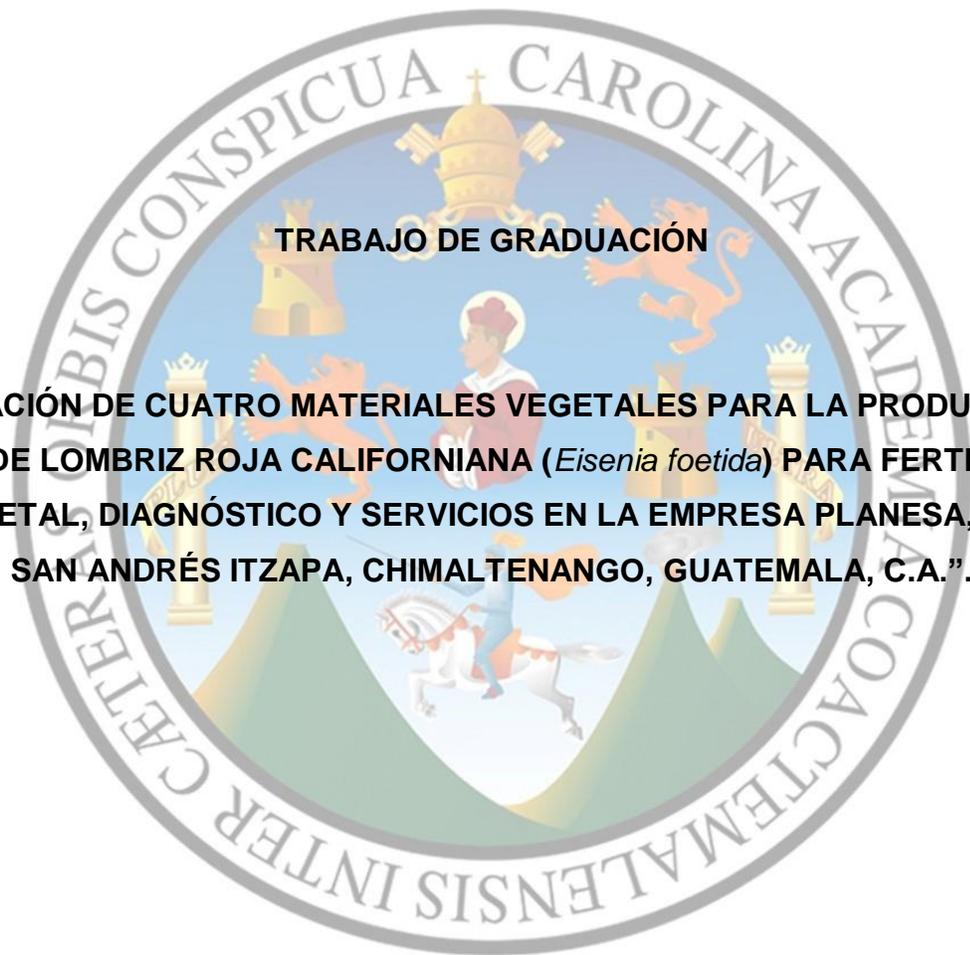


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES VEGETALES PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) PARA FERTILIZACIÓN VEGETAL, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA EMPRESA PLANESA, S.A., SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.”.**

**CARLOS ALEJANDRO LEMUS OLIVA**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2017**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES VEGETALES PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) PARA FERTILIZACIÓN VEGETAL, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA EMPRESA PLANESA, S.A., SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.”.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**CARLOS ALEJANDRO LEMUS OLIVA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2017**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>P. Contador Neydi Yassmine Jucarán Morales</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón</b>

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2017**



Guatemala, agosto de 2017

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **“Evaluación de cuatro materiales vegetales para la producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) para fertilización vegetal, Diagnostico y Servicios en la empresa Planesa, S.A., San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala, C.A.”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

---

Carlos Alejandro Lemus Oliva



## ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Por ser mi guía y luz durante mi vida.
- USAC** Por ser mi casa de estudios durante estos años.
- FAUSAC** Por proveerme las herramientas necesarias en mi formación personal y profesional.
- MIS PADRES** Neftaly Lemus y Blanca Elizabeth Oliva, por brindarme su amor y apoyo incondicional, durante mi vida y mi carrera.
- MI ANGEL** José Miguel Lemus Oliva (+), por tu valiosa enseñanza de lucha y no darme por vencido aun en los momentos más difíciles.
- MI HERMANO** Luis Fernando Lemus Oliva, por su apoyo incondicional y ser un ejemplo de una persona sincera y trabajadora.
- MI FAMILIA** Abuelos, Tíos, Primos y Sobrinos, por ser parte de mi vida y estar en esta etapa tan importante.
- MIS AMIGOS** A mis amigos en general por ser parte de esta etapa y compartir buenos momentos durante mi formación como profesional.



## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

### **Mi asesor**

Ing. Agr. Cesar García, por los conocimientos impartidos en la realización de este documento.

### **Mi supervisor**

Ing. Agr. Hermógenes Castillo, por su invaluable apoyo y paciencia en la realización de mi EPS y documento de graduación.

### **PLANESA, S.A.**

Al Señor Roberto Castañeda por brindarme la oportunidad de realizar el EPS y por el apoyo en la ejecución del mismo.

A los Ing. Agr. Máximo Chávez, Ing. Agr. Fernando Hidalgo e Ing. Agr. Roberto Ferraté por sus enseñanzas, consejos y por hacer de mi estadía en la empresa una experiencia muy satisfactoria para mi crecimiento personal y profesional.

### **Mi hermano**

José Miguel Lemus Oliva (+), por seguir siendo mi hermano mayor y guiarme por el camino del bien desde el cielo.

### **Familia Álvarez**

Por el apoyo incondicional y cariño brindado hacia mí. Especialmente a Ana Lucia Tobías Álvarez, por ser mi cuñada, amiga y consejera.



## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA PLANESA, S.A., SAN ANDRÉS ITZAPA CHIMALTENANGO</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 PRESENTACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>4</b>
1.2.1 Descripción de la empresa.....	4
1.2.2 Ubicación geográfica de la finca .....	4
1.2.3 Jerarquía organizacional de la empresa .....	6
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
<b>1.4 METODOLOGÍA</b> .....	<b>8</b>
1.4.1 Fase de reconocimiento del área .....	8
1.4.2 Fase de gabinete inicial .....	8
1.4.3 Fase de recopilación de información.....	8
1.4.4 Fase de ordenamiento y análisis de información .....	9
1.4.5 Fase de gabinete final.....	9
<b>1.5 RESULTADOS</b> .....	<b>10</b>
1.5.1 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA.....	10
1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA .....	11
A. Deficiencias en el Departamento de Control Fitosanitario .....	11
B. Manejo de rechazo proveniente de Planta Empacadora.....	13
<b>1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>16</b>
<b>1.7 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES VEGETALES PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (<i>Eisenia foetida</i>) PARA FERTILIZACIÓN VEGETAL EN LA EMPRESA PLANESA, S.A., SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
2.2.1 Marco conceptual.....	23
A. Lombricultura o vermicultura.....	23
B. Lombricompost o vermicompost .....	24
C. Características del humus.....	24
D. Materias primas utilizadas.....	26
a. Vainas de frijol ejotero y rastrojo del frijol ejotero. ....	26
b. Frutos de mora ( <i>Rubus</i> sp.).....	28
c. Principales causas del rechazo de fruta. ....	29
E. Beneficios del uso de humus de lombriz.....	30
F. Factores que inciden en el proceso de descomposición.....	30
a. Temperatura .....	30
b. Humedad.....	30
c. Ventilación .....	31
d. El pH.....	31
e. Relación Carbono/Nitrógeno .....	31
G. Lombriz californiana ( <i>Eisenia foetida</i> ) .....	32
H. Características de la lombriz californiana.....	32

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
I. Ciclo de vida de las lombrices .....	32
J. Cultivo de frijol ejotero ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) .....	33
a. Generalidades del cultivo .....	33
b. Requerimientos del cultivo .....	33
i. Clima .....	33
ii. Suelo .....	34
iii. Época de siembra.....	34
iv. Preparación del terreno .....	34
v. Siembra .....	34
vi. Fertilización .....	35
K. Absorción de nutrientes en el suelo según pH.....	35
<b>2.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Objetivo general.....	37
2.3.2 Objetivos específicos.....	37
<b>2.4 HIPÓTESIS.....</b>	<b>38</b>
<b>2.5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>39</b>
2.5.1 Análisis de mezclas de lombricompost .....	39
A. Caracterización de los materiales .....	39
B. Instalación de la prueba.....	39
C. Mezclas.....	40
D. Croquis de la prueba. ....	40
E. Manejo del experimento .....	42
F. Recolección de muestras y lixiviado .....	42
G. Análisis de materiales orgánicos en laboratorio.....	42
H. Análisis de información .....	43
I. Variables medidas .....	43
2.5.2 Metodología prueba biológica de mezclas de lombricompost en cultivo de frijol ejotero ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Teresa. ....	44
A. Diseño experimental .....	44
B. Modelo estadístico-matemático .....	44
C. Tratamientos.....	44
D. Instalación del experimento .....	45
E. Manejo del experimento .....	45
F. Toma de datos.....	45
G. Análisis de la información .....	46
H. Unidad experimental.....	46
I. Distribución de los tratamientos.....	46
J. Dimensiones de la unidad experimental .....	47
K. Variables respuesta .....	48
<b>2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
2.6.1 Análisis químico de las muestras.....	49
A. Potencial Hidrogenico (pH).....	50
B. Conductividad eléctrica (CE) .....	52
C. Relación Carbono/Nitrógeno.....	53
D. Macronutrientes y Micronutrientes.....	54

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
E. Nitrógeno Total, Carbono Orgánico y Materia Orgánica .....	55
F. Análisis de rendimiento en tasa de conversión .....	55
2.6.2 Prueba Biológica sobre el rendimiento del frijol ejotero ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Teresa.....	57
<b>2.7 CONCLUSIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>2.8 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>2.9 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>64</b>
<b>2.10 ANEXOS .....</b>	<b>67</b>
<b>CAPITULO III INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA PLANESA, S.A., DURANTE LOS MESES DE FEBRERO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2016. ....</b>	<b>69</b>
<b>3.1 PRESENTACIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>3.2 Implementación de un plan de prevención de la mosca del vinagre (<i>Drosophila suzukii</i>).....</b>	<b>72</b>
3.2.1 OBJETIVOS.....	72
3.2.2 METODOLOGÍA .....	72
A. Revisión bibliográfica acerca de la mosca del vinagre.....	72
B. Identificación de puntos estratégicos para la realización del control.....	72
C. Diseño de un plan de monitoreo y prevención .....	73
D. Definición del formato de muestreo.....	73
E. Implementación.....	73
3.2.3 RESULTADOS.....	74
A. Implementación del plan de prevención y monitoreo .....	74
B. Colocación de trampas de Vinagre .....	75
3.2.4 EVALUACIÓN .....	76
<b>3.3 Capacitaciones de Buenas Prácticas Agrícolas en el departamento de control fitosanitario.....</b>	<b>77</b>
3.3.1 OBJETIVOS.....	77
3.3.2 METODOLOGÍA .....	77
A. Capacitación .....	77
B. Presentación de productos .....	77
C. Calibración de equipo .....	78
D. Triple lavado.....	78
3.3.3 RESULTADOS.....	78
3.3.4 EVALUACIÓN .....	80
<b>3.4 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Mapa de ubicación municipio de San Andrés Itzapa .....	5
Figura 2. Mapa de ubicación empresa Planesa, S.A., Finca El Injertal.....	5
Figura 3. Organigrama de la empresa .....	6
Figura 4. Punto blanco causado por <i>Botrytis</i> sp. en frutos de mora.....	12
Figura 5. Bayas amorfas a causa de <i>Peronospora</i> sp. ....	13
Figura 6. Rechazo proveniente de planta de empaque.....	14
Figura 7. Problemas de encharcamiento y cobertura en el proceso .....	15
Figura 8. Principales causas del rechazo de fruta. ....	29
Figura 9. Rango de absorción óptima de nutrientes en el suelo. ....	35
Figura 10. Croquis de la prueba.....	41
Figura 11. Distribución de la prueba en campo.....	41
Figura 12. Croquis del experimento. ....	46
Figura 13. Dimensiones de la unidad experimental. ....	47
Figura 14. Aplicación del lombricompost en los surcos.....	47
Figura 15. Fase de desarrollo del frijol ejotero. ....	48
Figura 16. Proceso de compostaje.....	49
Figura 17. Fluctuación de pH en las muestras analizadas.....	51
Figura 18. Comparación de la CE reportada en los tratamientos.....	53
Figura 19. Relación Carbono/Nitrógeno, (base 1).....	54
Figura 20. Comparación de medias de rendimiento.....	60
Figura 21A. Resultados del análisis de laboratorio para materiales orgánicos .....	68
Figura 22. Muestreo de larva de mosca del vinagre .....	74
Figura 23. Colocación de trampas con vinagre de manzana .....	75
Figura 24. Capacitación a nivel de campo. ....	78
Figura 25. Equipo de aplicación.....	79
Figura 26. Capacitación en primeros auxilios. ....	79
Figura 27. Realización de triple lavado. ....	80

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
Cuadro 1.	Problemática analizada en la empresa Planesa, S.A. ....	10
Cuadro 2.	Valores característicos del humus de lombriz a partir de estiércol de vaca y rastrojo de maíz. ....	25
Cuadro 3.	Elementos nutritivos presentes a partir de un análisis bromatológico. ....	27
Cuadro 4.	Rangos característicos del contenido nutricional en diferentes órganos del Frijol. ....	27
Cuadro 5.	Composición química del fruto maduro. ....	28
Cuadro 6.	Resultados de análisis para materiales orgánicos de las cuatro mezclas evaluadas. ....	50
Cuadro 7.	Rendimiento en volumen transformado ....	56
Cuadro 8.	Resumen del análisis de varianza para la variable rendimiento ....	57
Cuadro 9.	Resumen de la prueba de Tukey realizada a las medias del rendimiento del frijol ejotero ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) de los tratamientos.....	58
Cuadro 10A.	Valores promedio de parámetros químicos de los principales abonos orgánicos utilizados como enmienda.....	67
Cuadro 11.	Formato de toma de datos de mosca del vinagre.....	73



**“EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES VEGETALES PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) PARA FERTILIZACIÓN VEGETAL, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS EN LA EMPRESA PLANESA, S.A., SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.”.**

## **RESUMEN**

Este documento es producto final del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en la empresa Planesa, S.A. en los meses de febrero a noviembre del año 2016 y comprende los informes de diagnóstico, investigación y servicios.

La empresa guatemalteca, Planesa, S.A. certificada bajo la normativa Global GAP, en los últimos 10 años se ha consolidado en la producción y exportación de frutas y vegetales, principalmente en el cultivo de la mora (*Rubus* sp.); en la actualidad exporta aproximadamente el 50 % de la producción de mora en Guatemala hacia los Estados Unidos y Europa. Como cultivo secundario se encuentra la producción de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Teresa, comercializado en el mercado local y exportado a Estados Unidos según los estándares de calidad que se requieren.

Planesa, S.A. se encuentra ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa; del Departamento de Chimaltenango, en su finca principal El Injertal ubicada a 60 km de la ciudad capital, con características edafoclimáticas de 23 °C de temperatura media anual, una precipitación media anual de 1050 mm, suelos pertenecientes al orden Andisol según la taxonomía de suelos (INAB 2000) y a una altitud de 1850 m s.n.m.

El diagnóstico se enfocó en la verificación del plan de trabajo en el “Departamento de Control Fitosanitario”; y como resultado se comprobó que dentro de dicho plan existen aspectos a mejorar, los cuales se enfocan en la correcta aplicación y verificación de buenas prácticas agrícolas. También evaluó el método utilizado por la empresa para el tratamiento de los desechos orgánicos provenientes de la planta de empaque, donde se observaron

deficiencias dentro del proceso, las cuales fueron detectadas con la finalidad de dar solución a dichos problemas.

Con la investigación realizada, se presentó una alternativa viable a los desechos orgánicos provenientes de la planta de empaque, con la finalidad de dar un valor agregado a estos; con su utilización dentro del cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), que sustituya la pulpa de café como enmienda al suelo y permita reducir los costos de fertilización. Como alternativa en la producción de abono orgánico, las diferentes mezclas propuestas fueron sometidas a análisis de características químicas y una prueba biológica, donde fue evaluado el rendimiento del frijol ejotero con las mezclas propuestas, un testigo y el método tradicional de la empresa.

Se determinó que la mezcla uno (1) (frutos de mora + vainas de frijol ejotero, 1:1), posee las características más favorables de acuerdo a su pH de 7.4, que permite una mayor disponibilidad de los elementos presentes, una conductividad eléctrica baja entre los demás tratamientos, una relación Carbono/Nitrógeno de 7:1 aceptable, y parámetros como la materia orgánica, carbono orgánico y nitrógeno total por sobre los demás tratamientos y un rendimiento sin diferencia significativa en la prueba estadística de Tukey con la pulpa de café medido en el rendimiento del frijol ejotero.

Finalmente se presentan los servicios realizados, en el que se implementó un plan de monitoreo para la mosca del vinagre (*Drosophila suzukii*) considerada una de las plagas principales en el cultivo de berries en general y la capacitación a los colaboradores acerca de las buenas prácticas agrícolas en el “Departamento de Control Fitosanitario” de la empresa Planesa, S.A.



**CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA PLANESA, S.A., SAN ANDRÉS ITZAPA  
CHIMALTENANGO**



## 1.1 PRESENTACIÓN

Planesa, S.A. es una empresa guatemalteca, que en los últimos 10 años se ha consolidado en la producción y exportación de frutas y vegetales mediante procesos de certificación. Principalmente el cultivo de la mora (*Rubus* sp.), que exporta aproximadamente el 50 % de la producción de Guatemala hacia los Estados Unidos y Europa.

En la actualidad la empresa Planesa, S.A. cuenta con 3 fincas anexas a su propiedad ubicadas en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez, cultivadas con mora (*Rubus* sp.) y frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris*). Estos productos se trasladan diariamente a la finca “El Injertal” en donde se encuentra la planta de empaque, que acopia y clasifica los productos.

Planesa, S.A. cuenta con una jerarquía organizacional, de acuerdo a cada una de las áreas que la conforman; producción, investigación y desarrollo y planta de empaque. Cuenta con un área total de producción permanente a lo largo del año de 22 ha en donde se cultiva mora (*Rubus* sp.) y frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.).

Dentro de la finca “El Injertal” se realizan aplicaciones de insecticidas y fungicidas para el control de plagas y enfermedades que atacan al cultivo de mora (*Rubus* sp.), dichas aplicaciones se encuentran a cargo del “Departamento de Control Fitosanitario”, se verificó el plan de trabajo que llevan a cabo, en el tema de cumplimiento de las buenas prácticas agrícolas según lo requieren las certificaciones que posee la empresa. Finalmente se dio seguimiento al método de tratamiento de desechos orgánicos provenientes de la planta de empaque, destinados al área de aboneras dentro de la finca.

Se presenta el diagnóstico realizado en los meses de mayo a agosto de 2016, en la empresa Planesa, S.A., finca “El Injertal”.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

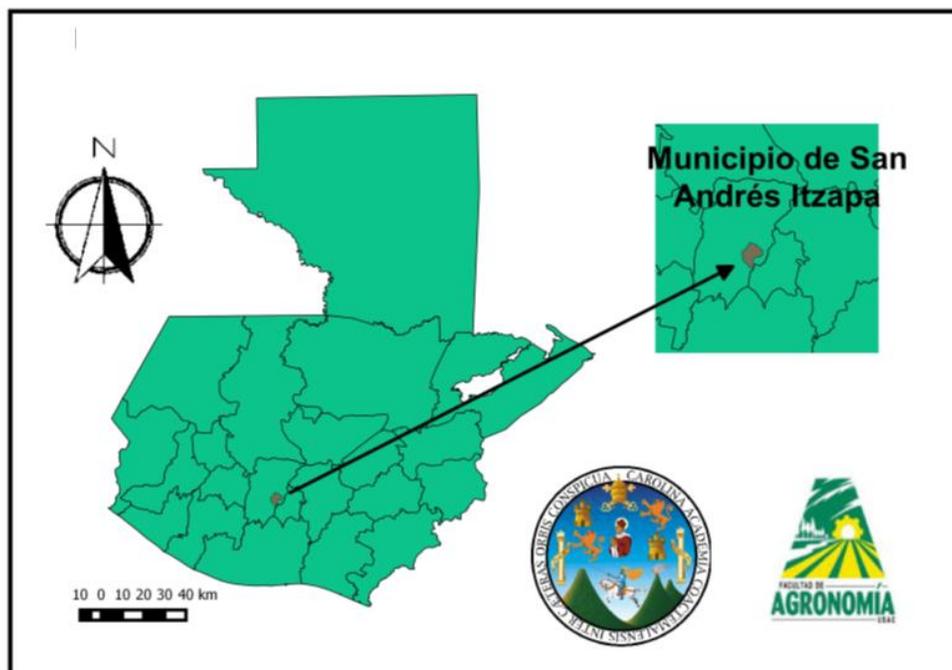
### 1.2.1 Descripción de la empresa

Planesa, S.A. se ha establecido con el reconocimiento del gremio de Exportadores debido a su arduo trabajo y esfuerzo, llegó a ser premiada en el año 2001 como “El Mejor Exportador del Año”, coincidiendo con las normas internacionales de exportación acordadas en el “Plan Modelo de Excelencia” (MPE) dentro del cual se incluye el manejo fitosanitario del cultivo, buenas prácticas de manufactura y buenas prácticas agrícolas.

La empresa Planesa, S.A., dedicada a la producción permanente a lo largo del año de cultivares de mora (*Rubus* sp.) y frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo el cumplimiento de estándares de calidad, cumplimiento de buenas prácticas agrícolas y de manufactura.

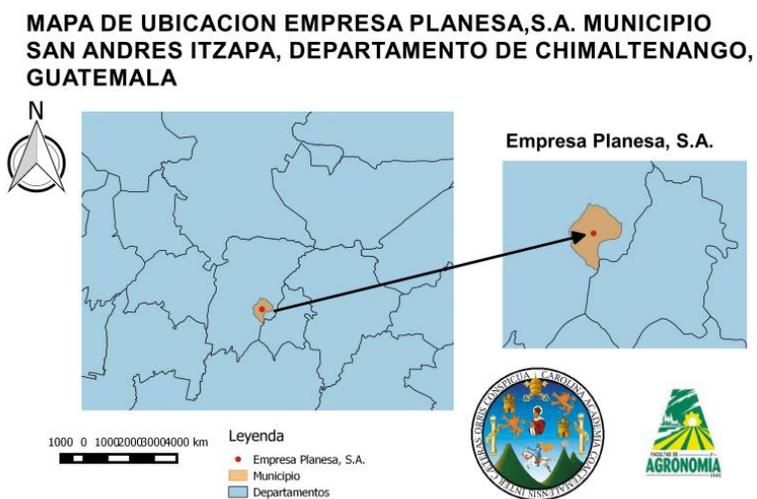
### 1.2.2 Ubicación geográfica de la finca

Planesa, S.A en su finca principal “El Injertal”, se encuentra a una altitud de 1850 m s.n.m., dentro de las siguientes coordenadas geográficas latitud Norte 14° 32' 28" y longitud Oeste 90° 50'38". Colindancias al Norte con la cabecera departamental de Chimaltenango, al Este con el municipio de Parramos, al Oeste con el municipio de San Andrés Itzapa y al Sur con el municipio de San Pedro Yepocapa (Figura 1).



Fuente: Autor, software libre Qgis, Shape MAGA, 2016.

**Figura 1.** Mapa de ubicación municipio de San Andrés Itzapa. Escala: S/E

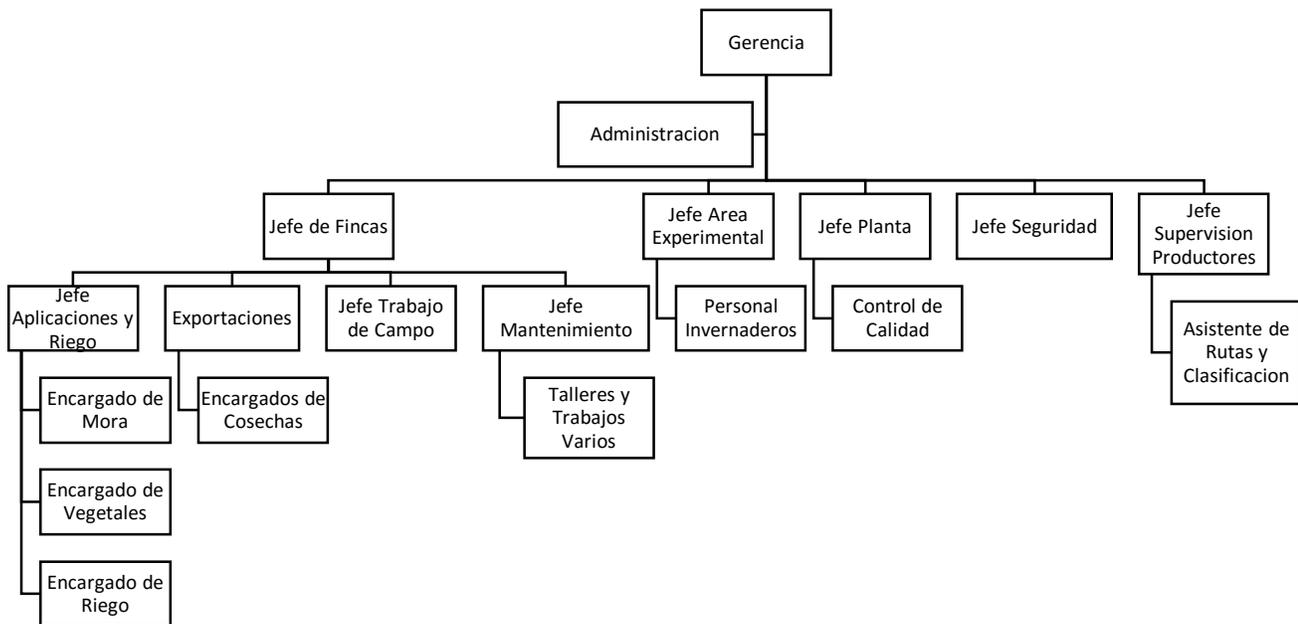


Fuente: Autor, software libre Qgis, Shape MAGA, 2016.

**Figura 2.** Mapa de ubicación empresa Planesa, S.A., Finca El Injertal. Escala: S/E

### 1.2.3 Jerarquía organizacional de la empresa

Se presenta el organigrama de la empresa Planesa, S.A. (figura 3). Conformado por la gerencia en el cargo principal, auxiliado del área de administración; que tiene a su cargo los jefes de las diferentes áreas productivas y de logística de la empresa.



**Figura 3.** Organigrama de la empresa

Fuente: Planesa, 2016

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

Conocer la situación actual de la empresa Planesa, S.A. en el Departamento de Control Fitosanitario y el tratamiento de desechos orgánicos.

### 1.3.2 Específicos

- 1 Verificar el plan de trabajo en el área de aplicaciones de fungicidas e insecticidas a nivel de campo en el cultivo de mora (*Rubus* sp.).
- 2 Evaluar el método de tratamiento de desechos orgánicos provenientes del área de empaque de cultivares de mora (*Rubus* sp.) y frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.).

## 1.4 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización del diagnóstico constó de las siguientes fases:

### 1.4.1 Fase de reconocimiento del área

Se realizó el reconocimiento de las áreas productivas y de proceso, los diferentes encargados, las actividades que realizaban y el personal con el que contaban.

### 1.4.2 Fase de gabinete inicial

Se realizó el plan de diagnóstico, trazando los objetivos, la metodología y el ordenamiento de los datos recopilados para su análisis, de acuerdo a la influencia de cada área sobre el tema de interés.

### 1.4.3 Fase de recopilación de información

En esta fase se obtuvo la información necesaria para la elaboración del diagnóstico y esta consistió en:

- a) Observación de los procesos generales realizados en la empresa.
- b) Recopilación de información primaria a partir de jefes de área y encargados.
- c) Obtención de registros de aplicaciones y cantidades de rechazo de frutos de mora y frijol ejotero.

- d) Revisión bibliográfica acerca de productos, métodos de aplicación, control de plagas y enfermedades e información acerca del tratamiento de desechos orgánicos provenientes de planta de empaque.

#### 1.4.4 Fase de ordenamiento y análisis de información

Con los datos primarios y secundarios obtenidos, se realizó una matriz de priorización de problemas detectados y una descripción de cada uno de ellos, con la finalidad de observar el efecto de estos, determinar una solución y aplicarla en la empresa.

#### 1.4.5 Fase de gabinete final

Se presentó la información obtenida y analizada con el fin de evidenciar los problemas y proponer las posibles alternativas a desarrollar para contrarrestar el efecto de una manera viable.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

De acuerdo a los diferentes procesos evaluados, se realizó un análisis de la problemática observada en el Departamento de Control Fitosanitario y manejo de desechos orgánicos, las cuales se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1.** Problemática analizada en la empresa Planesa, S.A.

No.	Problema identificado en la empresa.
1	Falta de Capacitación en el uso de equipo de protección personal.
2	Manejo inadecuado del rechazo proveniente de planta.
3	Deficiencia en el formato de monitoreo de plagas y enfermedades.

De acuerdo a lo recopilado en campo, se observó que uno de los principales problemas es la falta de capacitación al personal en el Departamento de Control Fitosanitario, principalmente en el uso correcto del equipo de protección personal al momento de realizar las aplicaciones. Tomando en consideración que las buenas prácticas agrícolas contemplan la necesidad permanente de capacitar al personal de trabajo.

De igual manera se detectaron problemas en el manejo de los desechos orgánicos provenientes de la planta de empaque, que representa una pérdida de materia prima (frutos de mora y frijol ejotero) con capacidad de ser tratada y utilizada como fertilizante orgánico, en el cultivo de frijol ejotero.

## 1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

### A. Deficiencias en el Departamento de Control Fitosanitario

Planesa, S.A. cuenta con 22 ha donde produce a lo largo del año cultivos de mora (*Rubus* sp.) y frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) dentro de las cuales se tiene incidencia de plagas y enfermedades, reguladas por las 2 épocas presentes en el país (Seca y Lluviosa). Debido a ello la empresa cuenta con el Departamento de Control Fitosanitario conformado por 15 fumigadores de campo, un encargado del personal y el ingeniero a cargo del área.

Las aplicaciones se realizan de manera permanente en la semana, alternando el tipo de producto (fungicida, insecticida o acaricida), de acuerdo al sistema de monitoreo de plagas y enfermedades que realizan semanalmente en cada uno de los lotes productivos, esta actividad es realizada por el encargado del área y un fumigador. Se determinó que el formato y metodología de monitoreo presentaban margen de mejora, facilitando la obtención de datos y abarcando otros aspectos no contabilizados en el formato actual que presenta la empresa.

La capacitación al personal en el tema de buenas prácticas agrícolas es de relevancia, ya que se observó a nivel de campo que los fumigadores cuentan con el equipo de protección personal, el cual no es utilizado de la forma correcta; exponiéndose a los daños por la inhalación de productos químicos e irritación de la piel por contacto. No obstante se observó que los fumigadores desconocen el tipo de producto que aplican, lo que genera pérdidas de producto debido al uso de volúmenes inexactos a consecuencia de la falta de calibración de equipo, que de acuerdo (Lacayo Ortiz, 2010) es vital para llevar un mejor manejo de los desechos y residuos sobrantes al momento de realizar aplicaciones de plaguicidas.

Las capacitaciones con demostraciones en campo resultan ser efectivas, debido a que el personal es capacitado para la detección las plagas y enfermedades dentro de la plantación en zonas donde el monitoreo no alcanza a evaluar. Según (Escobar Martin, 2013) el punto blanco (*Botrytis* sp.) (Figura 4) es la causante de al menos un 13.72 % de pérdidas de fruta en campo y de importancia económica, generada por la alta humedad relativa a nivel de campo. Sin embargo se encuentra enfermedades diversas como la Cenicilla (*Oidium* sp.) y la Peronospora (*Peronospora* sp.) (Figura 5) que atacan en fase de desarrollo y producción. Una de las principales plagas son los ácaros (*Tetranychus* sp.), según Martinez, Viteri & Ochoa (2010) atacan en la fase de desarrollo (crecimiento vegetativo), afectando a largo plazo la producción y rendimiento.



**Figura 4.** Punto blanco causado por *Botrytis* sp. en frutos de mora.



**Figura 5.** Bayas amorfas a causa de *Peronospora* sp.

#### B. Manejo de rechazo proveniente de Planta Empacadora.

El manejo post cosecha de frutos de mora, inicia en campo; con la recolección de los frutos en las plantas, almacenados en clamshell's de 170 g. Los frutos que no cumple las características deseadas en campo (Color vino tinto, buen tamaño, uniformidad y forma en la baya), son separados en los centros de acopio, ubicados en diferentes puntos estratégicos, para su entrega en la planta de empaque. Sin embargo, en 2016 la empresa Planesa, S.A. fue afectada por el problema en frutos denominado Dos Colores, atribuido según Lemus (2016) a problemas de fertilización en el suelo por el uso excesivo y permanente, dicho problema ocasiono pérdidas de alrededor del 50 % de la producción total, en el ciclo de junio a octubre; generando altos volúmenes de desechos orgánicos en planta de empaque (Lemus, 2016)<sup>1</sup>.

Como parte del manejo post cosecha de frutos, son ingresados a planta de empaque, en donde son clasificados y separados los frutos que no presentan la calidad deseada como ausencia de enfermedades, plagas y sobre madurez la cual representa un 22 % de pérdida;

<sup>1</sup> Lemus, J., 2016. Visita de campo cultivo de mora. PLANESA, S.A.

a causa de las condiciones climáticas mayormente en época seca (Escobar Martin 2013). Los frutos separados son enviados al área de aboneras, como parte del plan de elaboración de abonos orgánicos para su utilización en cultivo de frijol ejotero. En 2016 se obtuvo aproximadamente 2.5 T de desecho orgánico semanal. A pesar del elevado volumen de desechos, el tratamiento aplicado en el área de aboneras para la elaboración de abono orgánico fue deficiente en algunos aspectos.

En la figura 6 se observa el área de aboneras destinada al proceso y descomposición del material proveniente de planta.



**Figura 6.** Rechazo proveniente de planta de empaque

En la figura anterior se observa el área de aboneras, en donde son depositados los desechos orgánicos para su descomposición. Esta metodología utilizada para el tratamiento de la fruta hasta su conversión a abono orgánico es deficiente, debido a que no los desechos orgánicos no pasan por un proceso de pre descomposición; debido que la mora se compone en un 85 % de agua genera problemas de humedad, que incrementa el tiempo de descomposición debido a la falta de drenaje. En la figura 7 se observa problemas de

encharcamiento por la ausencia de una cubierta protectora que proteja de condiciones como la lluvia. Dentro del manejo deficiente en el área de aboneras, se observó que la producción de abono bajo esta metodología se encontraba funcionando como hospedero de plagas; la mosca del vinagre (*Drossophila suzukii*), la cual es una plaga que afecta a las berries en general donde se incluye la mora, a causa de la sobre madurez y fermentación de la fruta.



**Figura 7.** Problemas de encharcamiento y cobertura en el proceso

De acuerdo a lo analizado en el diagnóstico, se observó que el plan de trabajo en el Departamento de Control Fitosanitario presenta aspectos a mejorar, los cuales constan de la falta de capacitación en el tema de buenas prácticas agrícolas en el personal. Para el caso del mal manejo de desechos orgánicos se determinó que la metodología empleada retrasa la producción de abono orgánico e incrementa el tiempo de descomposición y funciona como hospedero para plagas.

## 1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1 Se verificó que el Departamento de Control Fitosanitario cumple con el plan de trabajo, sin embargo, cuentan con algunas deficiencias en el tema de buenas prácticas agrícolas.
  - 2 Actualmente la empresa cuenta con un plan de manejo para los desechos orgánicos, sin embargo el área de aboneras no cuenta con el procedimiento adecuado para la descomposición del material, lo cual retrasa el proceso de elaboración de abono orgánico que puede ser utilizado como enmienda en el cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Teresa el cual se encuentra en permanente producción durante todo el año.
- 
1. Se recomienda realizar capacitaciones constantes en el tema de buenas prácticas agrícolas y dar el seguimiento de modo que se cumplan los intereses de la empresa en términos de certificación y se vele por el bienestar del trabajador.
  2. Se recomienda implementar el uso de microorganismos eficientes, los cuales estimularan el proceso de descomposición acelerando el proceso. De igual manera el mejoramiento de las instalaciones en donde se encuentran las aboneras aislándolas del medio.

## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Escobar Martin, C. 2013. Rendimiento y calidad de dos variedades de mora en Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 92 p.
2. Lacayo Ortiz, J. 2010. Manual práctico de campo. España, Bluefilm's. 63 p.
3. Márquez, J.; López, E. 2011. Nivel de daño económico para las plagas de importancia en caña de azúcar. Escuintla, Guatemala. CENGICAÑA. 9 p.
4. Marroquín Azurdía, J. 2009. Actualización de la monografía del municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango. Tesis Lic. Pedagogía. Guatemala, USAC. Facultad de Humanidades. 98 p.
5. Martínez, J; Viteri, M; Ochoa, A. 2010. Manejo de enfermedades e insectos plaga de la mora de castilla. Trabajo de investigación. Colombia, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2 p.



Polando Barrera





CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE CUATRO MATERIALES VEGETALES PARA LA PRODUCCIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) PARA FERTILIZACIÓN VEGETAL EN LA EMPRESA PLANESA, S.A., SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

**Evaluation of four plant materials for the production of californian worm (*Eisenia foetida*) humus for plant fertilization, diagnostic and services in the Company Planesa, S.A., San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala, C.A.**



## 2.1 INTRODUCCIÓN

En el año 2016, la empresa Planesa, S.A., contaba con 3 fincas anexas a su propiedad ubicadas en los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango, de las cuales se encuentran cultivadas con mora (*Rubus* sp.) y frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) obteniendo diariamente productos de cosecha. Estos productos son trasladados a la finca “El Injertal” en donde se encuentra la planta de proceso, que acopia y clasifica los productos.

Como parte de los planes de fertilización en la empresa Planesa, S.A., se realizaban aplicaciones de abonos orgánicos como enmienda al suelo, debido al desgaste que sufre a causa del uso intensivo al que es sometido, realizando hasta 3 ciclos de cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) por año. Los abonos orgánicos son obtenidos de diferentes casas comerciales en el mercado, siendo la pulpa de café la principal fuente orgánica que se utiliza en campo. Destacando la elevada carga microbiana benéfica que aporta al suelo, la función bio reguladora y correctora de propiedades químicas como el pH, conductividad eléctrica y su aporte nutricional.

Sin embargo, dentro de la finca “El Injertal” se cuenta con un área destinada al procesamiento de materiales vegetales producto de actividades como podas, rechazo de la clasificación en planta de proceso y rechazo de campo. De ello la importancia del manejo de desechos orgánicos dentro de la empresa, actividad a tomar en cuenta debido a las cantidades diarias de rechazo de productos obtenidos.

Debido a esto se propuso dar un valor agregado a los productos con la utilización de la técnica de lombricompostaje, mediante el procesamiento de los materiales no comercializables de cultivo de mora y frijol ejotero, como una alternativa a la utilización de pulpa de café. De acuerdo a Castillo (1999); el compostaje es un método alternativo de recuperación de recursos, siendo su principal ventaja los bajos costos operacionales además de minimizar la contaminación ambiental.

Se desarrolló la investigación de campo, mediante la evaluación de diferentes mezclas de materiales vegetales para la preparación de lombricompost; las cuales son frutos de mora + vainas de frijol ejotero (1:1), frutos de mora + vainas de frijol ejotero (3:1), rastrojo de frijol ejotero + vainas de frijol ejotero y Rastrojo de frijol ejotero + frutos de mora, con la finalidad de determinar el abono que provea las mejores características físicas y químicas, sustituyendo a la pulpa de café como enmienda orgánica en el cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.).

La investigación fue realizada como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el período de febrero a noviembre de 2016.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### A. Lombricultura o vermicultura

La lombricultura se refiere a la crianza y manejo de lombrices de tierra, la cual tiene como objetivo producir humus, al que se le da el nombre de vermicompost o lombricompost. En este proceso se utiliza una especie de lombriz, como herramienta de trabajo, siendo esta la lombriz roja californiana: *Eisenia Foetida* (Rodríguez y Hernández 2011).

La lombriz recicla la materia orgánica y se obtiene el humus (Lombricompost) utilizado como fertilizante, de uso agrícola y las lombrices incorporadas a los jardines o granjas mejoran las condiciones del suelo y se utiliza como suplemento proteico para los animales. (Rodríguez y Hernández 2011).

Algunos investigadores le atribuyen a los abonos orgánicos una serie de cualidades, entre las que destacan su capacidad para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, sustituir las pérdidas de materia orgánica y estimular la actividad biológica (Rodríguez y Hernández 2011).

A nivel mundial, ha aumentado el interés por el uso de abonos orgánicos como una forma alternativa de fertilización en los sistemas agrícolas, situación que se genera por el incremento en los precios de los agroquímicos derivados del petróleo y de una mayor toma de conciencia de los productores y consumidores sobre la necesidad de proteger el ambiente y la salud humana (Rodríguez 1996).

## B. Lombricompost o vermicompost

Es un fertilizante orgánico bio-regulador y corrector del suelo, es bio-estable, lo cual significa que no da lugar a fermentación, y por lo tanto, de rápida asimilación, es de color negrozco, homogéneo y con olor a mantillo del bosque (Díaz 2002).

El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana benéfica, en una fuente rica en minerales que contiene alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, produce hormonas que estimulan el desarrollo de las plantas; mejora las características físico-químicas del suelo, lo protege de la erosión, y regula la actividad de los nitritos, finalmente, el humus neutraliza la presencia de contaminantes químicos (Díaz 2002).

## C. Características del humus

El humus supera al compost en cuanto abono, siendo ambos orgánicos. La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica. El humus es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias) (Castillo, 1999).

Se caracteriza por su color negrozco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables (Castillo, 1999).

De acuerdo con Pérez Estrada (2007), tal y como lo menciona Ortega (1999) en la revista Nueva Tecnología Orgánica, los excrementos de las lombrices pueden ser 5 veces más ricos en Nitrógeno (N) en forma de nitrato; 7 veces más ricos en Fósforo (P) asimilable; 11 veces más ricos en Potasio (K) intercambiables; 2.5 veces más ricos en Magnesio (Mg)

intercambiable y 2 veces más ricos en Calcio (Ca) intercambiable, en comparación con los otros abonos orgánicos incorporados sin proceso de degradación.

De acuerdo al manual del ICTA (2012), experiencias en la producción de abonos orgánicos, se tienen algunos datos a tomar en cuenta en la investigación como lo son los contenidos de elementos mayores y menores, características químicas del humus como pH y Relación C/N.

En el cuadro 2 se presentan los valores característicos de un humus de lombriz realizado con estiércol de vaca y rastrojo de maíz, en el ICTA de Chimaltenango. Se presentan los elementos mayores en % p/p y los menores en ppm.

**Cuadro 2.** Valores característicos del humus de lombriz a partir de estiércol de vaca y rastrojo de maíz.

pH	7.2	
Conductividad eléctrica	5	mS/cm
Relación C/N	16	%
Nitrógeno	0.59	
Fósforo	0.42	
Potasio	0.55	
Magnesio	0.33	
Calcio	0.7	
Materia orgánica	17	
Hierro	6389	
Manganeso	294	
Zinc	98.2	
Cobre	22.4	

Fuente: Mérida Guzmán y Hua Chang (2012).

Según el análisis de laboratorio el contenido nutricional de macronutrientes N, P, K son aceptables, mientras que el contenido de materia orgánica se manifiesta en un 17 % y la relación C/N es 16, parámetros que indican que el abono orgánico ayudará a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo al momento de su incorporación (Mérida Guzmán y Hua Chang 2012).

#### D. Materias primas utilizadas

Para la elaboración de lombricompost se pueden utilizar diferentes materiales que se tengan a disposición, a bajo costo y que no estén contaminados. Para lo cual se contó en la empresa con frutos de mora, vainas de frijol ejotero y rastrojo de frijol ejotero, los cuales representan el 2 % del total de productos que fueron ingresados a la Planta de Proceso y que se descartaron ya que no cumplen con los estándares de calidad para comercialización.

##### a. Vainas de frijol ejotero y rastrojo del frijol ejotero.

Según Rodríguez (2007), las vainas de frijol ejotero son bajas en relación carbono-nitrógeno, sin embargo presentan una rápida descomposición de menos de 60 días dentro del proceso.

De acuerdo a estudios realizados por Esteban García (2003), determinó por medio de un análisis bromatológico el contenido nutricional de las vainas de ejote y hojas del frijol ejotero, siendo estos elementos primarios y secundarios.

En el cuadro 3, se presenta el resultado de un análisis bromatológico realizado a plantas de frijol ejotero y vainas, el cual sirvió como punto de referencia para estimar el aporte nutricional que tuvieron estos materiales en el proceso de compostaje.

**Cuadro 3.** Elementos nutritivos presentes a partir de un análisis bromatológico.

	%					ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Ejote	3.51	0.43	2	0.69	0.35	10	55	100	45
Hoja	5.28	0.47	3.06	2.63	0.46	10	45	210	100

Fuente: Esteban García (2003).

En el cuadro 4 se presentan los rangos característicos para los elementos primarios y secundarios, como fuente de comparación entre las vainas de frijol y el rastrojo de frijol ejotero.

**Cuadro 4.** Rangos característicos del contenido nutricional en diferentes órganos del Frijol.

<b>Rangos característicos del contenido nutricional en diferentes órganos del Frijol</b>	
Macronutrientes (%)	Micronutrientes (ppm)
N: 5-6	Cu: 7-30
P: 0.35-0.75	Fe: 50-300
K: 2.2-4.0	Zn: 20-200
Ca: 1.5-2.5	Mn: 50-300
Mg: 0.3-1.5	

Fuente: Esteban García (2003).

Como se observa el cuadro 4, en contraste con el cuadro 3, el rastrojo del frijol ejotero presenta un contenido elevado de Nitrógeno, con respecto a las vainas que se encuentran por debajo del rango. Para el elemento Fósforo y Magnesio ambos órganos presentan valores dentro del rango, sin embargo en los elementos Potasio y Calcio, se tendrá un mayor aporte en el rastrojo. Para los elementos secundarios se observa que no existe gran diferencia entre rastrojo y vaina, encontrándose en los rangos característicos.

b. Frutos de mora (*Rubus* sp.)

De acuerdo con ensayos realizados por Rojas, Peñuela, Gómez, Aristizábal y Chaparro (2004), cuando se almacena la mora a 2 °C en empaques con aireación del 13 %, se puede conservar por 10 días. Después del décimo día, la fruta comienza a deshidratarse y a presentar ataques fungosos. Lo cual represento una ventaja en términos de tiempo, acelerando el proceso de descomposición de materiales como las vainas de ejote, las cuales por su contenido de fibra (2.5 % en 100 g) requieren de al menos 60 días de descomposición tal y como lo menciona Rodríguez (2007) en el manual de Edafología de la Facultad de Agronomía.

Según estudios realizados en la caracterización físico-química de frutos de mora, los frutos con menor contenido de materia seca y materia orgánica son los que contienen mayor porcentaje de humedad y minerales que para este caso corresponden al mayor grado de madurez, aspecto importante a tener en cuenta en procesos industriales y elaboración de productos funcionales. (Orozco Rodríguez 2011.)

En el cuadro 5, de acuerdo a Orozco Rodríguez (2011) se tiene la composición de un fruto de mora madura y el aporte nutricional.

**Cuadro 5.** Composición química del fruto maduro.

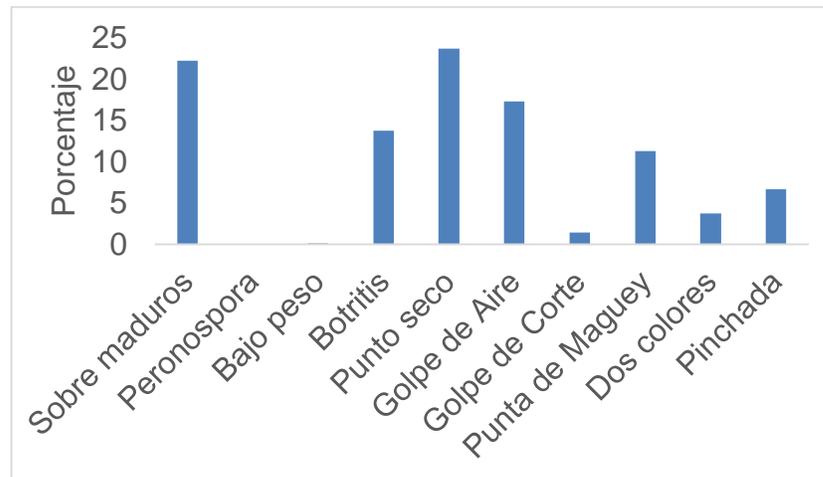
<b>Componente en Base Húmeda</b>	<b>Valor</b>
Materia seca (%)	15
pH	2.5
Potasio (%)	196
Fósforo (%)	36
Calcio (%)	34
Magnesio (%)	20
Hierro (%)	2

Fuente: Orozco Rodríguez, 2011

De acuerdo al cuadro anterior, se observa el aporte de nutrientes, que sirvió como referencia con ayuda de la composición de las vainas y rastrojo de frijol, para observar los elementos que cada uno de los componentes de la mezcla aporta permitiendo así probar diferentes proporciones de cada material vegetal dentro de una mezcla.

c. Principales causas del rechazo de fruta.

Según Escobar Martin (2013), el rechazo de la fruta que no cumple con las características de calidad deseadas es uno de los problemas principales de la producción, las causas pueden ser diversas, las más frecuentes en la clasificación en el centro de acopio se muestran en la figura 8.



Fuente: Escobar Martin 2013.

**Figura 8.** Principales causas del rechazo de fruta.

De acuerdo al estudio presentado por Escobar (2013). Se establece que las principales causas del rechazo de fruta son por el incumplimiento de los estándares, por grado de madurez, punto seco, golpe de aire y botrytis, hongo que prolifera a los 10 días de pasado el estado de madurez, el cual acelera el proceso de descomposición y funciona como fuente de alimento para la lombriz.

## E. Beneficios del uso de humus de lombriz

De acuerdo con Rodríguez y Hernández (2011) el humus de lombriz provee los siguientes beneficios en su uso:

- a. Apto para todo tipo de cultivo.
- b. Rico en extracto húmico y elementos minerales.
- c. Enriquece los suelos gracias a la formación de complejos arcillo-húmicos.
- d. Ayuda a la reestructuración de suelos degradados.
- e. Estimula y acelera la humificación de la materia orgánica.
- f. Aumenta la actividad biológica de los suelos
- g. Los excesos en su utilización no perjudican el cultivo de plantas, ni siquiera en los brotes más tiernos.

## F. Factores que inciden en el proceso de descomposición

Según ANACAFÉ (2004) se presentan los siguientes factores determinantes en la elaboración del proceso de lombricompost:

### a. Temperatura

La temperatura del material debe oscilar entre 18 °C y 25 °C, pero puede soportar hasta 30 °C. Por arriba de esta temperatura, pueden morir las lombrices.

### b. Humedad

El material debe ser húmedo, para evitar que se reseque el cuerpo de las lombrices (éstas respiran a través de su piel) y para que ingieran más fácilmente los alimentos. Sin embargo,

no debe ser en exceso, porque provocaría que las lombrices se ahoguen. La humedad adecuada debe ser entre el 75 % y 85 %.

#### c. Ventilación

Debido a que la lombriz necesita del oxígeno para vivir, su ambiente debe estar suficientemente ventilado. Esto se logra regulando la humedad en el sustrato y evitando su compactación al momento de colocarlo en los recipientes.

#### d. El pH

Se refiere a la acidez o alcalinidad de los materiales a procesar. El intervalo óptimo es de 6.5 a 7.5 (cercano a la neutralidad). Si el pH es muy ácido o muy alcalino, puede matar las lombrices o disminuir su reproducción.

#### e. Relación Carbono/Nitrógeno

Es muy significativo el hecho de que los microbios utilicen las sales amoníacas y los nitratos para la formación de sus cuerpos, porque gracias a ello sustraen grandes cantidades de nitrógeno fácilmente aprovechable y lo convierten una vez más en compuestos orgánicos complejos. Puesto que la vida de los microorganismos es muy corta y se descomponen rápidamente cuando mueren, el resultado final de éste proceso en condiciones normales es la formación de una valiosa reserva de Nitrógeno (N). Los microorganismos que realizan la descomposición de proteínas, utilizan el Carbono (C) como fuentes de energía, y en presencia de grandes cantidades de tales sustancias su número aumenta rápidamente.

### G. Lombriz californiana (*Eisenia foetida*)

Se le conoce como Lombriz Roja Californiana porque proviene de California, Estados Unidos, donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos. Es la lombriz más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo (Rodríguez 1996).

Esta lombriz se utiliza comúnmente por su rápida tasa de reproducción, tiene un metabolismo rápido (digiere una gran cantidad de materiales orgánicos) y es tolerante a un amplio rango de condiciones (tales como temperatura y humedad que la mayoría de las lombrices). El enriquecimiento del humus se debe a dos razones a) la degradación de la materia orgánica y b) la micro flora de su tubo digestivo (Rodríguez 1996).

### H. Características de la lombriz californiana

Las lombrices son de cuerpo alargado, segmentado y simetría bilateral; al nacer son blancas; de 5 o 6 días, toman un color rosado y de 120 días adquieren un color rojizo, estando en condiciones de aparearse. Esta lombriz habita en los primeros 50 cm del suelo, es susceptible a cambios climáticos, es fotofóbica, le afectan los rayos ultravioleta, la humedad excesiva y la acidez del medio; cava túneles en suelo blando y húmedo, digiere partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar sus excreciones ricas en nutrientes para el suelo (Rodríguez 1996).

### I. Ciclo de vida de las lombrices

Son hermafroditas, pero no se auto-fecundan, por lo que es necesario que la cópula que ocurre entre 7 días a 10 días. Cada individuo coloca una cápsula (huevo en forma de pera, color amarillo) de 2 mm de donde emergen de 1 a 4 lombrices después de un periodo de

incubación que va de 14 días a 21 días. Las lombrices pueden llegar a vivir de 1 a 3 años en un sistema de lombricompostaje (Rodríguez 1996).

## J. Cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.)

### a. Generalidades del cultivo

Especie anual dicotiledónea, de hábito determinado, arbustivo, llamado también de “arbolito” por los campesinos, pues no produce guías o zarcillos. Plantas de 40 cm a 60 cm con hojas trifoliadas cuyos peciolo presentan un ángulo de 15 grados de inclinación. Permitiendo una buena iluminación, la cual estimula la formación de primordios florales; llegando a producir hasta 85 flores por planta (MAGA 1992).

Por ser una planta leguminosa, efectúa un mecanismo de simbiosis, con la bacteria gram negativa conocida como *Rhizobium*. La cual le provee altas cantidades de nitrógeno natural. Las plantas de frijol ejotero se manifiestan con excelente robustez, cuando el manejo es adecuado; exhibiendo sus primeras flores a los 45 días después de la siembra (MAGA 1992).

### b. Requerimientos del cultivo

#### i. Clima

Cálido, templado y frío, alturas comprendidas entre los 700 m s.n.m. y 2500 m s.n.m., con temperatura ambiental entre los 10 °C y 28 °C. Temperaturas más altas pueden provocar la caída de las flores y acelerar la maduración produciendo vainas de mala calidad. La precipitación pluvial debe estar entre los 1000 mm y 1500 mm por año (MAGA 1992).

## ii. Suelo

Se desarrolla bien bajo diferentes condiciones de suelo, exceptuando los muy compactos (arcillosos), prefiere los francos, francos arcillosos, profundos, con buen contenido de materia orgánica, bien drenados y un pH entre 5.5 y 7.0 (MAGA 1992).

## iii. Época de siembra

Puede cultivarse todo el año, en la época seca con riego. Las altas precipitaciones pluviales en algunas épocas del año (Junio y Septiembre) aumentan la incidencia de enfermedades afectando el rendimiento (MAGA 1992).

## iv. Preparación del terreno

2 semanas antes de la siembra debe ararse a una profundidad de 30 cm a 40 cm con 2 a 3 pasos de rastra. Se aconseja que antes del último paso de rastra se incorporen de 1590 kg/ha a 2500 kg/ha de fertilizante orgánico, cuando el análisis de suelo da como resultado entre el 2 % y 3 % de materia orgánica (MAGA 1992).

## v. Siembra

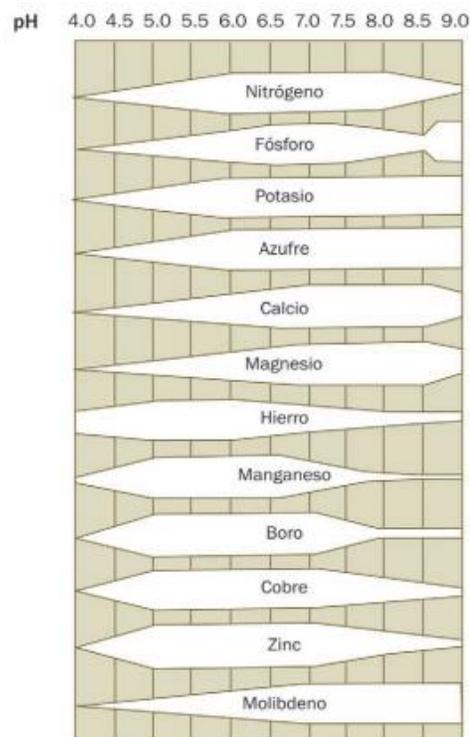
La siembra se hará directamente en el terreno sobre los surcos marcados, en forma manual o con sembradora de precisión, utilizando 45 kg/ha de semilla certificada, colocando una semilla a cada 15 cm a una profundidad de 2 cm – 4 cm (MAGA 1992).

## vi. Fertilización

Para obtener una producción de vainas verdes de 11,363 kg/ha, el cultivo extrae del suelo 100 kg de nitrógeno, 41 kg de fósforo y 91 kg de potasio. Parte del nitrógeno el cultivo lo obtiene del aire por medio de sus nódulos nitrificadores. Para llevar un buen plan de fertilización, lo recomendable es contar con un análisis de suelo y de acuerdo con este más los requerimientos del cultivo aplicar la fórmula más conveniente (MAGA 1992).

## K. Absorción de nutrientes en el suelo según pH

Si el pH del sustrato se encuentra en el rango óptimo la mayoría de los nutrientes mantiene su máximo nivel de solubilidad. Por debajo de este rango, pueden presentarse deficiencias de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio; mientras que por encima, puede disminuir la solubilidad del hierro, fósforo, manganeso, zinc y cobre (figura 9).



Fuente: Barbara, Karlanian, & Mata, 2011

**Figura 9.** Rango de absorción óptima de nutrientes en el suelo.

Como se observa en la figura anterior, los nutrientes primarios (N, P, K, S, Ca Y Mg) cuentan con una mayor absorción en un rango que va de los 6.5 a 7.5 en el suelo, por lo cual con fines de alterar el pH del suelo con enmiendas orgánicas, se busca un abono que no altere dicho factor tratando de que este sea de pH neutro. Para el caso de los nutrientes secundarios se observa que a mayor acidez se tendrá una mayor absorción a excepción de elementos como el Manganeso y el Molibdeno lo cuales van de pH de 7 hasta los 8.5.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo general

Evaluar cuatro mezclas de desechos orgánicos para la elaboración de humus de lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*) con fines de fertilización.

### 2.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar las características químicas de las cuatro mezclas de lombricompost en términos de pH, conductividad eléctrica, nutrientes, materia orgánica, relación C/N y rendimiento en conversión.
2. Determinar la combinación de desechos orgánicos que provean las mejores características de humus de lombriz para uso en la nutrición vegetal.
3. Identificar una alternativa viable a la utilización de la pulpa de café como complemento al suelo en planes de fertilización, sobre el rendimiento del frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Teresa.

## 2.4 HIPÓTESIS

El lombricompost a base de desechos orgánicos de planta de proceso, proveerá las características de un abono orgánico capaz de sustituir a la pulpa de café como método tradicional de complemento en planes de fertilización del cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Teresa.

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Análisis de mezclas de lombricompost

#### A. Caracterización de los materiales

- a. Rechazo de frutos mora: los frutos de mora se obtuvieron de la planta de proceso, con características de sobre madurez y presencia de hongos
- b. Rechazo de vaina de frijol ejotero: el producto del despunte (Cáliz) fue obtenido de la planta de proceso.
- c. Rastrojo de frijol ejotero: fue obtenido directamente de campo, al finalizar el ciclo del cultivo.
- d. Canecas: fueron obtenidas en el área de bodega, de un volumen de 20 L.
- e. Plástico cobertor: plástico de color negro para el aislamiento de la luz en el experimento.
- f. Lombriz roja californiana: fueron obtenidas 2000 lombrices del área de cría de la propia empresa.

#### B. Instalación de la prueba

Los desechos orgánicos de mora y vainas de frijol ejotero fueron lavados con la finalidad de eliminar algún tipo de residualidad de productos que pueda afectar a las lombrices.

El rastrojo de la planta de frijol ejotero fue puesto en pre descomposición reduciendo así el contenido de carbono, evitando problemas en la relación carbono/nitrógeno de las mezclas.

Las canecas de 20 L fueron partidas por la mitad, y perforadas en la parte baja con la finalidad drenaje auxiliándose de piedrín como filtro que permitió la eliminación de líquido únicamente.

El experimento fue instalado en el área de aboneras de la empresa, aislada de la plantación para evitar presencia o brotes de plagas a causa de la descomposición de los materiales.

Se colocaron 7 kg de mezcla dentro de cada una de las canecas, obteniendo así 28 kg en 4 pruebas que se realizaron por cada una de las mezclas propuestas.

Las lombrices fueron agregadas de acuerdo al volumen, por ende se colocaron aproximadamente 0.1 kg por 7 kg de mezcla depositados en una caneca. Se identificaron cada uno de los tratamientos.

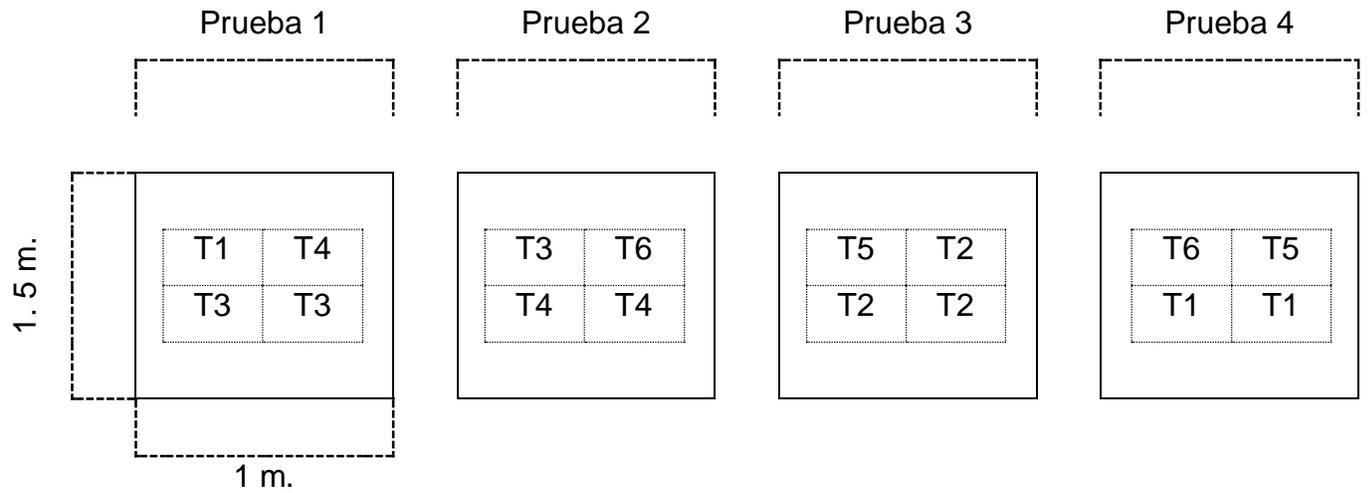
Finalmente se colocó el plástico protector como aislante de la luz, el cual promovió la actividad microbiana y evito la perdida de las lombrices.

### C. Mezclas

- M1: Rechazo de frutos mora + rechazo de vaina de frijol ejotero. (1:1)
- M2: Rechazo de frutos mora + rechazo de vaina de frijol ejotero. (3:1)
- M3: Rechazo de frutos mora + rastrojo de frijol ejotero.
- M4: Rechazo de vaina de frijol ejotero + rastrojo de frijol ejotero.

### D. Croquis de la prueba.

En la figura 10 se observa la distribución de cada una de las pruebas, teniendo en cada prueba una mezcla diferente de las 4. Cada prueba se realizó sobre mesas de 1.5 m<sup>2</sup> donde se encontraban colocadas de manera inclinada las cuatro canecas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Figura 10.** Croquis de la prueba

En la figura 11 se observa la distribución de la prueba a nivel de campo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Figura 11.** Distribución de la prueba en campo.

#### E. Manejo del experimento

Se realizaron riegos de acuerdo al nivel de humedad de cada tratamiento, manteniendo esta no menor al 70 %.

Se realizaron verificaciones constantes del pH, con la finalidad de evitar cambios sensibles que pudieran ocasionar la pérdida o entrada en latencia de las lombrices.

Se realizó una recarga de 2.2 kg de mezcla al finalizar el primer mes de descomposición, como parte del mantenimiento de alimento para la lombriz.

#### F. Recolección de muestras y lixiviado

Se recolecto el lixiviado a partir de la semana 3 de descomposición, que de acuerdo a la revisión bibliográfica es el momento donde los frutos de mora ya han perdido su contenido de agua (cercano al 80 % de su peso). Esta recolección se realizó en cada uno de los tratamientos, mediante la separación de los materiales sólidos y líquidos permitidos por las perforaciones y el piedrín.

La recolección del lombricompost se llevó a cabo de acuerdo a la maduración que este presente. Dichas muestras fueron cernidas para la eliminación de partículas de mayor tamaño y su homogenización de acuerdo al tratamiento.

#### G. Análisis de materiales orgánicos en laboratorio

Se realizó un análisis para materiales orgánicos, en los Laboratorios de Suelos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, haciendo énfasis en los parámetros de pH, conductividad eléctrica, relación carbono/nitrógeno, análisis nutrimental de elementos mayores (N, P, K) y menores.

## H. Análisis de información

Para el estudio del análisis para materiales orgánicos obtenidos en laboratorio de suelos, se llevó a cabo un análisis comparativo de los valores nutricionales de acuerdo a los rangos de cada nutriente establecido y parámetros establecidos en calidad de compostajes.

Se realizó un análisis a las mezclas en donde se compararon las variables respuesta: elementos primarios, secundarios, pH, porcentaje de materia orgánica, relación C/N y conductividad eléctrica. Posteriormente se realizó una interpretación de los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio, y se determinó cual es el más adecuado a implementar en los programas de fertilización, auxiliado de revisión bibliográfica y una prueba biológica realizada como parte del objetivo 3 en el cual tuvo como propósito determinar una alternativa viable para la implementación de dicho tratamiento en sustitución a la pulpa de café.

## I. Variables medidas

- a. pH del humus: Se tomó el valor de pH del humus obtenido con fines de determinar el grado de acidez del material obtenido, con fines de incorporación.
- b. Análisis de nutrientes mayores (N, P, K, Ca, Mg, S): Se tomaron en cuenta los principales elementos, de acuerdo al contenido nutricional obtenido en el análisis de suelo.
- c. Análisis de Nutrientes menores (Cu, Zn, Mn, Fe, Na): Se tomaron en cuenta los elementos menores reportados en el análisis de suelo.
- d. % Materia Orgánica, Relación C/N y Conductividad eléctrica: Se analizaron los contenidos finales de materia orgánica y la relación Carbono-Nitrógeno obtenida a partir de los materiales utilizados.

- e. Volumen de material inicial y final utilizados, obteniendo así la proporción de insumo a producto.

## 2.5.2 Metodología prueba biológica de mezclas de lombricompost en cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Teresa.

### A. Diseño experimental

El experimento fue establecido en campo abierto dentro de la misma empresa, recreando las mismas condiciones de establecimiento del cultivo, utilizando diferentes tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones, debido a la gradiente de variación que existió en el factor luz y dirección del viento, afectando principalmente los niveles de humedad en las mezclas de forma independiente por cada unidad experimental.

### B. Modelo estadístico-matemático

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

U: Media general de material utilizado en el proceso de descomposición.

T<sub>i</sub>: Efecto del i-ésimo tratamiento de diferentes combinaciones de materiales vegetales.

B<sub>j</sub>: Efecto del j-ésimo bloque.

E<sub>ij</sub>: Error experimental del tratamiento i en el bloque j.

### C. Tratamientos

T1: Rechazo de frutos mora + rechazo de vaina de frijol ejotero. (1:1)

T2: Rechazo de frutos mora + rechazo de vaina de frijol ejotero. (3:1)

T3: Rechazo de frutos mora + rastrojo de frijol ejotero.

T4: Rechazo de vaina de frijol ejotero + rastrojo de frijol ejotero.

T5: Pulpa de Café

T6: Testigo

#### D. Instalación del experimento

Preparación del Terreno: se realizó trabajo mecanizado de labranza primaria, donde posteriormente se realizó el surqueado.

Aplicación del Lombricompost: se realizó la aplicación del lombricompost a una dosis de 2000 kg/ha, la cual fue establecida por la empresa.

Siembra: se realizó 5 días posteriores a la aplicación del lombricompost y riego para su incorporación. Se utilizó semilla certificada de la variedad Teresa.

#### E. Manejo del experimento

Se realizaron actividades de riego de acuerdo a la humedad reportada por el Tensiómetro, con un sistema de riego por goteo.

Se realizaron aplicaciones de fertilizante químico como parte del plan mensual de nutrición, de tal manera que el lombricompost funcione como enmienda y mantenimiento por su liberación lenta de nutrientes.

Se realizaron actividades de tutorio.

#### F. Toma de datos

Para la toma de datos se procedió a contabilizar el peso reportado por 100 plantas de cada uno de los tratamientos, y por cada una de las repeticiones.

Se registraron los pesos, los cuales posteriormente fueron proyectados de acuerdo al número de plantas por manzana que se siembran.

## G. Análisis de la información

Para el caso de la variable rendimiento, se procedió a realizar un análisis de varianza para evaluar la diferencia en las medias del rendimiento en los diferentes tratamientos.

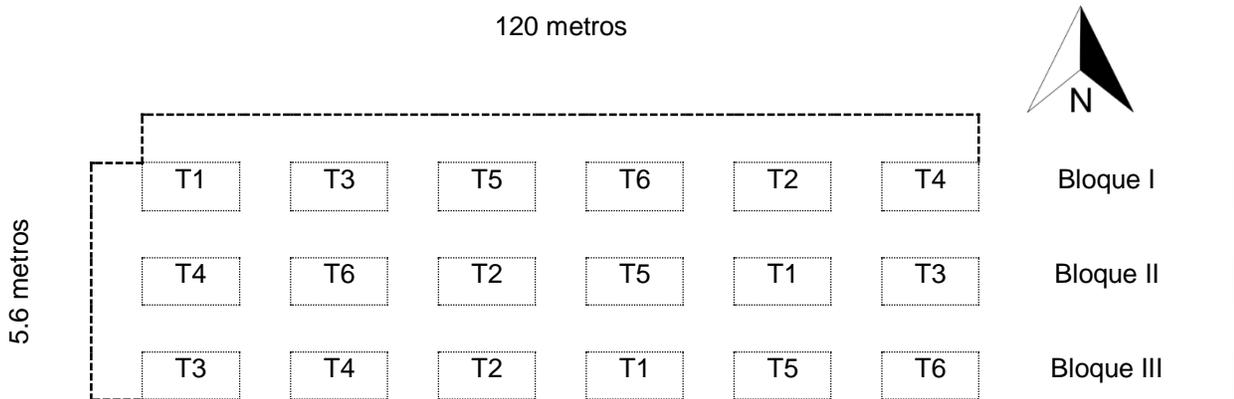
Posteriormente se realizó una prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo al criterio de Tukey para diferenciar los tratamientos de acuerdo a la significancia estadística que existió en el análisis de varianza.

## H. Unidad experimental

Se tomó como unidad experimental un total de 100 plantas por cada tratamiento y repetición.

## I. Distribución de los tratamientos

En la figura 12 se presenta el croquis correspondiente a la ubicación y distribución de la prueba biológica de campo, en el cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) cada bloque corresponde a un surco.

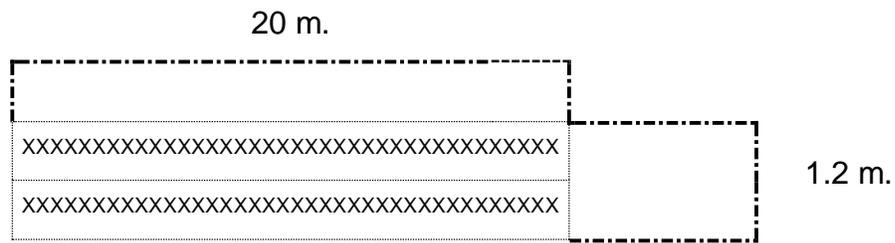


Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Figura 12.** Croquis del experimento.

## J. Dimensiones de la unidad experimental

En la figura 13 se observan las dimensiones de los surcos de 120 m horizontales, que corresponden a un bloque. Cada unidad experimental posee un tamaño de 20 m. de largo por 1.2 m de ancho. De donde se muestrearon 100 plantas de frijol ejotero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Figura 13.** Dimensiones de la unidad experimental.

En la figura 14 se observa la preparación del terreno donde fueron incorporados los diferentes tratamientos.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Figura 14.** Aplicación del lombricompost en los surcos.

En la figura 15 se observa el frijol ejotero en etapa de desarrollo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

**Figura 15.** Fase de desarrollo del frijol ejotero.

#### K. Variables respuesta

- Rendimiento de vaina verde de frijol ejotero por ha: el cual se contabilizó basado en el rendimiento de las 100 plantas, y posteriormente se proyectó de acuerdo al número de plantas por ha que se siembran en campo definitivo.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Análisis químico de las muestras

Para el caso de las cuatro mezclas de materiales vegetales, usados en el proceso de lombricompostaje con fines de fertilización complementaria a aplicar al cultivo de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), procesados por 3 meses en condiciones controladas alternando los tratamientos según la disposición de los materiales vegetales provenientes de planta. El humus es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negrozco debido a la gran cantidad de carbono que contiene (Ávila Herrera 2010).

Durante el proceso de lombricompostaje se tomaron en cuenta aspectos de pH, Temperatura y Humedad con el fin de aprovechar las condiciones para que la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) trabaje de una forma más eficiente, ya que según (Ávila Herrera, 2010) el pH tolerable por la lombriz va de los 5 a 8.4, temperatura de entre 18 °C a 25 °C y humedades promedio de 70 % a 80 %. Como lo menciona (Castillo Taco 2010); el pH del sustrato no es un indicador importante de la madurez o estabilidad de un lombricompost (compost), pero si es determinante para el normal desarrollo las lombrices dentro del sustrato (figura 16).



**Figura 16.** Proceso de compostaje.

Finalmente, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Agua, Suelo y Planta Salvador Castillo. Se presentan los resultados del análisis de laboratorio para materiales orgánicos (cuadro 6 y figura 21A).

**Cuadro 6.** Resultados de análisis para materiales orgánicos de las cuatro mezclas evaluadas.

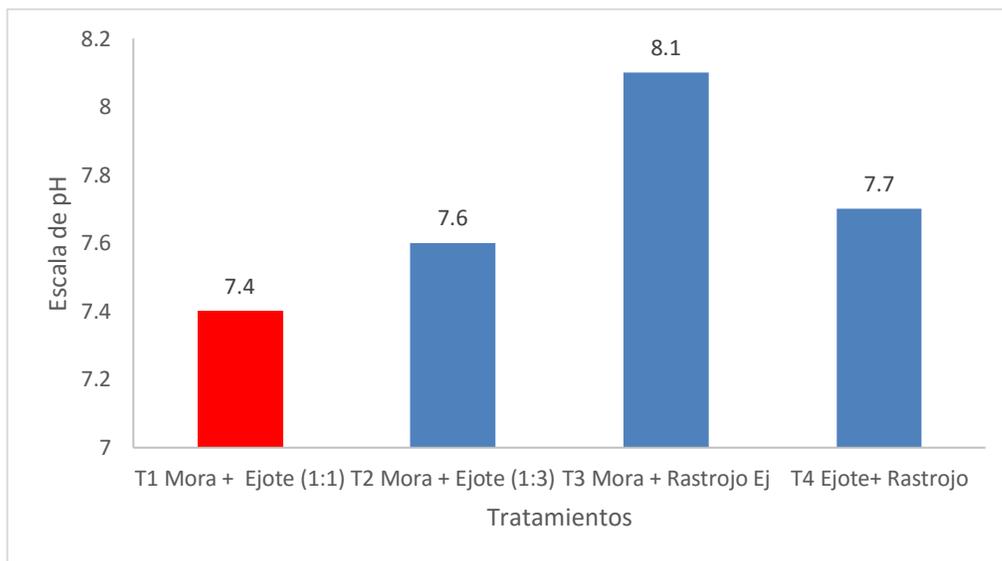
Tratamientos	pH	C.E. (mS/cm)	%				ppm					%			C:N
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M.O.	C.O.	NT	
T1 Mora + Ejote (1:1)	7.4	12.2	0.47	0.94	1.63	0.34	10	75	2625	210	265	16.64	9.65	1.38	7
T2 Mora + Ejote (1:3)	7.6	15.7	0.45	0.88	1.38	0.34	10	80	2500	230	255	12.66	7.34	1.35	5.4
T3 Mora + Rastrojo Ej	8.1	11.95	0.39	1.38	1.31	0.33	15	70	3875	180	250	8.65	5.02	1.18	4.3
T4 Ejote+ Rastrojo	7.7	21.05	0.36	1	1.13	0.28	15	55	3000	150	245	5.33	3.09	1.26	8.4

#### A. Potencial Hidrogenico (pH)

Según lo indica (Castillo Taco, 2010) en su informe, donde Blandón *et al* (1999), enuncia que el proceso de descomposición genera ácidos orgánicos, estos ácidos son descompuestos liberándose bases y altos contenidos de amoníaco que ayudan a elevar el pH. El humus de lombriz, es prácticamente neutro (pH entre 6.8 y 7.8) y contiene abundante flora bacteriana (miles de millones de colonias por gramo de producto). (Ávila Herrera 2010). De acuerdo a (Giron Maddaleno 2005) mejor pH para la mayoría de las plantas oscila entre 6.5 y 7, es decir, neutro, influyendo en varios aspectos, pero el más significativo es en la disponibilidad de nutrientes.

De acuerdo a lo que se observa las muestras 1, 2 y 4 presentan un pH en un rango que oscila entre 7 - 8, clasificándose según (CONAMA 2000), como un compost tipo A, el cual no necesita ser mezclado con ningún tipo de material al momento de su aplicación, sin embargo se observa que el pH de la muestra 3 se encuentra a 8 en la escala de pH, necesitando una mezcla previa con un material de carácter ácido que permita regular su pH. Cabe resaltar que en los tratamientos 1 y 2 fueron los de menor pH debido a que contienen la mayor cantidad de frutos de mora, tal y como se menciona en el cuadro 4, poseen un pH cercano a los 3. Basándose en el criterio de Girón Maddaleno (2005) se tomó como la mezcla más favorable la que presente un pH cercano a los 7 con la finalidad que al incorporarlo, no se tenga mayor variación sobre el pH del suelo.

En la figura 17 se muestran los valores de pH de acuerdo a las mezclas, donde la mezcla 1 presenta el pH más cercano al valor neutro.



**Figura 17.** Fluctuación de pH en las muestras analizadas.

## B. Conductividad eléctrica (CE)

Para la conductividad eléctrica se observan valores que van en un rango desde los 11 mS/cm hasta los 20 mS/cm, según CONAMA (2000) se clasificará como un compost de tipo B a aquellos materiales orgánicos que presenten conductividades en el rango de 5 mS/cm - 12 mS/cm, los cuales no presentarán problemas de toxicidad por sales al momento de su incorporación. De ello se observa que las mezclas 1 (frutos de mora + vainas de frijol ejotero 1:1) y 3 (frutos de mora + rastrojo frijol ejotero) propuestos presentan una CE en el rango mencionado con respecto a las demás mezclas. Según Díaz (2004), la conductividad eléctrica del humus a partir de estiércol de vaca no es mayor a los 5 mS/cm, sugiriendo que la conductividad debe de ser baja con la finalidad de evitar problemas de intoxicación al suelo por sales. Debido a esto se sugieren las mezclas 1 y 3, las cuales presentan los valores más bajos.

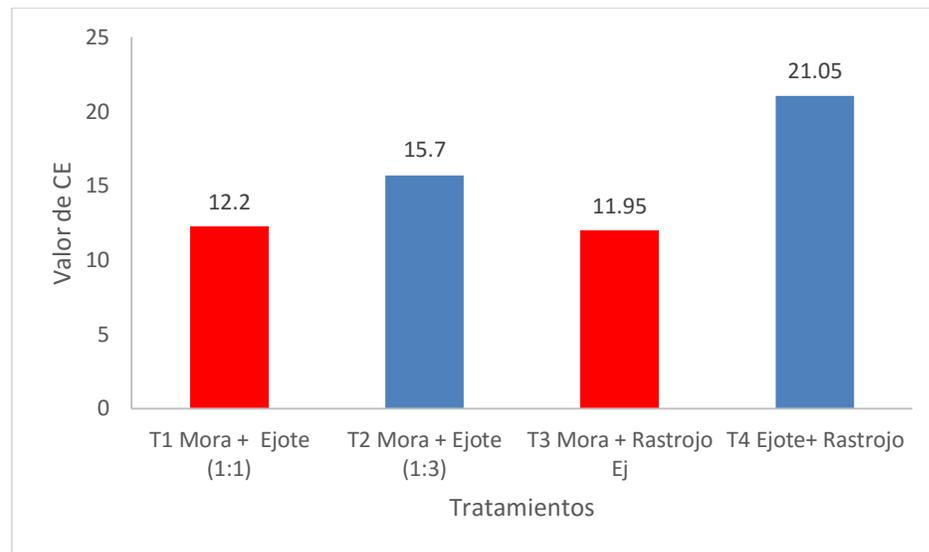
De acuerdo a la interpretación de (Sacbaja Galindo 2016)<sup>2</sup> una conductividad eléctrica alta no manifestará una toxicidad por sales, sino que puede deberse a la presencia de elementos en forma iónica los cuales se irán desprendiendo según lo requiera la planta.

Sin embargo la conductividad eléctrica es un parámetro que puede manejarse, por medio de lavado de sales al momento de la aplicación de riegos durante el proceso de descomposición.

En la figura 18 se muestran los valores de conductividad eléctrica de cada una de las mezclas observando que los elevados valores presentados por las características de los materiales.

---

<sup>2</sup> Sacbaja Galindo, A. (2016) Interpretación de análisis químico para materiales orgánicos. Entrevista. USAC



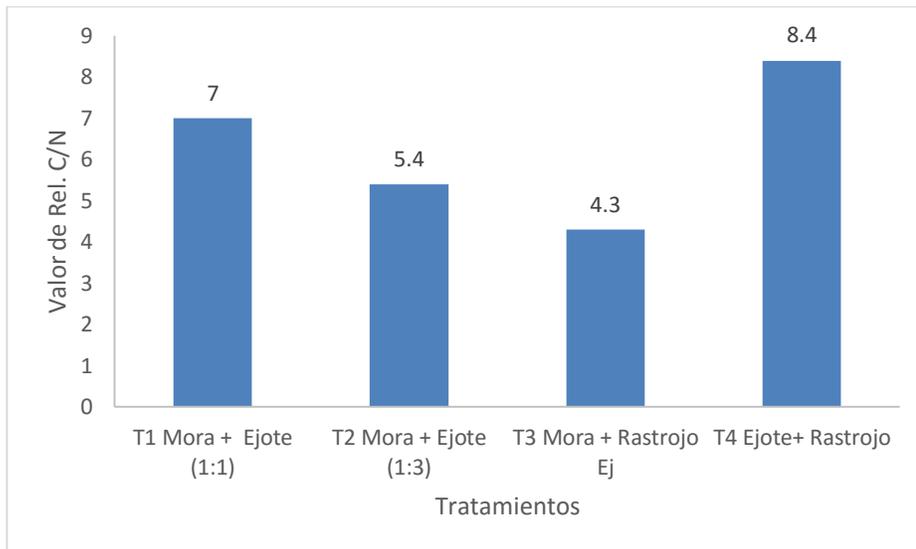
**Figura 18.** Comparación de la CE reportada en los tratamientos.

### C. Relación Carbono/Nitrógeno

Los materiales con elevada relación C/N pueden producir, al ser aplicados al suelo, deficiencias de nitrógeno con síntomas de clorosis, pudiendo llegar hasta la muerte de las hojas en casos extremos; requiriendo de aplicación de fertilizantes nitrogenados (Diaz 2002).

Por el caso contrario relaciones C/N bajas, tal y como menciona (Escobar López 1993) tendrán mineralización al inicio del proceso por lo cual los microorganismos devolverán el excedente de nitrógeno amoniacal a la atmosfera. De ello se demuestra que las cuatro muestras cumplen con el parámetro de la relación Carbono/Nitrógeno, sin embargo las relaciones más bajas presentaran una mayor cantidad de nitrógeno aprovechable por las plantas vía microorganismos. Este criterio no resulta ser tan determinante con respecto a la mezcla con mejores características, ya que se encuentran en el rango normal de un humus de lombriz.

En la figura 19 se muestran las relaciones carbono/nitrógeno para cada una de las mezclas donde no presentan mayor diferencia.



**Figura 19.** Relación Carbono/Nitrógeno, (base 1).

#### D. Macronutrientes y Micronutrientes

De acuerdo al aporte de macronutrientes los 4 tratamientos se encuentran por debajo de las características del aporte de macronutrientes que posee de la pulpa de Café (cuadro 10A) (Rodríguez 1996) en el caso de los micronutrientes se observa que elementos como el Cu, Zn y Mn se encontraron en mayores concentraciones en las mezclas propuestas de materiales orgánicos, justificándose en que los frutos de mora, aportan en su mayoría elementos menores y un alto contenido de Hierro.

De acuerdo a (Sacbaja Galindo 2016)<sup>3</sup> en análisis de materiales orgánicos, los de mayor aporte nutrimental representaran los mejores tratamientos. Tomando en cuenta dicho criterio resaltan las mezclas 1 (frutos de mora + vainas de frijol ejotero 1:1) y 3 (frutos de mora + rastrojo frijol ejotero) los cuales presentaron la mayor concentración de estos elementos.

<sup>3</sup> Sacbaja Galindo, A. (2016) Interpretación de análisis químico para materiales orgánicos. Entrevista. USAC

Sin embargo se tiene que la mezcla 1 presentara mejores características debido a factores como el pH y la CE, ya que la mezcla 3 presenta un pH alcalino el cual puede tener problemas al ser incorporado al suelo sobre la disponibilidad de algunos elementos. Esto se justifica de acuerdo a lo presentado en la figura 9, donde se observa la absorción de algunos nutrientes según el pH. De ello que la mezcla 1 posea características más favorables con respecto a la mezcla 3 ya que esta posee un pH de 8.1; dificultando la disponibilidad de elementos como el Fosforo y los micronutrientes, los cuales se absorben en pH acido (menor a 7.5).

#### E. Nitrógeno Total, Carbono Orgánico y Materia Orgánica

En el Nitrógeno total se observa que las 4 muestras proveen del mismo nivel de dicho elemento en un rango de 1.18 a 1.38 representando el nitrógeno disponible para la planta. Destacando su contenido la mezcla 1, con el mayor contenido siendo 1.38 %.

La materia orgánica se observa que la mezcla 1 es el que presenta el mayor porcentaje con un 16 %, lo cual al igual que los demás tratamientos superan el aporte de materia orgánica al suelo con respecto a la pulpa de café (cuadro 10A).

El Carbono Orgánico, según (Castillo Taco 2010) indicara un mayor grado de mineralización a medida que el valor sea alto, por lo tanto presentara mayor capacidad de retención de agua. Para este caso destacan las mezclas 1 y 2.

#### F. Análisis de rendimiento en tasa de conversión

En cuanto al análisis de volúmenes y tasa de conversión, se observa que la mezcla 4 presento cerca de un 16 % con respecto a las mezclas 1 y 3 respectivamente las cuales presentaron cerca del 15 %, tal y como lo cita (Avila Herrera 2010) en condiciones normales, 5000 lombrices transforman 45.45 kg (1 qq) de material orgánico (pulpa por ejemplo), en

18.2 kg o 27.3 kg de lombricompost., logrando una eficiencia de transformación de 35 % a 50 %. Sin embargo aclara que esta tasa de conversión va a variar de acuerdo al material, tal es el caso de la mezcla 2 donde se observa una mayor cantidad de frutos de mora, y que de acuerdo al cuadro 4 se justifica debido al bajo contenido de materia seca que presentan los frutos maduros de mora de un 15 %, obteniendo así un menor peso final de material transformado por el alto contenido de agua presente.

En el cuadro 7 se presentan los valores obtenidos de la tasa de conversión de cada una de las mezclas, en base al peso inicial agregado y al peso final luego del proceso de descomposición.

**Cuadro 7.** Rendimiento en volumen transformado

Tratamientos	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	% Conversión
M1 Mora + Ejote (1:1)	27.27	4.06	14.90
M2 Ejote + Mora (1:3)	27.27	3.12	11.43
M3 Mora + Rastrojo Ejote	27.27	4.05	14.83
M4 Ejote+ Rastrojo	27.27	4.27	15.67

Finalmente en base al análisis comparativo y la recopilación de información en fuentes primarias, se observa que la mezcla 1, frutos de mora + vainas de frijol ejotero en proporción 1:1 provee las mejores características como abono orgánico para ser utilizado en el plan complementario de fertilización en cultivo de frijol ejotero, como opción de aprovechamiento de desechos orgánicos de planta de procesamiento y alternativa al uso de pulpa de café. Debido a sus características como pH de 7.4 el cual es cercano a lo citado por (Posso Agudelo, 2010), incorporación de materiales orgánicos a pH básicos (pH > 7.3) disminuyen la disponibilidad de Fosforo y Micronutrientes (Boro, Aluminio, Manganeso, Hierro, Cobre y Zinc). De igual manera la CONAMA (2000) lo clasifica como un compost tipo A, que no

necesita de previo tratamiento o mezcla para su incorporación. Relación Carbono/Nitrógeno dentro del rango de lo deseado para permitir un mayor aprovechamiento del nitrógeno y su disponibilidad. En términos de nutrientes macro y micro se observa una tendencia similar en los tratamientos.

En parámetros orgánicos se observa en el tratamiento 1 (frutos de mora + vainas de frijol ejotero 1:1), presenta los valores más elevados, sin embargo estos son bajos con respecto a algunos otros materiales sometidos al procesos de lombricompostaje, de ello (Rodríguez Perez, 2007) sugiere que los valores bajos se deben a un posible lavado de humus, así como una alta exposición de los materiales antes de ser sometidos al proceso.

### 2.6.2 Prueba Biológica sobre el rendimiento del frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris L.*) var. Teresa

Se presentan los resultados de la prueba biológica realizada utilizando 5 tratamientos como enmienda orgánica y un testigo, durante el ciclo de cultivo de 90 días y el manejo aplicado similar en todos los tratamientos.

En el cuadro 8 se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para las medias de rendimiento de frijol ejotero, bajo el diseño de bloques completos al azar.

**Cuadro 8.** Resumen del análisis de varianza para la variable rendimiento

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor de P
Tratamiento	31525870.6	5	6305174	5.26	0.0126
Bloque	8509755.96	2	4254878	3.55	0.0683
Error	11980153.7	10	1198015		
Total	52015780.2	17			

CV = 10.42 %

Referencias: Fuente de variación (FV), Suma de cuadrados (SC), Grados de libertad (gl), Cuadrados medios (CM), Valor de F, Valor de F tabulado (Val. P).

De acuerdo con el cuadro anterior, se observó que  $F$  calculada  $>$   $F$  tabulada por tanto, se acepta que existe significancia en la utilización de diferentes tipos de materiales orgánicos como enmienda al suelo, sobre el rendimiento del frijol ejotero var. Teresa, por ende se propuso la realización una prueba múltiple de medias según el criterio Tukey para determinar los mejores tratamientos.

Según el análisis de varianza realizado, se observó diferencia significativa en los tratamientos de lombricompost utilizados como enmienda orgánica, con la finalidad de sustituir a la pulpa de café e incorporar al menos uno de las mezclas elaboradas, de acuerdo a la disposición de desechos orgánicos de planta de proceso.

**Cuadro 9.** Resumen de la prueba de Tukey realizada a las medias del rendimiento del frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) de los tratamientos

Tratamiento	Rendimiento promedio (kg/ha)	Grupo Tukey
T5 pulpa de café (Tradicional)	12529.32	A
T1 frutos mora + vainas frijol (1:1)	11727.33	A
T2 frutos mora + vainas frijol (3:1)	10849.67	A
T4 vainas frijol + rastrojo frijol	9926.61	A
T6 Testigo	9018.69	B
T3 frutos mora + rastrojo frijol	9003.56	B

De acuerdo al cuadro 9 se observa que el tratamiento 5 con pulpa de café presentó el mayor rendimiento correspondiendo al método tradicional que la empresa emplea en la producción de frijol ejotero, sin embargo estadísticamente no existió diferencia significativa con el tratamiento 1 (frutos mora + vainas frijol 1:1), cuya diferencia fue 801.99 kg/ha.

La mezcla 1 de lombricompost fue descrita anteriormente en el documento, de acuerdo a su análisis químico presentó el aporte nutricional con características similares al óptimo de un lombricompost (cuadro 2).

Dentro de las 4 mezclas sometidas a análisis (cuadro 5), se observa que el tratamiento 1 (frutos mora + vainas frijol 1:1) presento un mayor contenido de Fosforo, tal como lo cita (Ortiz Rojas 2010) el fósforo como elemento esencial en el potencial de rendimiento del frijol, ya que al ser ésta una planta fijadora de nitrógeno por excelencia, y tanto el frijol como la bacteria (*Rhizobium* sp.) necesitan este elemento el cual aumenta el crecimiento radicular lo que incrementa la captación de macro nutrientes, pues estos son comúnmente absorbidos junto con micro nutrientes, favoreciendo así el rendimiento máximo del cultivo de frijol ejotero .

Los tratamientos 2 (frutos de mora + vainas de frijol ejotero 3:1) y 4 (vainas de frijol ejotero + rastrojo de frijol ejotero) fueron clasificados en el grupo Tukey A, indicando que no existe diferencia estadísticamente significativa con respecto a los tratamientos de pulpa de café y al T1 (frutos de mora + rastrojo de frijol ejotero 1:1), sin embargo según Hidalgo (2016)<sup>4</sup>, el frijol ejotero var. Teresa rinde como mínimo 11,039 kg/ha con el método tradicional aplicado en la empresa. Por ende los tratamientos 2 y 4 fueron descartados al no cumplir con las exigencias mínimas en el rendimiento que exige la empresa Planesa, S.A.

Para los tratamientos 3 (frutos de mora + rastrojo de frijol ejotero) y 6 (testigo), se observa que fueron clasificados como grupo B, debido a que estos tratamientos presentaron una diferencia significativa en el rendimiento tal es el caso del tratamiento 3 el más bajo aporte nutrimental, principalmente en elementos indispensables como Fosforo, Calcio y Magnesio, adicional a ello, el pH elevado que presentó (8.1), el cual según CONAMA (2000) corresponde a un material que necesita de ser mezclado con un material de carácter ácido, que permitirá reducir el pH y favorecer la disponibilidad de nutrientes.

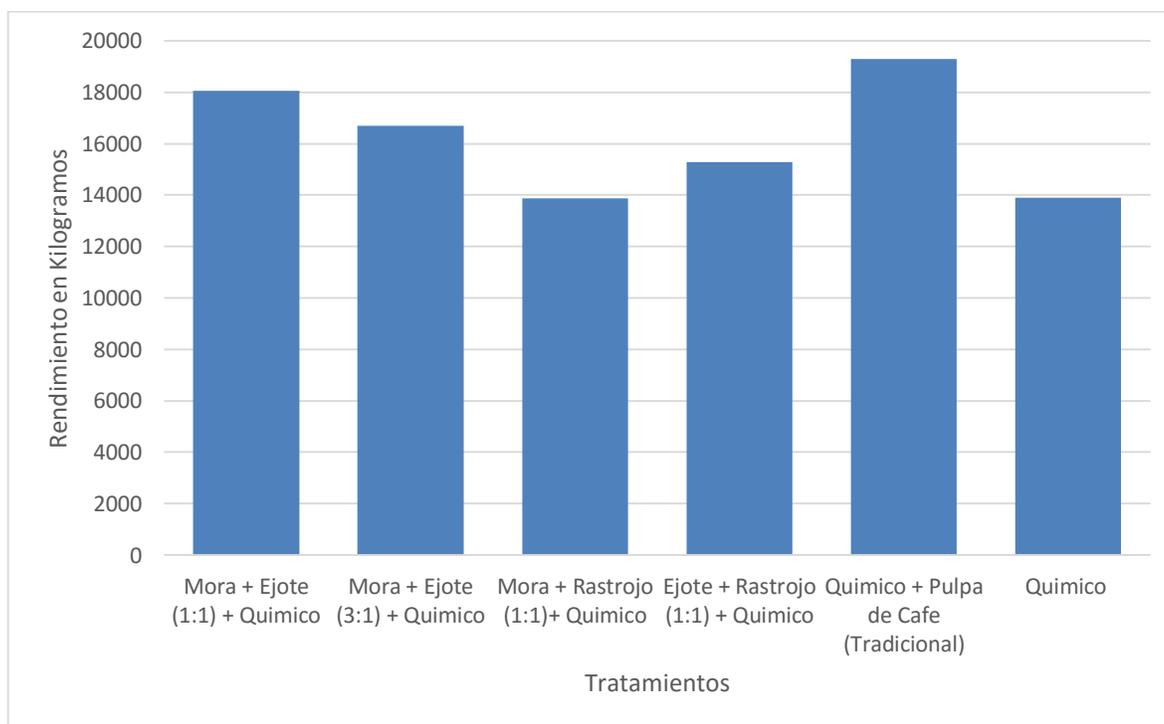
Para el caso del tratamiento 6, el testigo al que no se le aplicó ningún material orgánico como enmienda al suelo, concuerda con lo citado por Orozco Rodríguez (2011) que las enmiendas orgánicas proporcionan un contenido más variado de otros nutrientes, lo cual

---

<sup>4</sup> Hidalgo, F. (2016). Caracterización del cultivo de frijol ejotero var. Teresa. Entrevista. Planesa, S.A.

ayuda a mejorar la estructura del suelo, facilitando el crecimiento radical y contribuyendo a un mayor rendimiento del cultivo de fríjol.

El lombricompost es uno de los mejores abonos orgánicos ya que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos. Presenta aportes altos de nutrientes para la planta según su composición química (cuadro 2), incide positivamente sobre la actividad microbiana del suelo, influye indirectamente sobre los ciclos de movilización y ayuda a disminuir la inmovilización de macro elementos minerales como el fósforo, azufre, nitrógeno, calcio y potasio, aumentando la mineralización del suelo y reduciendo la inmovilización de nutrientes presentada en el fríjol bajo condiciones normales de cultivo (Rodríguez 2011).



**Figura 20.** Comparación de medias de rendimiento.

Como se observa en la figura 20, la diferencia en las medias del rendimiento del frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Teresa, se demuestra que los tratamientos con los rendimientos mayores corresponden al método tradicional (Químico + Pulpa de café) y el tratamiento 1 (frutos de mora + vainas de frijol ejotero 1:1), obteniendo así que el tratamiento 1 es capaz de sustituir al método tradicional como alternativa a enmienda del suelo, debido a que no existe diferencia significativa entre los rendimientos, de igual manera presenta el mayor aporte nutricional de los tratamientos capaz de asemejarse a la pulpa de café y cumple con el estándar de rendimiento que la empresa trabaja de 11,039 kg/ha.

## 2.7 CONCLUSIONES

1. Se analizaron las características químicas presentadas por cada uno de los tratamientos de tal manera que se llegó a caracterizar cada mezcla principalmente por parámetros como el pH con variaciones en el nivel de acidez de hasta 0.7, la conductividad eléctrica con una variación de 11 mS/cm diferenciando así las mezclas, relación Carbono/Nitrógeno bajas en todas las mezclas y un rendimiento en tasa de conversión baja debido a la composición física de los materiales utilizados, principalmente los frutos de mora.
2. La mezcla 1 (frutos de mora + vainas de frijol ejotero, 1:1), posee las características más favorables de acuerdo a su pH de 7.4 permitiendo una mayor disponibilidad de los elementos presentes, una conductividad eléctrica baja entre los demás tratamientos, una relación carbono nitrógeno de 7:1 aceptable, y parámetros como la materia orgánica, Carbono orgánico y Nitrógeno total por sobre los demás tratamientos, siendo este el más apto para su utilización en nutrición vegetal como complemento de fertilización.
3. La mezcla de frutos de mora + vainas de frijol ejotero (1:1) demostró que es capaz de sustituir el método tradicional, debido a que no existió diferencias estadísticamente significativas en su utilización con respecto a la pulpa de café, mediante la realización de una prueba múltiple de medias de Tukey, se observó una diferencia de 801.99 kg/ha que de acuerdo a este criterio no cuenta con diferencia significativa en las medias de rendimiento y cuya mezcla cumple con los estándares de rendimiento que la empresa requiere, de 11,039 kg/ha y el rendimiento de dicho tratamiento de 11,727.33 kg/ha.

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. Implementar el tratamiento de frutos de mora + vainas de frijol ejotero (1:1) como plan de fertilización para el cultivo de frijol ejotero orgánico dentro de la empresa .
2. Desarrollar un plan de aprovechamiento de desechos orgánicos provenientes de planta de proceso, tomando en cuenta la capacidad del área de aboneras en la empresa y la cantidad diaria de rechazo luego del proceso de clasificación de la mora y el ejote.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional de Café, Guatemala). 2004. Abonos orgánicos y sus características. Consultado 9 mar. 2016. Disponible en [http://www.anacafe.org/glifos/index.php/CaficulturaOrganica\\_Abonos](http://www.anacafe.org/glifos/index.php/CaficulturaOrganica_Abonos)
2. Ávila Herrera, B. 2010. Transferencia de la técnica de manejo y producción a base de pulpa de café, con pequeños caficultores de la aldea Los Coles, San Pedro Nectá, Huehutenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 112 p.
3. Barbara, L; Karlanian, M; Mata, D. 2011. Importancia del pH y la conductividad eléctrica en el sustrato de diferentes plantas. Costa Rica, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 11 p.
4. Castillo, A. 1999. Caracterización química y física del lombricompuesto elaborado a partir de desechos orgánicos puros y combinados. Trabajo de investigación. Argentina, Universidad Nacional del Nordeste. 25 p.
5. Castillo Taco, J. 2010. Analisis de lombricompuestos a partir de diferentes sustratos. Trabajo de investigación, especialización en cultivos perennes industriales. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 61 p.
6. CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, México). 2000. Norma de calidad de compost: propuesta consolidada para consulta pública (10-2014, México). México. 18 p.
7. Díaz, E. 2002. Guía de lombricultura: lombricultura una alternativa para la producción (04-2002). Nicaragua, ADEX. 63 p.
8. Escobar López, J. 1993. Evaluación de la interacción de fertilizante químico y abono orgánico en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), en caserío Chepito, Cuilco, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 60 p.
9. Escobar Martín, C. 2013. Rendimiento y calidad de dos variedades de mora en Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 92 p.
10. Esteban García, C. 2003. Evaluación agronómica y de la estabilidad genética de nueve genotipos de frijol rienda (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwith), en el departamento de Chiquimula, Guatemala. Trabajo de investigación. USAC, CUNSUROC. 147 p.

11. Girón Maddaleno, A. 2005. Estudio de factibilidad de la producción y comercialización del abono orgánico humus producido por la lombriz roja. Tesis Ing. Industrial. Guatemala. USAC, Facultad de Ingeniería. 186 p.
12. Marroquín Azurdía, J. 2009. Actualización de la monografía del municipio de san Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango. Tesis Lic. Pedagogía. Guatemala, USAC. Facultad de Humanidades. 98 p.
13. Mérida Guzmán, M; Hua Chang, K. 2012. Experiencias del ICTA en la producción de abonos orgánicos. Chimaltenango, Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 6-26. (Investigación para el Desarrollo Agrícola).
14. Orozco Rodríguez, R. 2011. Efectos de abonos orgánicos sobre las características agronómicas, el rendimiento y la calidad de fruta de la variedad de mora 'Vino' (*Rubus adenotrichus* Schtdl.), en dos zonas de Costa Rica. Tesis Doctorado en Ciencias Naturales. Costa Rica, Universidad Nacional. 169 p.
15. Ortega Sierra, J. 1999. Nueva tecnología orgánica lombricultura. Guatemala, Siapton / Bioingeniería New Biotec. 22 p.
16. Ortiz Rojas, A. 2010. Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos a tres dosis diferentes sobre la tasa de crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Cerinza), en condiciones de agricultura urbana. Tesis Biólogo. Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 43 p.
17. Pérez Estrada, C. 2007. Trabajo de graduación desarrollado en los temas de lombricultura y agroecoturismo, realizado en finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Trabajo graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 84 p.
18. Posso Agudelo, J. 2010. Evaluación de diferentes dosis de compost y lombricompost aplicado al suelo del vivero de palma acitera (*Elaeis guineensis*). Trabajo de graduación Magister en perennes. Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. 90 p.
19. Rodríguez, A. 1996. Producción y calidad de abono orgánico por medio de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su capacidad reproductiva. Trabajo de investigación. Honduras, Centro Experimental de Campamento, IHCAFE. 17 p.
20. Rodríguez, C. 2007. Manual de prácticas de Edafología II. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 31 p.
21. Rodríguez, R; Hernández, R. 2011. Efecto de abonos orgánicos en las propiedades químicas del suelo y el rendimiento de la mora (*Rubus adenotrichus*) en dos zonas agroecológicas de Costa Rica. Trabajo de investigación. Costa Rica, Universidad Nacional, Heredia. 103 p.

22. Rojas, J; Peñuela, A; Gómez, C; Aristizábal, G; Chaparro, M. 2004. Caracterización de los productos hortofrutícolas Colombianos y establecimiento de las normas técnicas de calidad. Bogotá, Colombia, Cenicafé / Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. p. 44-49.
23. Valenzuela, C; Ayala, I; Bohórquez, Y. 2013. Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en seis estados de madurez. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria 11(2):10–18.



TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN  
FAUSAC  
REVISIÓN

30  
Polando Ramos

## 2.10 ANEXOS

**Cuadro 10A.** Valores promedio de parámetros químicos de los principales abonos orgánicos utilizados como enmienda.

Parámetro	Vacaza	Gallinaza	Cerdaza	Pulpa Café	Pseudotallo
pH	7.09	7.75	7.38	7.13	8.17
M.O. (%)	7.4	6.97	7.16	6.6	6.35
Fosforo ppm	1574.8	1688.67	177724.3	79.09	165.31
Potasio meg/100	2.36	4.77	0.42	4.87	2.1
Calcio meg/100	16	7.75	7.5	21.5	13.75
Magnesio meg/100	14.17	12.71	19.17	9.45	13.02
Aluminio meg/100	0.7	0.64	1.5	0.01	0.01
Zinc ppm	48	6	81	27	22
Cobre ppm	0.5	0.5	0.5	0.5	2
Manganeso ppm	107	55	101	77	108
Hierro ppm	14	2	10	16	9

Fuente: Rodríguez (1996).

Figura 21A. Resultados del análisis de laboratorio para materiales orgánicos

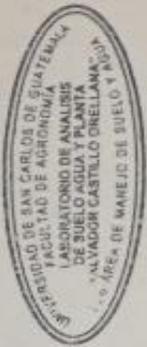
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"




**INTERESADO:** ALEJANDRO LEMUS  
**PROCEDENCIA:** SAN ANDRES ITZAPA, CHIMALTENANGO  
**FECHA DE INGRESO:** 19/9/2016

**ANÁLISIS DE MATERIALES ORGÁNICOS**

IDENT	pH	mS /cm C.E.	%				ppm						%			C : N
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M.O	C.O	NT		
M-1 T1 ARVEJA 50%, MORA 50%	7.4	12.20	0.47	0.94	1.63	0.34	10	75	2,625	210	265	16.64	9.65	1.38	7.0 : 1	
M-2 T2 ARVEJA 75%, MORA 25%	7.6	15.70	0.45	0.88	1.38	0.34	10	80	2,500	230	255	12.66	7.34	1.35	5.4 : 1	
M-3 T3 MORA 50%, RASTROJO DE EJOTE 50%	8.1	11.95	0.39	1.38	1.31	0.33	15	70	3,875	180	250	8.65	5.02	1.18	4.3 : 1	
M-4 T4 EJOTE 50%, RASTROJO DE EJOTE 50%	7.7	21.05	0.36	1.00	1.13	0.28	15	55	3,000	150	245	5.33	3.09	1.26	2.5 : 1	





**CAPÍTULO III**

**INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA PLANESA, S.A., DURANTE LOS MESES DE FEBRERO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2016.**



### 3.1 PRESENTACIÓN

En el cultivo de mora (*Rubus* sp.) se tiene una diversidad de plagas y enfermedades, sin embargo, en 2008 fue detectada en Europa y Estados Unidos, la especie *Drosophila suzukii* conocida como la mosca del vinagre, que provoca daños económicos considerables en diferentes cultivos, principalmente en los pequeños frutos rojos; frambuesa, fresa, mora, arándano y cereza (Sorribas Royo & Lekinberri Gomez 2013).

La empresa posee un sistema de monitoreo en los lotes de producción, donde se muestrean frutos de mora; para observar los diferentes estadios de la plaga. Según la incidencia reportada en el monitoreo, se procede a tomar las medidas preventivas. La utilización de trampas con atrayentes; envases plásticos de 750 ml, con agujeros laterales de 5 mm y vinagre de manzana, ya que de acuerdo a EPPO (2009), representan el tratamiento con mayor éxito en el monitoreo y control de la población de la mosca del vinagre.

Planesa, S.A. es considerada una de las principales exportadoras de Berries a Estados Unidos y Europa, por lo que la capacitación constante del personal en el Departamento de Control Fitosanitario, como parte del cumplimiento de la certificación GLOBAL GAP y del plan MPE adoptados en 1997, resulta ser una actividad a considerar de forma permanente al menos una vez cada ciclo productivo.

Menciona Del Cid Mazariegos (2011) que dentro de las implicaciones de las BPA, se toma en consideración el conocimiento, planificación, registro y gestión orientados al logro de objetivos sociales, ambientales y productivos específicos. La realización de capacitaciones orientadas a la seguridad del personal que manipula los agroquímicos, aspecto de importancia en el tema de manejo de residuos y sobrantes.

## 3.2 Implementación de un plan de prevención de la mosca del vinagre

(*Drosophila suzukii*)

### 3.2.1 OBJETIVOS

1. Establecer un protocolo de monitoreo de larvas en la fruta de campo.
2. Realizar actividades de trapeo preventivo con vinagre de manzana.

### 3.2.2 METODOLOGÍA

#### A. Revisión bibliográfica acerca de la mosca del vinagre

Se realizó una recopilación de información acerca de las condiciones en las cuales prolifera, su reproducción, la mosca del vinagre. Con la finalidad de conocer el ciclo de vida, los métodos de prevención sugeridos, momentos clave y métodos efectivos para su control.

#### B. Identificación de puntos estratégicos para la realización del control

Se realizó una gira de campo, en la que se observaron los lotes susceptibles a la proliferación de mosca del vinagre, tomando como criterio la presencia de fruta sobre madura, humedad relativa y presencia de residuos vegetales (podas) que actúan como hospederos. Identificando los lotes en riesgo para priorizar al momento de desarrollar el plan de monitoreo y control.

### C. Diseño de un plan de monitoreo y prevención

Se definió la metodología a utilizar para el muestreo de fruta en cada lote, dicha metodología se basó en recopilación bibliográfica de métodos empleados para el monitoreo de la mosca del vinagre, definiendo así los factores a tomar en cuenta dentro del formato de toma de datos, tomando en cuenta la fase en la que se encuentra el cultivo (desarrollo o producción).

### D. Definición del formato de muestreo

Se estableció el formato de toma de datos a completar con los monitoreos semanales realizados en los diferentes lotes. Basado en criterios que según la revisión bibliográfica son de relevancia y contabilizables dentro de un muestreo de mosca del vinagre.

**Cuadro 11.** Formato de toma de datos de mosca del vinagre

Mosca del Vinagre ( <i>Drosophila suzukii</i> )				
Planta Muestreadas	Frutos Sanos.	Frutos infestados.	No. Larvas	No. Moscas
3				
3				
3				
3				

### E. Implementación

Se procedió a implementar el plan de prevención el cual incluyó la colocación de trampas de vinagre a razón de 8 trampas por ha, muestreo de larvas y su observación en un microscopio.

### 3.2.3 RESULTADOS

#### A. Implementación del plan de prevención y monitoreo

Con la implementación del plan de prevención de la mosca del vinagre *Drossophila suzukii*, se llegó a definir el formato para la inclusión en el plan de monitoreo actual de la finca “El Injertal”, en el cual se detallan factores a tomar en cuenta en la realización de la toma de datos en campo en los lotes.

Dentro del formato se incluyeron conteos de 12 plantas, que se realiza por personal previamente capacitado. Se realizó una inspección en lotes donde se reportó presencia de fruta sobre madura, la cual funciona como hospedero de la mosca, en los cuales se observó la presencia de estadios larvales de la plaga, mediante la aplicación del método de muestreo propuesto por SAGARPA (2013), que consiste en la recolección de 500 g de fruta (mora), agregando 25 g de azúcar y agregar agua a razón de 2 veces del espacio ocupado por la fruta dentro de la bolsa plástica, para su homogenización y pulverizado con el cuidado de no destruir la fruta, dejado en reposo 5 minutos, las larvas de *Drossophila suzukii* tienden a flotar mientras que la fruta quedara reposada en el fondo de la bolsa (figura 22 ).



**Figura 22.** Muestreo de larva de mosca del vinagre

Finalmente se realizó una inspección a nivel de laboratorio, de frutos provenientes de lotes infestados, para determinar la cantidad de moscas adultas presentes en la fruta y así tomar las medidas necesarias e incluirlas en el plan de control fitosanitario de la empresa.

#### B. Colocación de trampas de Vinagre

Se colocaron 8 trampas de vinagre hectárea en los lotes productivos, las cuales se armaron a partir de botellas de plástico transparente recicladas, perforadas en la parte lateral, con un embudo que facilita la entrada de la mosca y en su interior 250 ml de vinagre de manzana con 10 g de azúcar como atrayente que según se menciona EPPO (2009) es el atrayente que ha presentado mejores resultados (figura 23).



**Figura 23.** Colocación de trampas con Vinagre de Manzana

### 3.2.4 EVALUACIÓN

De acuerdo a los objetivos planteados se llegaron a cumplir las metas, ya que se estableció un formato de monitoreo semanal a desarrollar como parte del plan preventivo de la mosca del vinagre (*Drosophila suzukii*), capacitando al personal para la realización, toma de datos semanales en los lotes. Como parte del plan de prevención se llegó a colocar 500 trampas plásticas, con de vinagre de manzana y azúcar como principal atrayente para la mosca. Completando así un 100 % de la meta de monitoreos semanales y colocación de trampas con su respectivo cambio cada 3 meses.

### **3.3 Capacitaciones de Buenas Prácticas Agrícolas en el departamento de control fitosanitario.**

#### 3.3.1 OBJETIVOS

1. Realizar charlas demostrativas en campo acerca del manejo de agroquímicos, equipo de aplicación y de seguridad al aplicador.
2. Verificar el cumplimiento de las BPA en el área de control fitosanitario.

#### 3.3.2 METODOLOGÍA

##### A. Capacitación

Se realizaron presentaciones a nivel de campo acerca del uso correcto y eficiente del equipo de aplicación tipo parihuela, destacando la importancia de la seguridad del aplicador con la utilización del equipo de protección personal, que consta de overol de aplicador, guantes de látex, mascarilla con filtros de carbono y lentes.

##### B. Presentación de productos

Se presentaron los productos utilizados en la empresa, los cuales se encuentran autorizados para su uso de acuerdo a las normas de exportación, aclarando el método de aplicación de cada uno según sea fungicida, insecticida o acaricida, el modo de acción de cada uno de ellos y la dosis a utilizar durante las aplicaciones.

### C. Calibración de equipo

Se realizaron calibraciones del equipo de aplicación, para reducir el volumen los caldos sobrantes diariamente.

### D. Triple lavado

Se aplicó como tratamiento de desechos plásticos el método del triple lavado a los envases vacíos, el cual consistió en el lavado del envase tres veces en su interior, su posterior perforación para evitar su reutilización, el acopio de estos envases dentro de la finca y su posterior traslado a la planta de tratamiento en Chimaltenango.

## 3.3.3 RESULTADOS

Se realizaron charlas demostrativas a nivel de campo acerca de las labores que los aplicadores realizan (figura 24). De modo que se trataron el tema de la prevención de enfermedades y plagas en los cultivos, el uso correcto del equipo de protección personal que deben utilizar al momento de realizar las aplicaciones. Se realizaron calibraciones de equipo de aplicación tipo pariguela, con la finalidad de reducir la cantidad de caldos sobrantes los cuales son llevados al área de la cama biológica.



**Figura 24.** Capacitación a nivel de campo.

Con esto se llegó a definir los parámetros de seguridad que el aplicador debe tomar en cuenta, mediante la verificación del estado del equipo de protección personal, el cual fue proveído a cada aplicador que consta de overol, botas de hule, guantes y una mascarilla, al cual se le dio seguimiento cada semana para comprobar su estado y el correcto uso.



**Figura 25.** Equipo de aplicación.

De igual manera en coordinación con el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de San Andrés Itzapa, Chimaltenango se realizaron capacitaciones en el tema de primeros auxilios, enfocado al manejo de agroquímicos debido a que las aplicaciones son de manera permanente a lo largo del año.



**Figura 26.** Capacitación en primeros auxilios.

Como lo menciona (CROPLIFE 2010) en su manual para el manejo y uso de productos en la producción, el manejo de todos aquellos envases vacíos corresponde a la actividad del triple lavado, que conlleva actividades de lavado, perforación y almacenamiento de los

envases para su tratamiento en el centro de reciclaje de Chimaltenango. Para ello se realizaron demostraciones en campo del procedimiento, y el uso del equipo de protección para realizar dicha actividad.



**Figura 27.** Realización de triple lavado.

Finalmente se procedió a realizar una revisión de registros de aplicaciones y bitácoras de aplicación, como parte del compromiso que Planesa, S.A. tiene con las normas Global GAP para exportación de berries. Castillo Robles (2008) menciona según normas de Buenas Prácticas Agrícolas, los registros deben mantenerse archivados por espacio de dos años y en unidades de producción que están en este proceso de certificación deben de poseer los registros por un mínimo de 3 meses. Por consiguiente, se procedió a verificar la validez de los formatos de registros, así como la actualización de estos según se requirió.

#### 3.3.4 EVALUACIÓN

De acuerdo a las metas planteadas en el servicio se llegó a realizar 3 charlas demostrativas de 4 horas cada una para un total de 12 horas acerca de la importancia de las BPA, con énfasis en el manejo de agroquímicos, equipo de fumigación y seguridad al personal de aplicaciones. Así como la verificación de los registros de actividades como calibraciones de equipo, lavado del equipo, manejo de caldos sobrantes y manejo de envases con el método del triple lavado. Se cumplió un 60 % de la meta, debido a la escasez de tiempo dentro del “Departamento de Control Fitosanitario”.

### 3.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo Robles, E. 2008. Trabajo de graduación implementación de las buenas prácticas agrícolas en las comunidades de El Rejón, Pachalí, Chirromán, Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 98 p.
2. CROPLIFE. 2010. Manejo y uso responsable de productos para la protección de cultivos (en línea). Consultado 23 ago 2016. Disponible en <http://www.croplifela.org/es/proteccion-cultivos/cuidagro>
3. Del Cid Mazariegos, A. 2011. Verificación de las instalaciones de las unidades productivas de mora (*Rubus* sp.) para el cumplimiento de la normativa Global GAP 3.1 (opción 2) en la asociación San Isidro, San José Póaquil, Chimaltenango. Maestría en Gestión de la Calidad con Especialidad en Inocuidad de Alimentos. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 62 p.
4. EPPO (European Plant Protection Organization). 2009. *Drosophila suzukii* (en línea). Consultado 23 ago 2016. Disponible en [https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert\\_List/insects/drosophila\\_suzukii.htm](https://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/drosophila_suzukii.htm)
5. SAGARPA. (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México). 2013. Estrategia de atención de *Drosophila suzukii* como plaga potencial de riesgo. México, SENASICA. 25 p.
6. Sorribas Royo, R; Leginberri Gómez, A. 2013. Mecanismos de control para *Drosophila suzukii*, dentro de la GIP. In Congreso (2013, España). Memorias. España. 3-9 p.



Polando Ramírez