ppm	Co	48ppm
<b>Ni</b>	200ppm	Sr	465 ppm	Ba	333ppm

*Fuente: Restrepo&Pinheiro, 2009*

Los basaltos son rocas de alta calidad para la elaboración de las harinas de rocas, ricas en más de 70 elementos necesarios para la alimentación y mantenimiento del equilibrio nutricional de la salud de los organismos vivos; entre los que destacan: silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo y azufre (González G, 2011).

El uso de harina de roca combinada con lombriabono que es una fuente de materia orgánica rica en microorganismos, genera una potente fuente de nutrientes y microorganismos que pueden llegar a aumentar la producción de los cultivos en suelos degradados y contaminados por agroquímicos. Según investigación realizadas por (Restrepo &Pinheiro, 2009), en México en cultivos de diferentes variedades de chile, tratados con harina de rocas, materia orgánica y microorganismos, se obtuvieron resultados que dieron un incremento de la producción además de una reducción de más del 30 % en costos totales de en fertilización comparado con cultivos anteriores (convencionales).

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización.**

El ensayo se realizó en el Caserío Los Cornejos del Cantón San José La labor, del municipio de San Sebastián en el departamento de San Vicente. Propiedad del productor David Eusebio Cornejo, dicho lugar se encuentra a una altura de 787 msnm Las coordenadas son 13°44'52.2" latitud norte y 88° 51'20.5" longitud oeste meridiano de Greenwich.

#### **3.2. Características del lugar**

##### **3.2.1. Características climáticas**

La zona presenta un clima correspondiente a sabana tropical, una precipitación anual de 1,763 mm, temperatura promedio de 28 °C y humedad relativa de 77.33 %. En la estación de época seca la humedad relativa alcanza valores mínimos de 64 % y en época lluviosa una máxima de 89 %, (Estévez, 2005 y a su vez citado por Alegría; et al, 2011).

##### **3.2.2. Condiciones Edáficas**

Esta unidad se encuentra en áreas con pendientes fluctuando de 10 a 30 % y aún más (Laurer 2001 y a su vez citado por Alvarado J, Álvarez, 2009). El relieve es de moderado a alto. Se caracteriza por tener grandes tobas. Los suelos de este departamento pertenecen al grupo litosol. Comprende en su mayor parte una combinación de suelos poco desarrollados de poco profundos a moderadamente profundos sobre rocas duras poco fracturadas. Los horizontes superficiales son francos, café muy oscuros, depedregosidad variable.

#### **3.3. Historial de uso del área de cultivo**

El lugar donde se ejecutó la investigación fue utilizado durante los últimos cinco años con fines agrícolas, pecuarios. Siendo ocupado de mayo a noviembre con cultivos de maíz, frijol. De diciembre a abril para repasto de ganado vacuno, secado de bagazo de caña. Caracterizándose por ser un lugar donde se han aplicado

diferentes agroquímicos, para el control de malezas y plagas. Además de haberse fertilizado con productos químicos durante los primeros tres años y en los últimos dos años aplicación de gallinaza.<sup>1</sup>(Cuadro A-1)

### **3.4. Duración del ensayo**

La investigación de campo tuvo una duración de tres meses y 24 días (11 de abril al 03 de agosto de 2013) en un área de 552m<sup>2</sup>, ubicada en Propiedad del productor David Eusebio Cornejo, inicio entre la transición de la época seca a lluviosa y finalizó en la época lluviosa.

### **3.5. Metodología de campo**

#### **3.5.1. Fase pre experimental**

Previo a la fase experimental se realizaron análisis de fertilidad de suelo al área de experimentación.

##### **3.5.1.1. Muestreo de suelos**

Según CENTA existen diferentes formas de hacer un recorrido para un muestreo de suelos, dependiendo de la forma de la parcela (cuadrada, rectangular o irregular) y de la pendiente (alomada, quebrada, ladera) así se escoge el tipo de recorrido a realizar el cual nos facilitara el muestreo, dichas formas pueden ser: cuadrícula, zig-zag, diagonal. En este caso la forma utilizada fue en zig-zag (Figura A-1), recolectando ocho submuestras en un área de 500 m<sup>2</sup>.

Materiales utilizados para el muestreo: Pala, balde, bolsas plásticas limpias, Cinta métrica, Tirro, Etiqueta.

El procedimiento realizado para el muestreo según recomendación de CENTA:

Recolección de submuestras, tomando cada una con una diferencia entre 10 a 15 metros una de otra, a una profundidad del arado de 30 cm; haciendo el agujero en forma de V (Figura A-2).

---

*1/ Agricultor David Eusebio Cornejo Cornejo. Propietario de la parcela desde hace 30 años. En el Cantón San José La Labor, San Sebastián, San Vicente, 2013.*

La preparación de la muestra para envió, una vez terminado el muestreo, en el balde donde se ha recolectado el suelo, se procedió a mezclar bien toda la tierra recolectada para homogenizarla; limpiándola de raíces, piedras, semillas y otros objetos extraños al suelo. Una vez realizado este proceso se procedió a depositar en una bolsa plástica limpia la muestra, aproximadamente una libra, con su respectiva viñeta de identificación, enviando la muestra un mes antes de establecer el cultivo, al laboratorio de servicios analíticos sección suelos de PROCAFE, donde se determinó el contenido de materia orgánica, acidez total, textura, pH, elementos mayores P, K, Mg, Ca, Al (Cuadro 7). Los resultados fueron obtenidos a los cinco días después de entregada la muestra.

**Cuadro 7. Resultado de análisis de suelo.**

Textura	Franco arcilloso arenoso
pH	3.9
P	106.3
K	242
Ca	6.3
Mg	1.18
Al	0.1
M.O.	5.27
A c T	4.4

Fuente: PROCAFE

### 3.5.1.2. Preparación de Lombriabono y Cosecha

El lombriabono se preparó con lombrices especie (*Eisenia foetida*). Se utilizaron nueve cajas de madera, con las dimensiones de 58 cm largo, 36 cm de ancho y 28 cm de alto (Figura A-3), dando un volumen de 0.058 m<sup>3</sup>, a tres de estas se les colocaron cuatro bases de madera de 10 cm de alto y cuatro cm de ancho. Se emplearon nueve costales de nylon y tres metros de plástico de polietileno negro.

Una vez con los materiales listos se cubrió el fondo de la caja con el saco y se llenaron con estiércol fresco dejando un espacio de un 10% del volumen de la caja vacía donde se colocó una libra de lombrices con alimento ya procesado. A las cajillas con bases se les colocaron depósitos con agua y detergente, para evitar la invasión de hormigas. Sobre estas cajillas se colocaron dos más dejando columnas de tres cajas y luego se envolvieron con plástico polietileno.

Cada ocho días se revisaba la humedad y si era necesario se hacía un riego de agua con el uso de regadera, además de mantener las bases de las cajas sumergidas en agua hasta la mitad (cinco centímetros).

La cosecha consistió en separar las lombrices del húmus. Para esto ocho días antes de la cosecha se apartó el húmus producido a un solo extremo de la caja compostera, dejando un espacio vacío (30 % del volumen de la caja), el que se rellenó con alimento fresco (estiércol de bovino). Trascurridos los 15 días se procedió a cosechar colocando el humus en una zaranda, quedando ahí las lombrices que aún no se habían pasado al alimento nuevo, retirándose manualmente. Una vez concluida la cosecha se colocó el producto en sacos de nylon para almacenarlo.

### **3.5.1.3. Preparación de la harina de roca**

El material rocoso se adquirió en el Banco la Zorra de la empresa Suelo y Materiales, S.A. de C.V. (Figura A-7,8) Se compró un metro cúbico en forma de chispa de roca. Se usó un cedazo para separar los gránulos grueso de los finos obteniendo harina de roca (Figura A-28,29).

La mina de donde proviene el material rocoso posee las siguientes condiciones edáficas:

Características edáficas

API: Apopa sobre suelo rojos ondulado en planicies.

Fisiografía: Se encuentra en las planicies inclinadas de pie de monte. Son áreas moderadamente disecionadas la pendiente es de seis al 15% pero mayores en cercanías a las quebradas. El relieve local es bajo (menor de 15m) las capas



inferiores son cenizas blancas "p" edad en cada onicéticas semejantes a las unidades "aph" pero aquí las arcillas rojas y los depósitos de tobas fundidas adquieren mayor importancia.

Por lo general el drenaje interno es bueno, el externo varía de moderado a algo rápido de acuerdo al grado de las pendientes, por lo que existe de ligero a moderado, peligro de erosión.

Suelos: Pertenecen al gran grupo regosol, son semejantes a los "aph" con lo que participan del mismo paisaje por estar en áreas más disecionadas el espesor de la cenizas es más variable, por lo general entre 50 a 100 cm más bajo los suelos enterrados hay arcillo-rojizo semejantes a los "uab" estos juntamente con la toba y a veces rocas, afloran en la superficie solamente en las áreas más erosionada o en las quebradas. Representa un cinco -10% del área total de la unidad. A causa de la topografía, son más variables en profundidad, peligro de erosión capacidad de producción y requieren mayor cuidado en la práctica cultural.

### **3.5.2. Fase experimental**

#### **3.5.2.1. Elaboración de plantines:**

Se prepararon cuatro bandejas y media de 200 pilones, se inició el llenado con sustrato comercial húmedo, en cada celda se colocó un granito de fertilizante multimineral (Blauco) cubriéndolo con una capa de sustrato, medio centímetro después se colocó la semilla terminándose de cubrir por completo con la última capa, cada bandeja es tapada con una hoja de papel periódico y cubiertas con plástico para conservar la temperatura y su respectiva humedad, estas son colocadas en una bodega a temperatura ambiente durante siete días mientras se da el proceso de germinación. Después se sacan al plántinero durante 23 días para su vigorización y evitar los fuertes vientos de la zona. Se manejan con un riego constante. El proceso fue realizado según recomendaciones de un agricultor de la zona.<sup>2</sup>

---

*2/Agricultor Miguel Ramírez. Cantón El rosario, municipio El Carmen, Cuscatlán, 2013.*

### **3.5.2.2. Preparación del terreno**

La preparación del terreno se realizó con labranza mínima, limpiando y labrando el área para eliminar maleza (barrenillo), el cual luego fue retirado y quemado.

El suelo por ser ligeramente plano se removió utilizando tracción animal dejando las plagas del suelo como la gallina ciega (*phyllophaga spp*) expuestas a los depredadores y el sol.

### **3.5.2.3. Cercado del terreno**

Se hizo para evitar la entrada de animales como perros, gallinas y ganado al terreno. El cerco se construyó fuera de la línea de la barrera viva dejando está dentro. Las dimensiones del cerco son de 26 m. de largo por 25 m. de ancho, empleando vara de bambú como postes los cuales se cortaron de dos metros de altura y un diámetro de 12 cm, se enterraron a una profundidad de 40 cm colocándose a una distancia de tres metros, una vez fijos los postes se procedió a colocar la tela metálica de una yarda de alto, sujetándola con grampas en cada uno de los postes, cerrando todo el perímetro, dejando una puerta de un metro de ancho (Figura A -12).

### **3.5.2.4. Barreras vivas**

Se estableció una barrera viva de sorgo criollo un mes antes del trasplante, asegurándose que la barrera tuviera una altura mayor que la plántula. Se preparó el área de siembra con una piocha, colocándose estiércol y ceniza al surco de siembra. Luego se procedió a poner la semilla utilizando el método de siembra a chorro seguido en doble hilera (Figura A-13).

### **3.5.2.5. Encalado**

El pH obtenido según el análisis de PROCAFE (Anexo 1) fue de 3.9, según el cuadro 2. Se procedió a tomar el valor más cercano según la clase de suelo expuesto en la regla según (Gustavo & Ausilio, s.f.), donde para el pH más bajo (4.5) se recomienda 9.4 ton de cal/ha.

### **3.5.2.6. Elaboración de camellones**

La construcción de camellones se hizo manual con el uso de azadón. Las dimensiones fueron de 20 cm de altura por 40 cm de ancho, para facilitar el drenaje y evitar encharcamientos durante la época lluviosa.

### **3.5.2.7. Microtúnel**

La instalación del microtúnel se realizó después de la preparación del suelo, se colocó con el objetivo de proteger al cultivo de insectos vectores que transmiten enfermedades virales en su etapa más crítica de crecimiento en la planta, se utilizó durante cuatro semanas después del trasplante.

Antes del trasplante se ubicaron sobre el camellón arcos de alambre galvanizado con una medida de 1.80 m. de largo, cada uno fue colocado a una distancia de tres metros. La altura de los arcos fue de 60 cm por 40 cm. de ancho (Figura A-14). Después se colocaron tres hilos de nylon sobre los arcos, sujetando el hilo central en estacas a los extremos del camellón (Figura A-15). Después del trasplante fue colocada la tela agreeel de 1.80 m. de ancho extendiéndose a lo largo del camellón y enterrando los extremos laterales (Figura A-21). El cultivo fue descubierto cuando el ápice tocaba la tela en la parte superior.

### **3.5.2.8. Trasplante**

Los plantines se sacaron de las bandejas con el cuidado de no dañar las raíces (Figura A-18). Se agregó solución arrancadora (10g de fertilizante formula 18 – 46 – 0/ litro de agua) aplicando dosis de 250 ml por postura. Las plantas se colocaron con el cuello del tallo al nivel del suelo y sin ejercer presión para evitar daños mecánicos y con el cuidado de no dejar espacios vacíos entre el suelo y las raíces (Figura A-19). El trasplante se realizó por la tarde (4:00 pm). El primer día se trasplantaron tres bloques, dejando un bloque para el día siguiente en horas matutinas.

### **3.5.2.9. Tutoreo**

Se realizó con el propósito de mantener erguida la planta, evitando que el follaje y frutos queden en contacto con el suelo. Se utilizaron tutores de Bambú de una altura

de 2.20 m, ubicando uno por cada cuatro metros. Colocando hilos paralelos tensados cada 20 cm de distancia (Figura A-4).

### 3.5.3. Fertilización al suelo

Previo a la fertilización se realizó el pesaje de los materiales (lombriabono y harina de roca) (Figura A-22) en los porcentajes correspondientes a cada tratamiento se fueron colocando en un recipiente rotulado con el tratamiento correspondiente y se procedió a mezclar los dos componentes, obteniendo así una mezcla total de 60 lb para ser aplicadas en cada tratamiento.

**Cuadro 8. Libras de lombriabono y harina de roca para una mezcla total de 60 libras para cada tratamiento.**

Tratamientos	Lombriabono (%)	Lombriabono (lb)	Harina roca (%)	Harina de roca(lb)
T1	60	36	40	24
T2	70	42	30	18
T3	80	48	20	12
T4	90	54	10	6
T0	0	0	0	0
Total		180		60

*Fuente: creación propia*

Con el uso de una balanza semianalítica se pesó 140 gramos de las mezclas correspondientes a los cuatro tratamientos (Figura A-23), con esto se determinó el volumen de los recipientes a utilizar para aplicar las dosis a cada tratamiento (Figura A-24).

La aplicación de lombriabono en combinación con harina de roca se hizo a los 7 días después del trasplante, colocando dosis de 140g por postura. En el caso de la fertilización del T0 se realizó con abono químico aplicando formula 15 – 15 – 15, en las tres primeras fertilizaciones y urea en la última. La fertilización se aplicó al suelo en forma de media luna a una distancia de ocho centímetros del cuello de la planta,

para evitar que se dañe la raíz (Figura A-31). En total se realizaron cuatro fertilizaciones.

**Cuadro 9. Fertilizaciones totales realizadas con porcentajes de lombriabono y harina de roca.**

Fertilización y abonado	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
Primera	15-15-15: 10 g	L: 60% H: 40%	L: 70% H: 30%	L: 80% H: 20%	L: 90% H: 10%
Segunda	15-15-15: 10 g	L: 60% H: 40%	L: 70% H: 30%	L: 80% H: 20%	L: 90% H: 10%
Tercera	15-15-15: 20 g	L: 60% H: 40%	L: 70% H: 30%	L: 80% H: 20%	L: 90% H: 10%
Cuarta	Urea: 30 g	L: 60% H: 40%	L: 70% H: 30%	L: 80% H: 20%	L: 90% H: 10%

Fuente: creación propia L: lombriabono H: harina de roca Dosis total para los T1, T2, T3 y T4: 140g

**3.5.4. Fertilización foliar**

Se realizó la fertilización foliar con un producto comercial multimineral (Folifer) aplicando de 50 cc a 75 cc por bomba de 16 litros, esto se realizó cada 15 días y mezclándose con el insecticida.

**3.5.5. Control de malezas**

El control se hizo de forma manual, en intervalos de cada 15 días. Las malezas más predominantes en la zona de cultivo son el *Cynodon dactylon* (barrenillo), *Digitaria sanguinalis* (pangola) *Baltimora recta* (flor amarilla), *Eleusine indica* (pata de gallina) y *Amaranthus spinosus* (huisquilite).

**3.5.6. Control de plagas**

Se utilizó insecticidas químicos para el control de plagas, a los cinco días después del trasplante se realizó la primera aplicación utilizando imidacloprid (Rotaprid) 13g/ bomba de 16 Lt aplicando una bombada para el área de cultivo, a los cinco días se realizó una segunda aplicación de este insecticida. Luego el control se realizó

alternando Betaciflutrina+Thiacloprid (Monarca) y Lambda Cihalotrina (Kunfu), aplicando en dosis de 25 cc/bomba de 16 lt. Las aplicaciones se realizaron cada cinco días (Cuadro A-2).

### **3.5.7. Enfermedades**

Para el control de enfermedades se realizó con el uso de fungicida alternativo para el cual se elaboró caldo bordelés y caldo sulfocalcico. El caldo bordelés se elabora a base de cal hidratada, sulfato de cobre, la preparación se realizó diluyendo 200 g de sulfato de cobre en un recipiente con dos litros de agua y en otro recipiente con 14 Lt. de agua se diluyo 400 g de cal hidratada (Figura A-25,26). Luego se mezclaron las soluciones agregando el sulfato de cobre a la solución con cal hidratada. De la mezcla final se utilizaba al 50% con agua realizando aplicaciones cada 15 días.

El caldo sulfocalcico se preparó a base de azufre con cal hidratada, utilizando un kilo de azufre y medio kilo de cal hidratada. En un recipiente metálico con cinco litros de agua se colocó al fuego, cuando estaba a punto de ebullición se vertieron los dos ingredientes simultáneamente revolviendo constantemente la mezcla con una paleta durante 25 minutos, hasta que tomo un color vino tinto (Figura A-27). La dosis empleada fue un litro por bomba de 16 Lt.

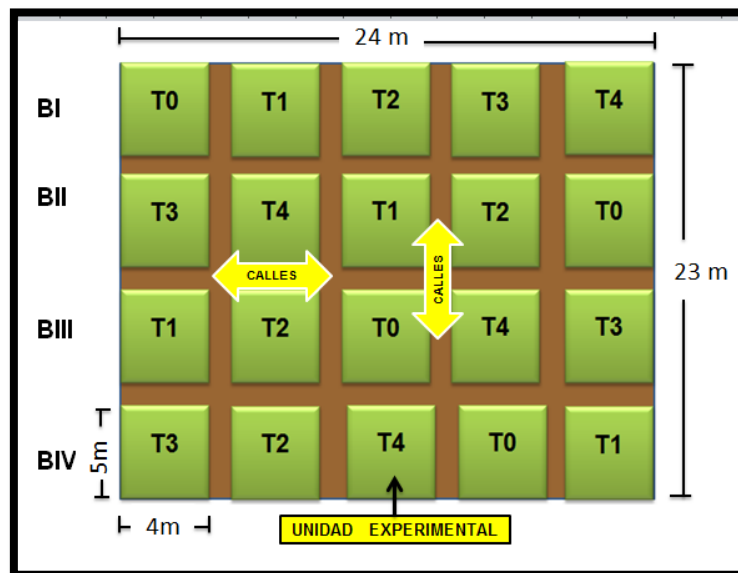
### **3.5.8. Cosecha**

La cosecha se efectuó a los 57 días después del trasplante en forma manual, eliminando antes el primer fruto para evitar que la planta pierda energía en su formación. En esta actividad se utilizaron recipientes plásticos y otros depósitos. Se realizaron cinco cortes con el criterio de recolectar frutos de primera, registrando la producción por parcela (Figura A-36,37).

## **3.6. Metodología estadística**

Se trabajó con el cultivo de chile dulce (*Capsicum annum L.*), el área total del ensayo fue de 552m<sup>2</sup> con 23 m. de largo por 24 m. de ancho, dividida en 20 unidades experimentales (Figura 3) donde se tuvo la modalidad de fertilización química para el tratamiento testigo y dosis de lombriabono en combinación con harina de roca para los tratamientos restantes.

**Figura 3. Esquema de diseño experimental de bloques completamente al azar en el campo**



Fuente: creación propia

### 3.6.1. Diseño Estadístico

El Diseño que se empleó para realizar el experimento fue el diseño de bloques completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, para evaluar el comportamiento de la producción de chile dulce (*Capsicum annum*) aplicando diferentes tratamientos de lombricompost en combinación con harina de roca. (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Descripción de tratamientos.**

TRATAMIENTOS.	LOMBRICOMPOST.	HARINA DE ROCA.
T0	0%	0%
T1	60%	40%
T2	70%	30%
T3	80%	20%
T4	90%	10%

Fuente: creación propia

### 3.6.2. Modelo estadístico.

La ecuación del modelo es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \rho_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Variable Respuesta.

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$E_{ij}$  = error experimental en la unidad  $j$  del tratamiento  $i$

Se supone que los efectos de tratamientos y bloques son Aditivos. La actividad significa que no hay interacción entre tratamientos y bloques. Es decir, la relación entre los tratamientos es la misma en cada uno de los bloques.

### 3.6.3. Distribución estadística

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el modelo correspondiente al diseño de bloques completamente al azar, en el cual se evaluó como fuente de variación los tratamientos, el error experimental y el total de las variaciones.

**Cuadro 11. Fuente de variación, grados de libertad para los tratamientos evaluados.**

<b>Distribución estadística</b>	
F de V.	GL
Tratamiento.	5-1=4
Bloque.	4-1=3
Error experimental.	12
Total.	20-1=19

### 3.6.4. Variables a evaluar del cultivo de chile dulce (*Capsicum annum*)

#### a) Número de hojas

Se contaron las hojas desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, exceptuando las enfermas (Figura A-32,33).

#### b) Número de flores

Se realizó un conteo en cada ramificación, incluyendo flores desarrolladas y botones florales.



### **c) Número de frutos**

Se contaron los frutos, incluyendo el más pequeño ya formado en cada planta muestreada.

### **d) Altura de la planta**

Se midió con una cinta métrica desde el ras del suelo hasta el ápice de la planta (Figura A-34).

### **e) Diámetro de la planta**

Se tomó el diámetro a la altura media del tallo principal haciendo uso del pie de rey (Figura A-35).

## **3.6.5. Tratamientos en estudio**

A continuación se describen los diferentes tratamientos en estudio:

## **3.7. Registro de datos**

### **3.7.1. Muestreo de plantas**

Para el muestreo se utilizó una cinta métrica para la toma de altura de la planta y un pie de rey para medir el diámetro del tallo.

Los muestreos se realizaron cada 15 días, tomándose 10 plantas al azar por cada tratamiento, muestreando dos surcos céntricos, dejando la primera y última planta de cada surco sin registro, no tomando en cuenta las plantas enfermas.

### **3.7.2. Muestreo de frutos pos cosecha**

Se realizó un conteo de frutos por tratamiento, no registrando frutos dañados por plagas y enfermedades.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el ensayo se usó el diseño estadístico de bloques completamente azar, para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico en el cual se determinó el análisis de varianza para cada variable y se aplicó la prueba de medias Tukey, con lo cual se confirma si existía o no diferencia significativa en las variables.

Además se presentan los resultados que se produjeron en las variables estudiadas sobre el cultivo de chile por el efecto de la combinación de lombriabono con harina de roca: número de hojas, número de flores, número de frutos, altura de planta, diámetro del tallo y cantidad de frutos cosechados. Tales son los resultados que se encontraron en esta investigación, que al analizar el efecto de lombriabono en combinación con harina de roca aplicados al suelo en el cultivo de chile, dieron resultados positivos, aunque esto no fue estadísticamente significativo en todas las variables medidas en el cultivo.

##### 4.1. Número de hojas

En los datos obtenidos mediante el análisis de varianza se puede observar que el P-valor es de 0.063 siendo mayor que 0.05. Por tanto; no existen diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 12).

**Cuadro 12. Análisis de varianza del número de hojas**

<b>F de V</b>	<b>Suma de cuadrática</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>P – valor</b>
<b>Tratamiento</b>	2000,300	4	500,075	2,994	0,063
<b>Bloques</b>	737,750	3	245,917	1,472	0,272
<b>Error experimental</b>	2004,500	12	167,042		
<b>Total</b>	314001,000	20			

En los resultados que refleja el análisis de varianza no hay significancia por lo que todos los tratamientos son similares. Según (CEA, 2001). El húmus de la lombriz contiene altos porcentajes de ácidos húmicos y fulvicos, su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, es un fertilizante bioorganico activo y mejora las características organolépticas de las plantas. Además del efecto que produce en las plantas la harina de roca elaborada a base de basaltos que son rocas de alta calidad para su elaboración, ricas en más de 70 elementos necesarios para la alimentación y mantenimiento del equilibrio nutricional; entre los que destacan: silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo y azufre (González, 2011).

En la grafica uno se puede apreciar la tendencia de los resultados obtenidos en los datos promedio de altura de la planta el valor más alto es el T0 con 142.5 hojas promedio, seguido por el T4 (126.75 hojas), T1 (119.75 hojas), T2 (119.25 hojas) y el valor más bajo para el T3 (113.5 hojas).

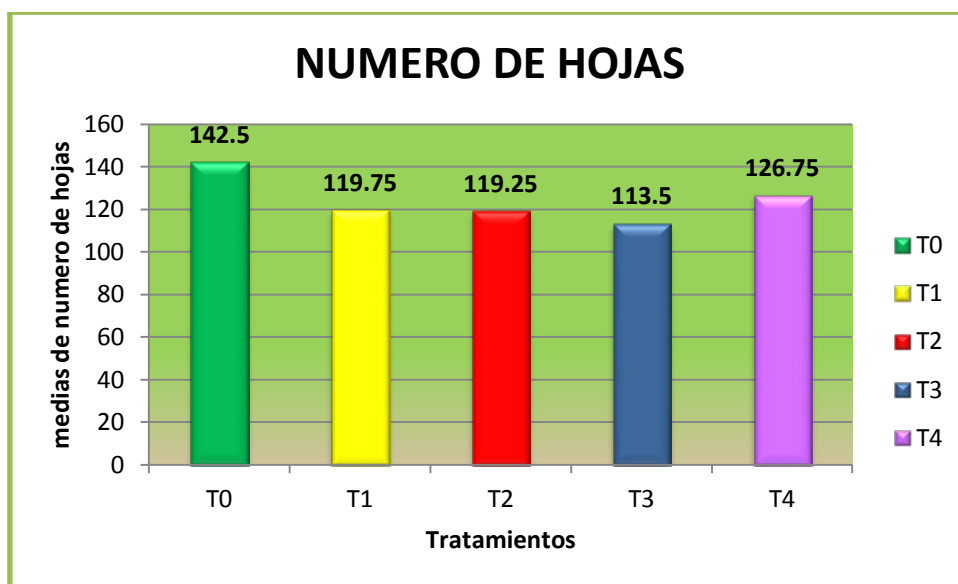


Grafico 1. Número de hojas promedio contabilizadas en el cultivo de chile dulce.

#### 4.2. Número de flores

En los datos obtenidos mediante el análisis de varianza se puede observar que el P-valor es de 0.008 siendo menor que 0.05. Por tanto; existen diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 13).

**Cuadro 13. Análisis de varianza del número de flores**

<b>F de V</b>	<b>Suma de cuadrática</b>	<b>GI</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>P - valor</b>
<b>Tratamiento</b>	186,200	4	46,550	5,855	0,008
<b>Bloques</b>	173,350	3	57,783	7,268	0,005
<b>Error experimental</b>	95,400	12	7,950		
<b>Total</b>	15525,000	20			

En el cuadro 14. Mediante la prueba Tukeyse puede observar que se obtuvo mayor número de flores fue el T0 (químico) con 33.25 flores, seguido del T4 (90% lombriabono, 10% harina de roca) 27 flores y T1 (60% lombriabono, 40% harina de roca) 27 flores, T2 25.5 flores y el rendimiento más bajo fue el T3 (80% lombriabono, 20% harina de roca) 24.5 flores promedio. Mediante la prueba de Tukey se puede observar que los tratamientos se dividen en dos grupos "a" y "b" donde los tratamiento clasificados en el mismo grupo no poseen diferencia significativa entre sí, pero si hay diferencia entre los tratamientos de distinto grupo, por tanto el T2 y T1 clasificados en el grupo "b", presenta una diferencia significativa con los otros tratamientos. Según Batres (1994) esta diferencia puede deberse a que el tratamiento químico (fertilizantes nitrogenados) utilizado convencionalmente por los productores obtuvo el mejor promedio en floración debido al efecto que tienen los fertilizantes químicos al ser aplicados a los cultivos, los cuales son absorbidos con mayor velocidad pero su efecto disminuye a medida pasa el tiempo generando floración mayor o caso contrario disminución de estos. Según (infoagro s.f.), el exceso de nitrógeno en las plantas puede resultar en flores incompletas o caída de estas, caso contrario sucede con el lombriabono en combinación con harina de roca

su efecto es regulador, (CNAOH, s.f.).El aporte de los elementos para el uso de la plantas es un poco más lento, pero más duradero, ya que aporta los nutrientes a medida que la planta los necesita en cada etapa de desarrollo

**Cuadro 14. Número de flores promedio de plantas del cultivo de chile**

Tratamientos	Medias
T0	33.25a
T4	27ab
T1	27ab
T2	25.5 b
T3	24.5 b

*Fuente: creación propia*

#### 4.3. Número de frutos

En el cuadro 15. Se presenta el Análisis de Varianza en el que se observa que el P – valor es mayor que 0.05. Por tanto no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos sobre la variable número de frutos en el cultivo de chile.

**Cuadro 15. Análisis de varianza del número de frutos**

F de V	Suma de cuadrática	GI	Cuadrado medio	F	P - valor
<b>Tratamiento</b>	37,300	4	9,325	1,467	0,273
<b>Bloques</b>	33,200	3	11,067	1,740	0,212
<b>Error experimental</b>	76,300	12	6,358		
<b>Total</b>	4410,000	20			

En el análisis de varianza se puede observar que no existe significancia en los diferentes tratamientos ya que todos dieron resultados similares al testigo (químico).

Esto puede deberse a que tanto los tratamientos en estudio (diferentes combinaciones de lombriabono y harina de roca) y el tratamiento en comparación (T0) aportaron los nutrientes necesarios para la formación de cantidades similares de frutos, ya que(CNAOH, s.f.), manifiesta que el lombriabono es un abono orgánico que aporta nutrientes y materia orgánica al suelo, además de lo afirmado por (González G, 2011), que la harina de roca proporciona más de 70 elementos necesarios para la alimentación y mantenimiento del equilibrio nutricional de la salud de los organismos vivos. Por tanto esto fue reflejado en la producción de frutos promedio que cuya tendencia también se puede observar en la gráfica tres.

En la grafica dos se puede apreciar la tendencia de los resultados obtenidos en las medias el valor más alto es el T0 con 16.75 frutos promedio, seguido por el T4 (15 frutos), T1 (14.5 frutos), T2 (14.25 frutos) y el valor más bajo para el T3 (12.5 frutos).

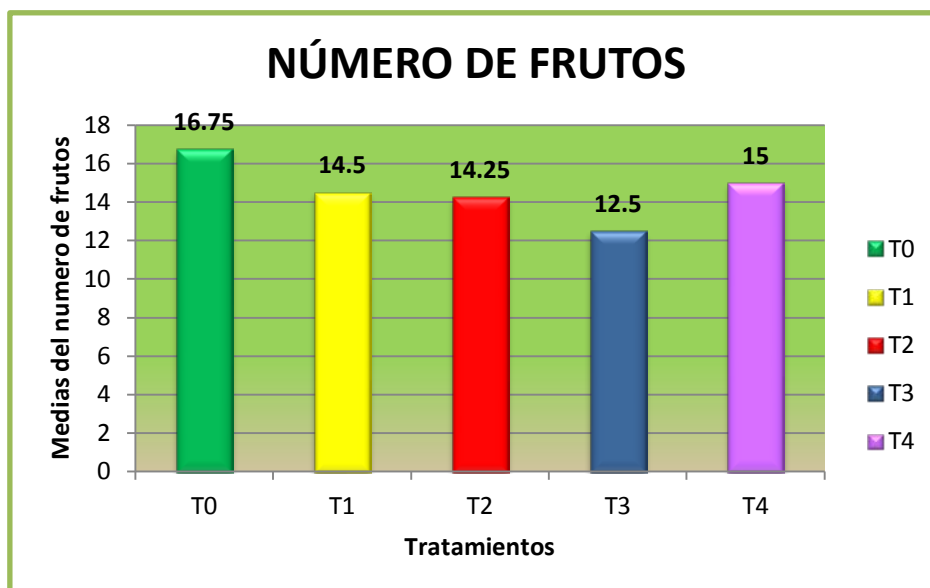


Grafico 2. Número de frutos promedio contabilizadas en el cultivo de chile dulce.

#### 4.4. Altura de la planta

En los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza el P – valor es mayor que 0.05. Por lo tanto se determinó que en los cinco tratamientos no existe diferencia

significativa en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, ya que las diferentes dosis de lombricomposto combinadas con harina de roca se obtuvieron resultados similares a la dosis química (cuadro 16).

**Cuadro 16. Análisis de varianza de la altura de la planta**

<b>F de V</b>	<b>Suma de cuadrática</b>	<b>GI</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>P – valor</b>
<b>Tratamiento</b>	37,700	4	9,425	0,576	0,685
<b>Bloques</b>	174,950	3	58,317	3,565	0,047
<b>Error experimental</b>	196,300	12	16,358		
<b>Total</b>	103945,000	20			

En los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza no hay diferencia significativa en los tratamientos, por lo cual podemos decir que los valores son intermedios a los reportados por (Infoagro, s.f.), quien menciona que la altura puede ser variable entre los 0,6 m a 1.50m (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de dos metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero). Estos resultados en la altura posiblemente se debieron a varios factores como: Las condiciones edáficas ya que según los resultados del análisis de suelos el pH fue de 3.9 lo que equivale a un suelo ácido y aunque se realizó una corrección con hidróxido de calcio 22 días antes de establecer el cultivo pudo ser que el pH no fuese aun el óptimo que según (CENTA, s.f.). El pH óptimo para el cultivo de chile dulce es de 5.5 a 7.0.

En la gráfica tres se puede apreciar la tendencia de los resultados obtenidos en las medias de la variable altura de la planta, el valor más alto es el T4 (74.25 cm), seguido por T1 (72.5 cm), T0 (71.75 cm) T2 (71 cm) y T3 con el valor más bajo (70.25 cm).

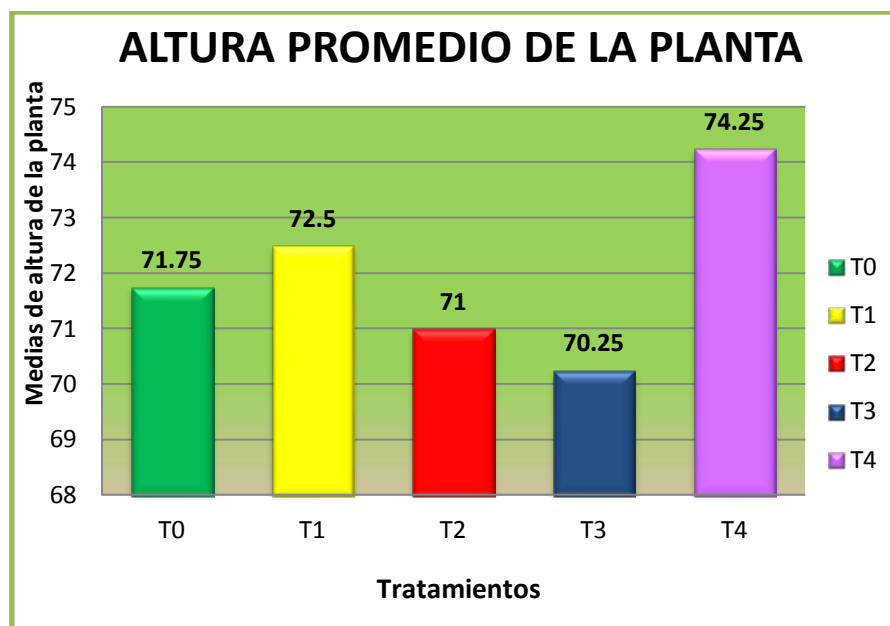


Grafico 3. Altura promedio de la planta en los cinco muestreos.

#### 4.5. Diámetro del tallo

En el cuadro 17. Se presenta, análisis de varianza en el que se observa que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos sobre la variable diámetro del tallo en el cultivo de chile debido que el P – valor es mayor que 0.05.

**Cuadro 17. Análisis de varianza diámetro del tallo**

F de V	Suma de cuadrática	Gl	Cuadrado medio	F	P - valor
<b>Tratamiento</b>	0,017	4	0,004	1,969	0,164
<b>Bloques</b>	0,013	3	0,004	1,916	0,181
<b>Error experimental</b>	0,026	12	0,002		
<b>Total</b>	25,957	20			

En el análisis de varianza se puede observar que no existe diferencia significativa en los valores de diámetro del tallo los cuales son similares en todos los tratamientos,



esto puede deberse a que el efecto de los nutrientes que aporta la combinación de harina de roca y lombricompost según (González s.f.), una planta con lombricompost crece robusta y por ende con buen diámetro del tallo. Además de lo afirmado por (Restrepo & Pinheiro, 2009), quienes manifiestan la gran cantidad de nutrientes aportados por las rocas. Esto da como resultado que el desarrollo de los tallos fuese similar en todos los tratamientos, comparados al testigo, tratado con fertilizante químico.

En la grafica cuatro se puede apreciar la tendencia de los resultados obtenidos en las medias del diámetro del tallo, el valor más alto es el T4 (1.17 cm), seguido por T0 (1.16 cm), T2 (1.15 cm) T1 (1.13 cm) y T3 con el valor más bajo (1.09 cm).

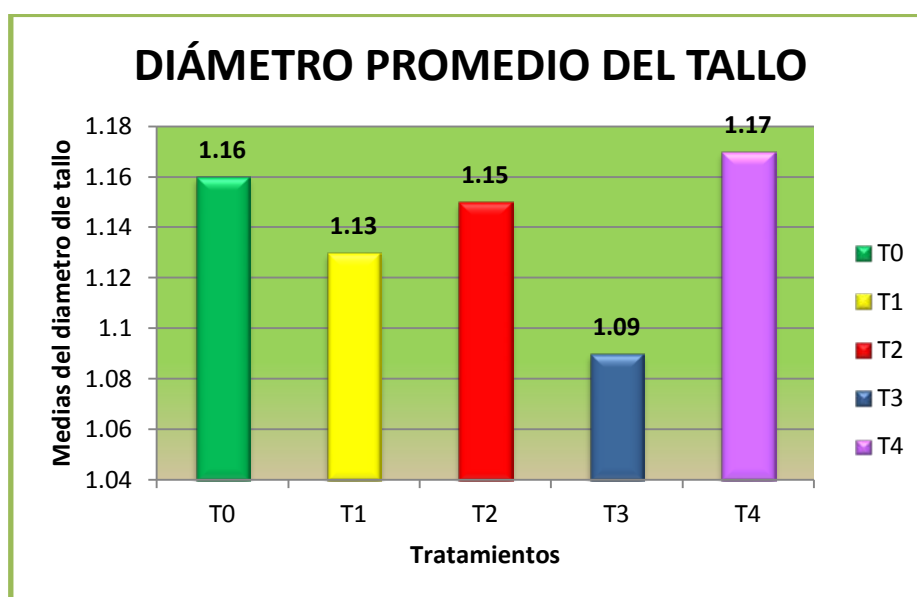


Grafico 4. Diámetro promedio tomado en los cinco muestreos del cultivo de chile dulce.

#### 4.6. Cosecha

##### 4.6.1. Corte total

En los datos obtenidos mediante el análisis de varianza se puede observar que el P-valor es 0.011 siendo menor que 0.05. Por lo tanto existe diferencia significativa

entre los tratamientos (cuadro 18), esto indica que existe un tratamiento mejor que los demás.

**Cuadro 18. Análisis de varianza para el corte total**

<b>F de V</b>	<b>Suma de cuadrática</b>	<b>GI</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>P – valor</b>
<b>Tratamiento</b>	5540,700	4	1385,175	5,291	0,011
<b>Bloques</b>	1556,950	3	518,983	1,983	0,170
<b>Error experimental</b>	3141,300	12	261,775		
<b>Total</b>	128973,000	20			

Mediante la prueba Tukey realizada a las medias (cuadro 19), se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que se obtuvo mayor número de frutos cosechados en el T4 (90% lombriabono, 10% harina de roca), con 103.75 frutos, seguido del el T0 (químico) con 87.5 y el rendimiento más bajo fue T1 (60% lombriabono, 40% harina de roca) con 56.75 frutos. Mediante la prueba de Tukey se puede observar que los tratamientos se dividen en dos grupos “a” y “b” donde los tratamiento clasificados en el mismo grupo no poseen diferencia significativa entre sí, pero si hay diferencia entre los tratamientos de distinto grupo, por tanto el T3, T2 y T1, clasificados en el grupo “b”, presenta una diferencia significativa con los otros tratamientos. Esto puede ser debido al efecto que tienen la fertilización mediante la aplicación de lombriabono 90% en combinación con harina de roca 10%, para brindarle al cultivo los elementos necesarios para su desarrollo, según (CEA, 2001), el lombriabono puede incrementar hasta 300% la producción de hortalizas y otros productos vegetales. Además de las investigación realizadas por (Restrepo & Pinheiro, 2009), en México en cultivos de diferentes variedades de chile, tratados con harina de rocas, materia orgánica y microorganismos, se obtuvieron resultados que dieron un incremento de la producción. Además de una reducción de más del

30% en costos totales en fertilización comparado con cultivos anteriores (convencionales).

**Cuadro 19. Número promedio de frutos totales cosechados por tratamientos**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>
T4	103.75 a
T0	87.50 ab
T3	70.75 b
T2	66.50 b
T1	56.75 b

*Fuentes: creación propia*

## 5. ANÁLISIS ECONÓMICO

En la análisis económico se determinó el total de los ingresos obtenidos, los cuales se basaron en los ingresos por venta de cientos de unidades producidas con un costo de \$10.00/ciento por tratamiento (Cuadro 20). Así como el total de los egresos incurridos durante el ensayo, los cuales estuvieron basados en los costos variables (Cuadro 21). Lo que llevo a determinar que para todos los tratamientos hubo ganancia; para mejor evaluación se determino los costos de producción por ciento de unidades producidas (Cuadro 22). En el cuadro 23 se detalla la utilidad neta obtenida por cada tratamiento.

Pero para conocer cuál de los tratamientos presento un mejor resultado se determinó la Relación B/C (Cuadro 24) la cual es la diferencia de los ingresos totales menos los egresos totales, lo que indico que el tratamiento mejor evaluado es el T4 el cual posee una relación B/C de \$1.80es decir que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de \$0.80.

**Cuadro 20. Ingresos totales obtenidos por la venta de cientos de frutos producidos por tratamientos.**

Tratamientos	Cientos de Unidades producidas	Precio / unidad (\$)	Ingreso total (\$)
T0	17.28	10.00	172.80
T1	11.88	10.00	118.80
T2	12.75	10.00	127.50
T3	13.44	10.00	134.40
T4	19.03	10.00	190.30

**Cuadro 21. Comparación de egresos entre los tratamientos evaluados en base a los Costos Variables**

Concepto	T0 (\$)	T1 (\$)	T2 (\$)	T3 (\$)	T4 (\$)
Plantines	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20
Lombriabono	0	11.84	13.81	15.78	17.76
Harina de roca	0	2.36	1.77	1.18	0.59
Fertilizante químico	14.00	0	0	0	0
Foliar	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
Insecticida	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Fungicidad	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Maicillo para barrera viva	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Hidróxido de calcio	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40
Agreel	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Alambre galvanizado calibre 10	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
Pita nylon	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
Bambú	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Mano de obra	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
<b>Total</b>	<b>101.6</b>	<b>101.8</b>	<b>103.18</b>	<b>104.56</b>	<b>105.95</b>

**Cuadro 22. Costos de producción por ciento de frutos de chiles producidos**

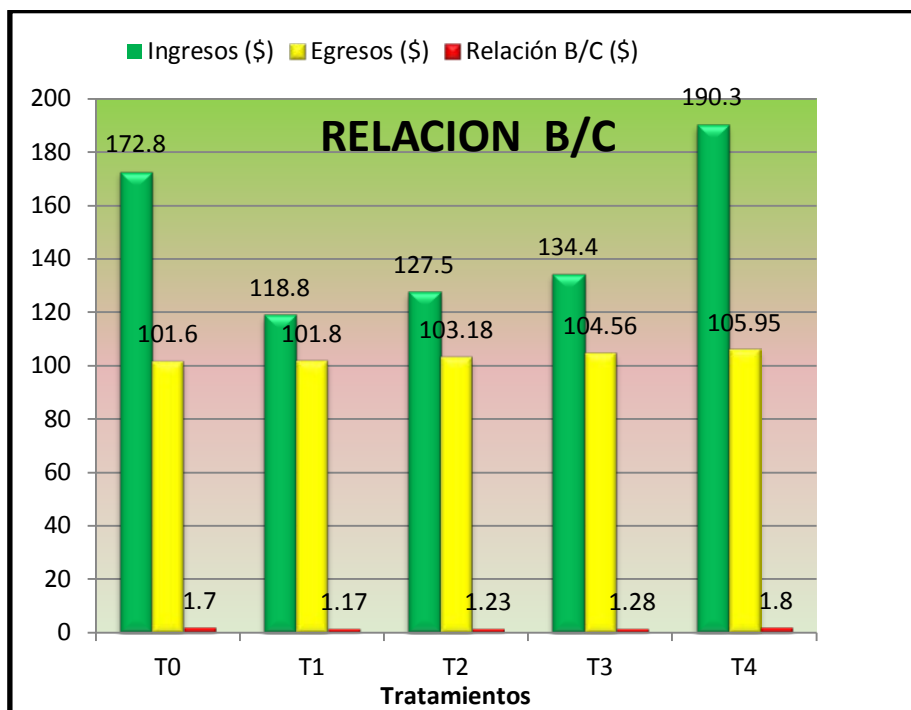
Concepto	T0	T1	T2	T3	T4
Total de cientos producidas	17.28	11.88	12.75	13.44	19.03
Costos de producción por cientos de unidades producidas (\$).	5.88	8.57	8.09	7.78	5.58
Costos totales de producción (\$).	101.60	101.80	103.18	104.56	105.95

**Cuadro 23. Utilidad neta obtenida en cada uno de los tratamientos**

Concepto	T0	T1	T2	T3	T4
Ingresos \$	172.80	118.80	127.50	134.40	190.30
Egresos \$	101.60	101.80	103.18	104.56	105.95
Utilidad neta \$	71.20	17.00	24.32	29.84	84.35

**Cuadro 24. Relación Beneficio/Costo determinada por cada tratamiento**

Concepto	T0	T1	T2	T3	T4
Ingresos (\$)	172.80	118.80	127.50	134.40	190.30
Egresos (\$)	101.60	101.80	103.18	104.56	105.95
Relación B/C (\$)	1.70	1.17	1.23	1.28	1.80



**Grafica 5. Análisis económico basado en los Ingreso, egresos y la Relación Beneficio/Costo.**

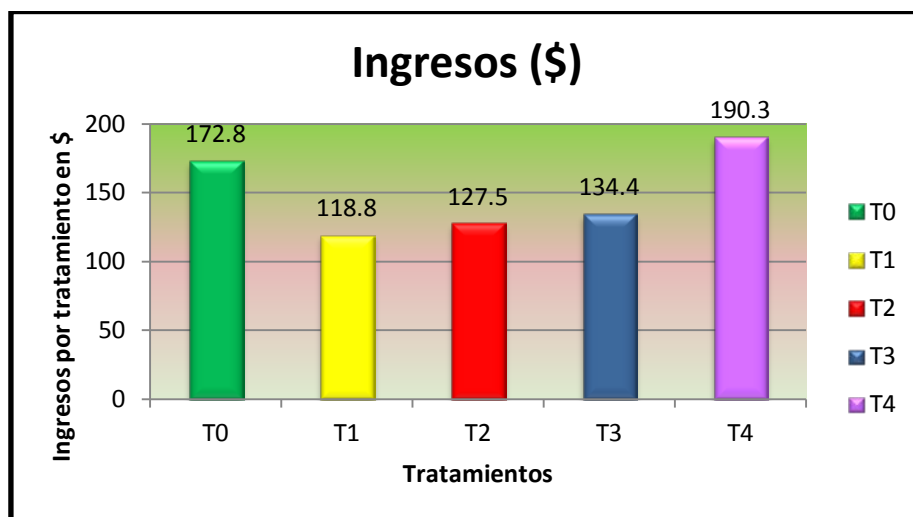
En esta grafica 5, se pueden observar los comportamientos de cada tratamiento en base a los ingresos, los egresos y la relación beneficio costo, esto de forma aritmética, se muestra la tendencias de los resultados, mostrando cual tratamiento tuvo un mejor desempeño en el ensayo con respecto a el análisis económico, el cual es considerado de mucha importancia.

En cuestión de ingresos el T0 y el T4 son los de mejor resultado y la diferencia entre ellos es mínima, se puede decir tienen un comportamiento similar.

En cuestión de egresos son los tratamientos T1, T2 y T3 los que cantidades más altos de egresos presentaron, pero también es importante decir que así como fueron los de altos egresos también fueron los de más baja producción.

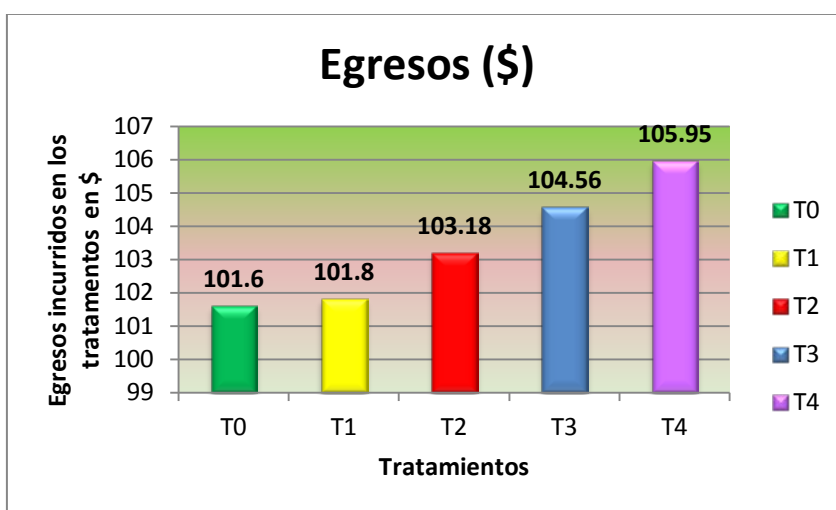
En la relación beneficio costo el mejor evaluado fue el T4, esto debido a los ingresos generados por este tratamiento los cuales fueron similares al T0, con la diferencia que los egresos incurridos en el T4 fueron un poco más altos que los incurridos en el T0, pero esto se compensa con su producción que fue mayor en el T4.

A continuación se muestra en las gráficas 12, 13 y 14 de los tratamientos con respecto a los ingresos, los egresos y la relación B/C.



**Grafica 6. Grafica de Ingresos**

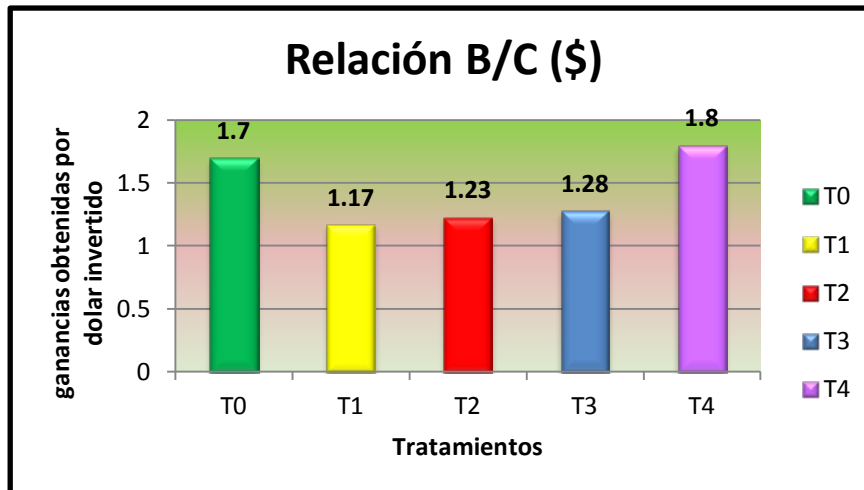
La gráfica seis refleja que T4 es el que mayores ingresos generó seguido del T0 y T3, T2 y el T1 fueron los tratamientos con menores ingresos, esto está relacionado directamente a la producción de frutos de chile producidos, es decir a mayor producción de frutos, mayor generación de ingresos. Sin embargo esto no garantiza que dicho tratamiento sea el mejor evaluado en el análisis económico ya que se debe comparar con los egresos de cada tratamiento y así determinar su relación Beneficio Costo, para conocer cuál es el tratamiento más rentable.



**Grafica 7. Grafica de Egresos**

La grafica siete muestra el comportamiento de los tratamientos en relación a los egresos incurridos para la producción de chile verde por tratamiento, dando a conocer que el T4 es de los egresos más altos, seguido por el T3, T2 y T1 en ese orden decrecen sus egresos al igual que sus ingresos. En el caso del T0 es el tratamiento que menor egresos presentó comparado con los demás tratamientos; pero también es el tratamiento con mayores ingresos después del T4. Para determinar cuál de estos dos fue el mejor en la evaluación económica fue necesario sacar la relación B/C.





**Grafica 8. Grafica de la Relación B/C**

Con respecto a la relación B/C la grafica refleja que fue el T4 el de mejores resultados, por tanto es este el mejor evaluado en el análisis económico. A pesar que el T0 fue el que menores egresos presento, pero en la producción fue también uno de los que presentomás altos ingresos; la diferencia de ingresos entre el T0 y el T4 fue mínima, al igual que los egreso, fue por ello que el tratamiento T4 obtuvo mayor relación B/C.

## 6.RESUMEN DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS

González (s.f.), menciona algunas ventajas del lombriabono dentro de las cuales se encuentran: Aporte de nutrientes minerales a las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, entre otros), las cuales se desarrollan más robustas, recupera la fertilidad de los suelos pobres degradados o erosionados, mejora la textura y estructura del suelo, activa los procesos biológicos del suelo.

Según Restrepo &Pinheiro, 2009.La roca caliza está compuesta principalmente de un solo mineral: la calcita (carbonato de calcio), mientras que González G, (2011) afirma que los basaltos son rocas de alta calidad ricas en más de 70 elementos necesarios para la alimentación y mantenimiento del equilibrio nutricional de la salud de los organismos vivos; entre los que destacan: silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio, potasio, manganeso, cobre, cobalto, zinc, fósforo y azufre, tales son los resultados que se encontraron en esta investigación, que al analizar el efecto de los abonos orgánicos aplicados al suelo al cultivo, la acción combinada de 90% lombriabono y 10 % harina de roca, se obtuvo el mejor resultados en cuanto a la producción y a los ingresos obtenidos, presentando el mayor valor en la relación beneficio costos.Aunque los resultados no fueron estadísticamente significativo en todos los casos de las variables y parámetros evaluados en el cultivo de chile dulce.

## VII. CONCLUSIONES

- La combinación de lombriabono y harina de roca a base de roca basáltica, caliza aportan nutrientes minerales necesarios para estimular la producción y obtener plantas fuertes.
- Para tener un criterio más amplio de los resultados de producción en el cultivo de chile se debe fertilizar varios ciclos de cultivo con lombriabono y harina de roca para poder observar el efecto regulador de la nutrición de las plantas.
- Bajo el criterio de beneficio económico se refleja una superioridad en el tratamiento de tipo orgánico en comparación a la fertilización química convencional del cultivo de chile.
- En términos generales se puede decir que el abonar con la dosis de 90% de lombriabono en combinación de 10% de harina de roca es una alternativa viable y rentable, para la producción de chile dulce.
- En cuanto al parámetro rentabilidad también se concluye que todos los tratamientos presentaron un margen de ganancia, pero en mayor grado en el T4 seguido por el T0 y con niveles más bajos para los T3, T2 y T1.

## VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar con la evaluación de diferentes dosis lombriabono en combinación con harina de roca, en diferentes cultivos para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
- ✓ Se recomienda la incorporación del lombriabono y harina de roca en las cantidades del tratamiento cuatro (90% lombriabono, 10% harina de roca) para zonas con las condiciones de clima y suelo similares al lugar donde se realizó el ensayo.
- ✓ Promover el uso de lombriabono y harina de roca en los cultivos, ya que este contiene nutrientes disponibles para la planta y es beneficioso para la flora y fauna microbiana del suelo.
- ✓ Evaluar la aceptabilidad del abono (lombriabono y harina de roca) a nivel de productores, familias y comunidades.
- ✓ Que los agricultores produzcan sus propios abonos orgánicos a base de los desechos disponibles en su finca, debido a que esto baja los costos de producción, aumenta el margen de utilidad y mejora el medio ambiente.

## IX. BIBLIOGRAFIA

Alvarado J, Álvarez, 2009. Artrópodos Asociados al cultivo de anona (*Annona diversifolia* aff) San Vicente, El Salvador Universidad de El Salvador 141 p.

AsoplamesCorpochivor, s.f. Nutrición plantas aromáticas, proyecto AsoplamesCorpochivor (en línea). Consultado 29 Septiembre. 2012. Disponible en [http:// www. Ebookbrowse.com](http://www.Ebookbrowse.com)

Barba F J, s.f. Las rocas. (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2012.

Disponible

en:[http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas\\_pdfs/hojatecnica4prod%20tomate.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas_pdfs/hojatecnica4prod%20tomate.pdf)

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal), s.f. Chile dulce. (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2012. Disponible en: [http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/360chile\\_dulce.pdf](http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/360chile_dulce.pdf)

cide@d, s.f. Minerales y rocas. (en línea). Consultado 24 de septiembre de 2012.

Disponible en:

<http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/1esobiologia/1quincena7/pdf/quincena7.pdf>

CEA (Centro de Estudios Agropecuarios), 2001. Lombricultura.México.MX.Serie agronegocios.58 p.

CENTA – JICA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal - Agencia de Cooperación Internacional del Japón), s.f. Diagnóstico y Control de Enfermedades en Hortalizas. Y. Turismo 61p.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal), s.f. Chile dulce (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2012. Disponible en: [http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/360chile\\_dulce.pdf](http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/360chile_dulce.pdf)

CNAOH, s.f. manual de abonos orgánicos y manejo de plagas y enfermedades en agricultura orgánica. Honduras. 54p.

FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), s.f. Como hacer el Semillero (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2012. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s03.pdf>

González G, 2011. Harina de Rocas: Transformando Rocas en Alimentos, (en línea) consultado el 13 de Sep. de 2013. Disponible en: <http://www.permacultura.org.mx/es/reporte/harina-de-rocas-transformando-rocas-en-alimentos/>

García D L, s.f. Geología básica, para el curso de agronomía, (en línea). Consultado 24 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/agronomia1/ROCAS%20Y%20MINERALES.pdf>

García, M. 2005. Cría de la lombriz de tierra: una alternativa ecológica y rentable. Bogotá, CO, Fundación Hogares Juveniles Campesinos. 105 p.

González, E. s.f. Fundamentos para el cultivo de lombriz roja californiana (en línea). s.l. SENA. Consultado 18 de Septiembre.2012. Disponible en <http://www.graeco.iespana.es>

Gustavo M; Ausilio A, sf. Corrección de la acidez de los suelos (en línea). Consultado el 20 de abril de 2013. Disponible en: <http://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/608/Correccion%20de%20la%20acidez%20de%20los%20suelos.pdf?sequence=1>

Infoagro, s.f. Hortalizas (en línea) Consultado el 20 junio del 2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>

Infojardin, 2013. Efecto de nitrógeno, fosforo y potasio (en línea). Consultado el 9 mayo del 2014 en: <http://articulos.infojardin.com/articulos/carencias-nitrogeno-fosforo-potasio.htm>

efn.uncor.edu (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales), s.f. Introducción a las rocas (en línea) consultado 24 de septiembre de 2012. Disponible en:<http://www.efn.uncor.edu/dep/GeoBas/GeoGral/Apunte%20de%20Rocas.pdf>

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE), 2008. Producción y uso del humus de lombriz. Lima, PE, INIA. 11 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), 2007. Agrocadena regional cultivo chile dulce (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00069.pdf>

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería), s.f. Chile (*capsicum annum L*), (en línea). Consultado el 20 junio del 2012. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-chile.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-chile.pdf)

Mendaña I, 2008. Las rocas (en línea). Consultado 24 de sep. de 2012. Disponible en: <http://www.fqponferrada.com/LAS%20ROCAS.pdf>

Microsoft® Student 2009. Mineral (química). [DVD]. Microsoft Corporation, 2008.

Microsoft® Student, 2009. Roca [DVD]. Microsoft Corporation, 2008.

OrantesMarinero, E.A. 1998. Evaluación de tres estratos en la reproducción de la lombriz de tierra (*Eiseniafoetida*) y la producción de vermiabonotesis. Ing.Agr; San Vicente, El Salvador, Universidad de El salvador. 69p

Ortiz, N.A; Segovia Bautista, M. de J; Morazán Orellana, F, E, 2010. uso de lombriz roja californiana (*Eiseniafoetida*), en estado fresco, como complemento proteico en la alimentación de pollos de engorde, a diferentes porcentajes en la ración en el municipio y departamento de san Vicente. Tesis. Ing. Agr; San Vicente, El Salvador, Universidad de El Salvador.75p.

Payán, F. 2010. El manejo de la materia orgánica del suelo en sistemas sustentables de producción orgánica (diapositivas). San Salvador, SV. 28 Diapositivas.

Richmond F, 2012. Plagas y Enfermedades más Relevantes de Cultivos Hidropónicos (en línea). Consultado el 23 de septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.slideshare.net/AgropecuarioINA/plagas-y-enfermedades-ms-relevantes-en-cultivos-hidropnicos-ucr-eeafbm-fr>

Ramírez D. 2004. Hoja técnica de producción de tomate y chile dulce en invernadero (en línea) Consultado el 20 junio del 2012. Disponible en: [http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas\\_pdfs/hojatecnica4prod%20tomate.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/hortalizas_pdfs/hojatecnica4prod%20tomate.pdf)

Rangel E, s. f. Agricultura protegida (en línea). Consultado el 20 junio del 2012. Disponible en: [http://www.altiplano.uvg.edu.gt/cdr/practicas/2009/Agricultura%20Protegida/agricultura%20protegida\\_tecnicosIMPRENTA%20\(2\).pdf](http://www.altiplano.uvg.edu.gt/cdr/practicas/2009/Agricultura%20Protegida/agricultura%20protegida_tecnicosIMPRENTA%20(2).pdf)

Restrepo J; Pinheiro S, 2009. Agricultura orgánica, harina de rocas y la salud del suelo al alcance de todos. 1ª ed. Cali CL. Impresora Fereira S.A. 204 p.

Rodríguez, s.f. Características de las rocas composición, textura y espacios vacíos clasificaciones <http://petro.uniovi.es/Docencia/mro/13%20Guion%20CarPetro07.pdf>

Rangel E, s.f. Agricultura protegida (en línea). Consultado el 20 junio del 2012. Disponible en: [http://www.altiplano.uvg.edu.gt/cdr/practicas/2009/Agricultura%20Protegida/agricultura%20protegida\\_tecnicosIMPRENTA%20\(2\).pdf](http://www.altiplano.uvg.edu.gt/cdr/practicas/2009/Agricultura%20Protegida/agricultura%20protegida_tecnicosIMPRENTA%20(2).pdf)

Salas C, 2003. Manual para producción de cultivos orgánicos de Chile dulce (*Capsicum Annum L*) (en línea). Consultado el 20 junio del 2012. Disponible en: [http://www.fiagro.org/components/com\\_biblioteca/Archivos/manual\\_organico\\_chile.pdf](http://www.fiagro.org/components/com_biblioteca/Archivos/manual_organico_chile.pdf)

San Vicente Productivo, 2004. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Chile Dulce. 16 p.



San Vicente Productivo, s.f. Cultivo de chile dulce (en línea). Consultado el 18 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.sanvicenteproductivo.org/at/Boletin%20Chile%20Dulce.pdf>

UNIVO (Universidad del Valle de Orizaba, MX). s.f. Aprendiendo: Lombricomposta vertical (en línea). México. Consultado 20 septiembre. 2012. Disponible en <http://www.univo.edu.mx>.

Ureña, M. 2009. Serie técnica No. 1 aprovechamiento de desechos de la finca (en línea).Infoagro Costa Rica. Consultado 29 septiembre.2012. Disponible en <http://www.Infoagro.go.cr>.

Wikipedia, 2013. Basalto (en línea). Consultado el 13 de sep. de 2013. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Basalto>

Wikipedia, 2013. Caliza (en línea).Consultado el 13 de sep. de 2013. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Caliza>.

# **X. ANEXOS**

**Cuadro A- 1 Historial de uso del área de cultivo**

Actividades realizadas en el suelo	Año uno	Año dos	Año tres	Año cuatro	Año cinco
Cultivo	cultivo de maíz, frijol	cultivo de maíz, frijol	cultivo de maíz , frijol	cultivo de maíz, frijol	cultivo de maíz, frijol
Uso de fertilizante químicos	Sulfato de amonio y formula 16-20-0	Sulfato de amonio y formula 16-20-0	Sulfato de amonio y formula 16-20-0	Sulfato de amonio y formula 16-20-0	Sulfato de amonio y formula 16-20-0
Productos agroquímicos	Lambda Cihalotrina Paracuaq	Deltamethrintriazophos Paracuaq	Lambda Cihalotrina Paracuaq	Lambda Cihalotrina Paracuaq	Metamidofos Paracuaq
Incorporación de materia orgánica	Rastrojos Ceniza de bagazo de caña,	Rastrojos, gallinaza y Ceniza de bagazo de caña,	Ceniza de bagazo de caña, estiércol de ganado vacuno y rastrojos.	Ceniza de bagazo de caña, estiércol de ganado vacuno y rastrojos.	Gallinaza, ceniza, estiércol de ganado vacuno y rastrojos.
Quemas	Si	Si	Si	Si	Si
Otras actividades	Pastoreo de	Pastoreo de ganado vacuno	Pastoreo de	Pastoreo de	Pastoreo de ganado

	ganado vacuno		ganado vacuno	ganado vacuno	vacuno
--	------------------	--	------------------	------------------	--------

Fuente: creación propia.

**Cuadro A- 2 Aplicación insecticidas y fungicidas días después del trasplante.**

Días desde el trasplante	Insecticidas Nombre comercial			Fungicidas	
	Imadocoprid 13g/bomba	Betaciflutrina+Thiacloprid 25 cc/ bomba de 16 Lt	Lambda Cihalotrina 25 cc/ bomba 16 lt	Caldo bordelés	Caldo sufocalcico
5 días	X				
10 días	X			X	
21 días		X			
23 días					X
26 días			X	X	
32 días		X			
33 días					X
37 días			X		
43 días		X		X	
48 días			X		
52 días		X			
56 días					X
61 días			X		
70 días		X			
74 días				X	

Fuente: creación propia.

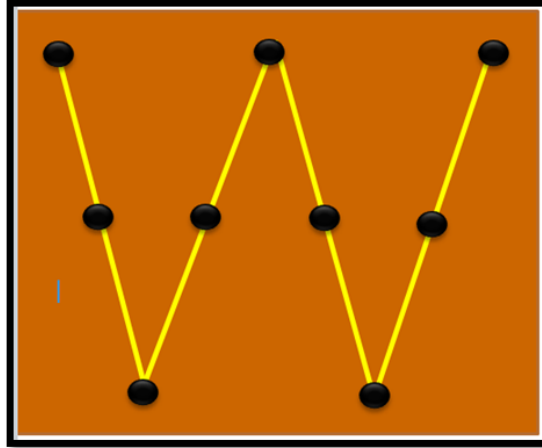


Figura A-1 Diseño de muestreo de suelos en zig-zag

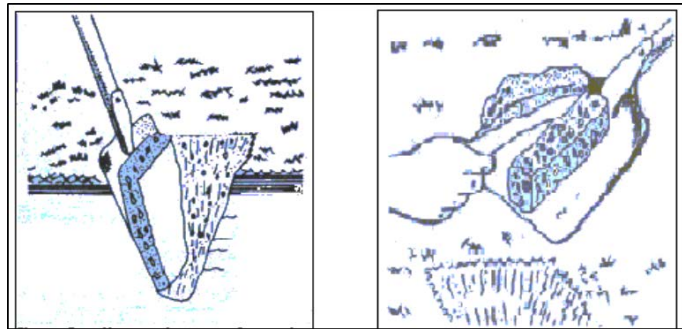


Figura A-2 Hueco en forma de V para toma de muestra de suelo

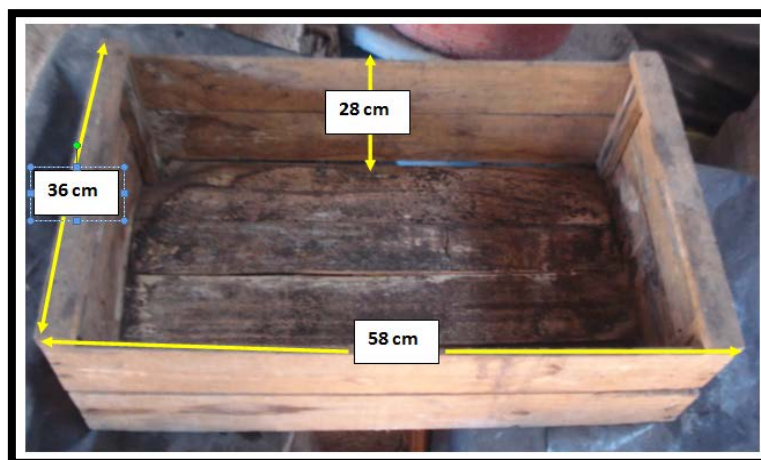
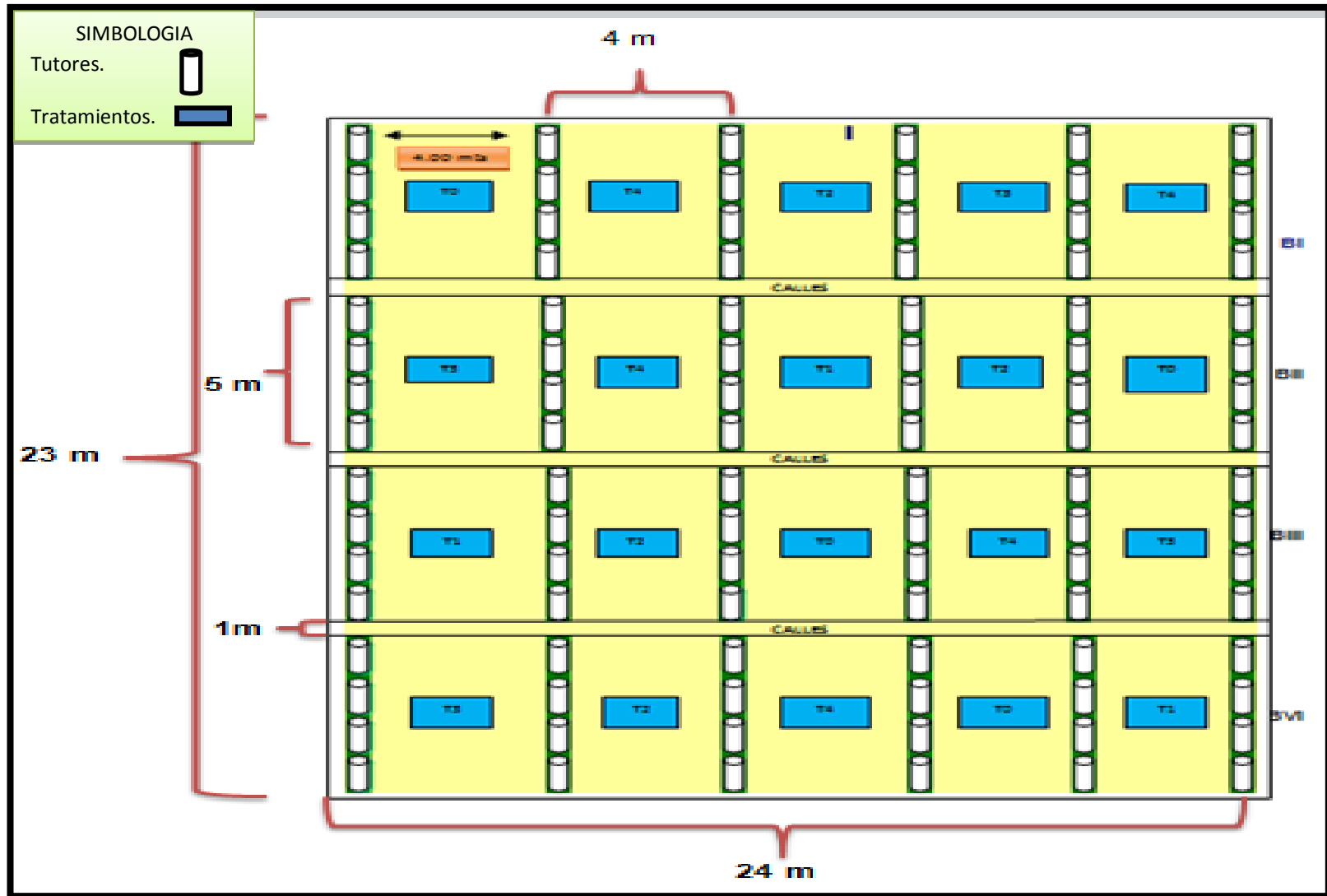


Figura A- 3 Dimensiones de la caja de madera utilizada para la producción de lombricompost

Figura A - 4. Distribución de unidades experimentales, diseño del tutoro





**Figura A-5. Muestreo de suelo para análisis**



**Figura A-6. Muestra de suelo obtenida**



**Figura A-7. Maquinaria para triturar roca**



**Figura A-8. Obtención de chispa de roca**



**Figura A-9. Medición de terreno para establecimiento del ensayo**



**Figura A-10. Aplicación de hidróxido de cal en el terreno del ensayo**





**Figura A-11. Elaboración de camellones**



**Figura A-12. Cercado de Área de siembra**



**Figura A-13. Barrera viva**



**Figura A-14 Colocación de alambre para microtunnel**



**Figura A-15 Colocación de pita para microtunnel**





**Figura A-16 Mojado del área de siembra**



**Figura A-17 Ahoyado para trasplante**



**Figura A-18. Sacado de plantines**



**Figura A-19 Trasplante**



**Figura A- 20. Aplicación de foliar**



**Figura A-21 Colocación de microtunnel**



**Figura A-22 y A-23. Pesado de muestras de los tratamientos**



**Figura A-24. Estandarización de recipientes para el fertilizado por tratamientos**



**Figura A-25 y A-26. Elaboración de fungicida caldo Bordeles**





**Figura A-27. Elaboración de fungicida y acaricida caldo sulfocalcico**



**Figura A-28. Refinado de la harina de roca**



**Figura A-29. Harina de roca lista para aplicar**



**Figura A-30. Pesado de lombriabono**



**Figura A-31. Aplicación de abono**





**Figura A-32. Conteo de hojas**



**Figura A-33. Conteo de hojas**



**Figura A-34 Toma de altura de la planta**



**Figura A-35 Toma del diámetro del tallo**



**Figura A-36. Cosecha de frutos**



**Figura A-37. Frutos por tratamiento**

Anexo 1. Resultado de análisis de suelos



**LABORATORIO DE  
SERVICIOS ANALÍTICOS**  
SECCIÓN SUELOS  
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS



Informe : 149												Pág. 1 / 1	
Finca : 18678 MOLIENDA CORNEJO													
Antón : LA LABOR													
Municipio : SAN SEBASTIAN													
Departamento: SAN VICENTE													
Propietario : DAVID EUSEBIO CORNEJO													
Dirección : SAN SEBASTIAN, SAN VICENTE TEL:74645562													
												FECHAS:	
												Recepción : 25/02/2013	
												Análisis : 01/03/2013	
												Emisión : 01/03/2013	

Nombre del Tablón	Prof (cm.)	Sitio Muest.	N° Correl	Text. Tacto	pH	( ppm )		( meq / 100 cc )			%	
						P	K	Ca	Mg	Al		AcT
o.1	21-40	Banda	646	F.C.A.	3.9	106.3	242	6.3	1.18	0.1	4.4	5.27

Coordinador Laboratorio de Servicios Analíticos

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted(es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. La metodología utilizada es exclusiva para fines agrícolas. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

VER METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AL REVERSO



## Anexo 2. Formulario para solicitud de análisis de suelo



FUNDACION SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ "PROCAFE"  
FORMULARIO PARA SOLICITUD DE ANÁLISIS DE SUELOS  
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS

POR FAVOR LLENAR O MARCAR LOS ESPACIOS EN BLANCO

DATOS PERSONALES					
PROPIETARIO					
DIRECCIÓN PARTICULAR					
TELÉFONO		FAX:		FIJO:	
CORREO ELÉCTRONICO (E-MAIL)					
AFILIADO A GREMIAL		UCAFES:	UCRAPROBEX:	ABECAFE:	ACS:
OTRA:					
DATOS QUE CORRESPONDEN A LA FINCA					
NOMBRE DE LA FINCA					
AREA DE LA FINCA (Mz)		CAFÉ:	OTRO (S):	TOTAL:	
ESTRATO DE ALTURA (msnm)		BAJÍO:	MEDIA:	ESTRICTA:	
DEPARTAMENTO					
MUNICIPIO					
CANTÓN					
¿QUIERE RECOMENDACIONES?		SI: <input type="checkbox"/>		NO: <input type="checkbox"/>	

USO EXCLUSIVO DE LABORATORIO
NO. INFORME:
CODIGO DE FINCA:
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA (S):
FECHA DE ENTRADA AL LABORATORIO:

MUESTRA (S) ENTREGADA (S) A "PROCAFE", POR:	NOMBRE:	FECHA:
ENVIAR RESULTADO (S) DE ANALISIS A:	PERSONAL:	AGENCIA:
		FAX:
		E-MAIL:

INFORMACIÓN GENERAL DE CADA MUESTRA DE SUELO (ES PARA 4 MUESTRAS)

NOMBRE DEL TABLÓN	SI:				NO:				SI:				NO:				SI:				NO:							
ANÁLISIS DE RUTINA.																												
OTROS ANÁLISIS (Marque).	HIERRO	COBRE	AZUFRE	ZINC	HIERRO	COBRE	AZUFRE	ZINC	HIERRO	COBRE	AZUFRE	ZINC	HIERRO	COBRE	AZUFRE	ZINC	HIERRO	COBRE	AZUFRE	ZINC	HIERRO	COBRE	AZUFRE	ZINC				
	BORO	MANGANESO		OTRO:	BORO	MANGANESO		OTRO:	BORO	MANGANESO		OTRO:	BORO	MANGANESO		OTRO:	BORO	MANGANESO		OTRO:	BORO	MANGANESO		OTRO:				
SITIO DE MUESTREO.	BANDA	CALLE	AL AZAR	VIVERO	BANDA	CALLE	AL AZAR	VIVERO	BANDA	CALLE	AL AZAR	VIVERO	BANDA	CALLE	AL AZAR	VIVERO	BANDA	CALLE	AL AZAR	VIVERO	BANDA	CALLE	AL AZAR	VIVERO	BANDA	CALLE	AL AZAR	VIVERO
	Otro:				Otro:				Otro:				Otro:															
PROFUNDIDAD DE MUESTREO (Cm).	0 - 20		21 - 40		0 - 20		21 - 40		0 - 20		21 - 40		0 - 20		21 - 40		0 - 20		21 - 40		0 - 20		21 - 40					
	Otra:				Otra:				Otra:				Otra:															
EDAD DEL CAFETAL (Años).																												
POBLACIÓN DE CAFETOS/Mz.																												
DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA.																												
AREA DEL TABLÓN (Mz).																												
VARIEDAD PRINCIPAL.																												
MANEJO DEL CAFETO Y %.																												
PORCENTAJE DE SOMBRA (%).																												
CUANDO APLICO CAL (Año).																												
PRODUCCIÓN ESPERADA.	QQ/Mz:				QQ/Mz:				QQ/Mz:				QQ/Mz:															
INCREMENTAR PRODUCCIÓN A.	QQ/Mz:				QQ/Mz:				QQ/Mz:				QQ/Mz:															
PENDIENTE (TOPOGRAFIA).	SUAVE	MODERADA	FUERTE		SUAVE	MODERADA	FUERTE		SUAVE	MODERADA	FUERTE		SUAVE	MODERADA	FUERTE		SUAVE	MODERADA	FUERTE		SUAVE	MODERADA	FUERTE					
CONSERVACIÓN DE SUELOS.	CAJUELAS	BARRERAS		OTRA:	CAJUELAS	BARRERAS		OTRA:	CAJUELAS	BARRERAS		OTRA:	CAJUELAS	BARRERAS		OTRA:	CAJUELAS	BARRERAS		OTRA:	CAJUELAS	BARRERAS		OTRA:				

USO EXCLUSIVO PARA LABORATORIO "ANÁLISIS SOLICITADO (S)

CORRELATIVO				
CODIGO DE TABLON				

OBSERVACIÓN: