

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**EVALUACIÓN DE ASPERSIONES FOLIARES DE EXTRACTOS ORGÁNICOS (EQUINAZA Y VERMICOMPOST), EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y SERVICIOS DESARROLLADOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA –ENCA-, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

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

**POR**

**WALFRED GIOVANNI HERRERA HERRERA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, MARZO 2009**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

## **FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

### **JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>MSc.</b>	<b>Francisco Javier Vásquez Vásquez</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Waldemar Nufio Reyes</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Walter Arnoldo Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>MSc.</b>	<b>Danilo Ernesto Dardón Ávila</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Br.</b>	<b>Rigoberto Morales Ventura</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Br.</b>	<b>Miguel Armando Salazar Donis</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>MSc.</b>	<b>Edwin Enrique Cano Morales</b>

**Guatemala, marzo de 2009**

Guatemala, marzo de 2009

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 EVALUACIÓN DE ASPERSIONES FOLIARES DE EXTRACTOS ORGÁNICOS (EQUINAZA Y VERMICOMPOST) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y SERVICIOS DESARROLLADOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA –ENCA-, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo.

Atentamente,

**WALFRED GIOVANNI HERRERA HERRERA**

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

## ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS:** Que ha sido mi fortaleza y mi guía en días de flaqueza espiritual, moral y material.
- MI MADRE Y ABUELA:** Rosa Liliana Herrera Ardón, Rosa Isabel Ardón Aragón, quienes con su amor y sabiduría me llevaron por sendas de buena conducta y educación. Que Dios las guarde y proteja.
- MIS HERMANOS:** Alan Noé Herrera Herrera, Kevin Emanuel Herrera Ardón, que les sirva de guía y que Dios los bendiga.
- MIS TIOS:** Héctor Orlando Herrera Ardón, Juan Alberto Herrera Ardón, quienes me apoyaron incondicionalmente.
- MI FAMILIA:** Tíos, primos, sobrinos, gracias por su comprensión e imparcialidad.
- MIS AMIGOS:** Manuel Sagastume, David Guzmán, Walter Bardales, Edín Gil, Cesar Tzunux, Víctor Tahuico, Manuel Mazariegos, Miguel Salazar, Mynor Morales, Hugo Quan, Irelida Ayala, Gabriela Castellanos, Luis Juárez y a todos aquellos que por falta de espacio no los incluyo pero los llevo dentro de mi corazón. Gracias por su ayuda, protección y consejos.
- PERSONAL DOCENTE:** Ing. Agr. Manuel Martínez, Ing. Agr. Waldemar Nufio, Ing. Agr. Francisco Vásquez, Dr. Edín Orozco y a todos aquellos que aportaron a mi enseñanza y formación.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

MIS PADRES ALIRIO ROLANDO HERRERA MOLINA (†), Y ROSA LILIANA HERRERA  
ARDÓN

MIS COMPAÑEROS DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

INSTITUTO EXPERIMENTAL DR. CARLOS MARTINEZ DURAN

ESCUELA TIPO FEDERACION JOSE JOAQUÍN PALMA

COLEGIO EJERCITO DE SALVACIÓN

## **AGRADECIMIENTOS**

Ing. Agr. Adalberto Rodríguez, por su asesoría profesional y la valiosa colaboración en la supervisión de EPSA, para la realización del presente trabajo.

Ing. Agr. Pedro Peláez, por su asesoría profesional y la valiosa colaboración en la realización del presente trabajo.

Ing. Agr. Hermógenes Castillo por su asesoría y colaboración en la realización del presente trabajo.

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA, quién fue la parte financiante para elaborar el presente trabajo.

A Erika Albúrez y aquellas personas por su colaboración profesional, cultural, religiosa y material, han aportado un grano de arena para elaborar el presente trabajo.

## INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE GRÁFICAS .....	iv
RESUMEN GENERAL.....	v
CAPÍTULO I.....	1
Diagnóstico de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) ubicada en la finca Bárceñas en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala. ....	1
1.1    PRESENTACIÓN .....	2
1.2    MARCO REFERENCIAL .....	3
1.2.1    UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y VIAS DE ACCESO.....	3
1.2.2    CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y RECURSOS NATURALES .....	5
1.2.2.1    Zona de vida .....	5
1.2.2.3 <i>Agua</i> .....	8
1.2.2.4    Flora y fauna.....	9
1.3    OBJETIVOS.....	10
1.4    METODOLOGÍA .....	10
1.4.1    Fase de campo .....	10
1.4.1.1    Delimitación del área de trabajo .....	10
1.4.1.2    Recopilación de la información .....	10
1.4.2    Fase de gabinete .....	11
1.4.2.1    Procesamiento de la información .....	11
1.5    RESULTADOS.....	11
1.5.1    Antecedentes.....	11
1.5.2    Recursos físicos y humanos .....	13
1.5.2.1    Tierra.....	13
1.5.2.2    Maquinaria y equipo .....	13
1.5.2.3    Instalaciones.....	14
1.5.2.4    Comunicación.....	16
1.5.2.5    Recurso humano.....	16
1.5.2.6    Recurso financiero .....	16
1.5.3    Área de producción .....	16
1.5.3.1    Área de producción animal.....	17
1.5.3.2    Área de hortalizas .....	18
1.5.3.3    Área de floricultura.....	20
1.5.3.4    Área de fruticultura.....	21
1.5.3.5    Área de vivero forestal .....	22
1.5.3.6    Área de agroindustria .....	23
1.5.4    Organigrama de la ENCA.....	28
1.5.5    Canales de comercialización .....	29
1.5.6    Discusión de resultados.....	29
1.6    CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31
1.7    BIBLIOGRAFÍA.....	32
CAPÍTULO II.....	33
2.1    PRESENTACION.....	34
2.2    MARCO CONCEPTUAL.....	35
2.2.1    Generalidades del cultivo .....	35

2.2.1.1	Clasificación botánica.....	35
2.2.1.2	Origen .....	35
2.2.1.3	Taxonomía y morfología .....	36
2.2.1.4	Importancia económica y distribución geográfica.....	36
2.2.1.5	Material vegetal.....	36
2.2.1.6	Mejora genética.....	37
2.2.1.7	Requerimientos edafoclimáticos.....	37
2.2.1.8	Particularidades del cultivo.....	39
2.2.2	Abono orgánico.....	43
2.2.2.1	Importancia de los abonos orgánicos .....	43
2.2.2.2	Propiedades de los abonos orgánicos .....	43
2.2.2.3	Funciones de los abonos orgánicos.....	44
2.2.2.4	Tipos de abonos orgánicos .....	46
2.2.3	Quelatos.....	54
2.2.4	Inocuidad .....	55
2.3	OBJETIVOS .....	57
2.3.1	Objetivo general .....	57
2.3.2	Objetivos específicos.....	57
2.4	METODOLOGÍA.....	57
2.4.1	Localización del experimento .....	57
2.4.2	Materiales utilizados.....	57
2.4.3	Manejo del experimento .....	58
2.4.3.1	Variedad utilizada.....	58
2.4.3.2	Preparación de las macetas.....	58
2.4.3.3	Preparación de los pilones .....	59
2.4.3.4	Obtención del té orgánico.....	59
2.4.3.5	Fertilización .....	60
2.4.3.6	Aplicación de té orgánico.....	61
2.4.3.7	Control de plagas y enfermedad.....	62
2.4.3.8	Análisis microbiológico .....	62
2.4.3.9	Análisis bromatológico .....	62
2.4.4	Diseño experimental .....	62
2.4.4.1	Modelo estadístico .....	62
2.4.4.2	Descripción de los tratamientos.....	63
2.4.4.3	Proceso de aleatorización .....	63
2.4.4.4	Características del experimento .....	65
2.4.4.5	Variables de respuesta.....	65
2.4.4.6	Análisis realizados .....	65
2.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	66
2.5.1	Rendimiento en peso kg/ha .....	66
2.5.2	Contenido nutricional .....	69
2.5.3	Inocuidad.....	76
2.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
2.7	BIBLIOGRAFIA.....	79
2.8	ANEXOS.....	82
CAPÍTULO III.....		85

Desarrollados en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) ubicada en la finca	
Bárceñas, Municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. ....	85
3.1 PRESENTACIÓN .....	86
3.2 APOYO A LA EXCELENCIA ACADÉMICA .....	87
3.2.1 Justificación .....	87
3.2.2 Objetivos .....	87
3.2.3 Metas .....	87
3.2.4 Metodología.....	88
3.2.5 Resultados.....	88
3.2.6 Evaluación .....	91
3.3 MANTENIMIENTO DE LOS CINTURONES VERDES DE LA ENCA.....	92
3.3.1 Justificación .....	92
3.3.2 Objetivos .....	92
3.3.3 Metas .....	92
3.3.4 Metodología.....	93
3.3.5 Resultados.....	93
3.3.6 Evaluación .....	94
3.4 PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST UTILIZANDO COQUETA ROJA.....	94
( <i>Eisenia foetida</i> ).....	94
3.4.1 Justificación .....	94
3.4.2 Objetivos .....	95
3.4.3 Metas .....	95
3.4.4 Metodología.....	95
3.4.5 Resultados.....	96
3.4.6 Evaluación .....	96
3.5 SERVICIOS VARIOS .....	97
3.6 COMENTARIO GENERAL.....	97
3.7 BIBLIOGRAFIA.....	98
3.8 ANEXOS.....	99

## INDICE DE CUADROS

1. Paisajes de la ENCA .....	8
2. Inventario de especies en producción animal.....	17
3. Área por cultivo.....	19
4. Matriz de priorización de problemas.....	30
5. Análisis químico del suelo utilizado .....	60
6. Programa de fertilización.....	60
7. Análisis químico de los diferentes téis utilizados.....	61
8. Composición química del fertilizante foliar. ....	61
9. Pesos de los diferentes tratamientos.....	66
10. Análisis de Varianza (ANDEVA). ....	67
11. Resultados de las pruebas múltiples de medias. ....	68
12. Contenido nutricional de lechuga en los diferentes tratamientos. ....	70
13. Contenido bromatológico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) .....	82
14. Composición del humus de lombriz:.....	83
15. Boleta de datos obtenidos en campo. ....	84
16. Resultados del curso de Matemática 1 impartido durante el primer semestre 2007.....	99
17. Resultados del curso de Matemática 2 impartido durante el segundo semestre 2007. ....	103

## INDICE DE GRÁFICAS

1. Mapa de ubicación de la finca Bárcenas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2. Rendimiento de lechuga en kg/ha. ....	69
3. Contenido de N en % en los diferentes tratamientos. ....	71
4. Contenido de P en % en los diferentes tratamientos.....	71
5. Contenido de K en % en los diferentes tratamientos.....	72
6. Contenido de Ca en %.....	73
7. Contenido de Mg en %. ....	73
8. Contenido de Cu en ppm.....	75
9. Contenido de Mn en ppm. ....	75
10. Contenido de Fe en ppm. ....	75
11. Contenido de Zn en ppm. ....	75
12. Rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre 2007. ....	89
13. Porcentaje de estudiantes aprobados y reprobados en primer semestre 2007 .....	89
14. Rendimiento académico de los estudiantes de segundo semestre 2007.....	90
15. Porcentaje de estudiantes aprobados y reprobados en segundo Semestre 2007.....	90
16. Clases magistrales a estudiantes de la ENCA año 2007 .....	107
17. Gira educativa a Cobán. Con estudiantes de la ENCA año 2007 .....	107
18. Reforestación en Altos de Bárcenas 2 Transplante de pino, año 2007.....	108
19. Reforestación Altos de Bárcenas 2 Plateo y abriendo el agujero, año 2007.....	108
20. Habilitación de las pilas para la obtención de lombricompost, año 2007. ....	108
21. Obtención del abono orgánico (lombricompost), año 2007.....	109

**EVALUACIÓN DE ASPERSIONES FOLIARES DE EXTRACTOS ORGÁNICOS (EQUINAZA Y VERMICOMPOST) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) Y SERVICIOS DESARROLLADOS EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA –ENCA-, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

**RESUMEN GENERAL**

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) ubicada en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala y fue allí donde se llevaron a cabo las diferentes fases que lo conforman siendo estas; diagnóstico, investigación y servicios profesionales.

El diagnóstico se concentró en todas las áreas de producción de la ENCA, ubicada en la Finca Bárcenas, dicho diagnóstico tuvo por objeto identificar los problemas y debilidades que atravesaba en dicho momento la ENCA, así mismo resaltar sus fortalezas y oportunidades, se encontraron una serie de problemas dentro de los cuales podemos mencionar: la búsqueda de alternativas de fertilización, así como el uso eficiente de los desechos orgánicos, establecimiento de programas de fertilización, métodos eficientes para la castración de lechones y uso de métodos de reproducción asexual eficientes.

Basados en la problemática identificada en la ENCA, se llevó a cabo la investigación, que se enfocó en el estudio de las aspersiones foliares de extractos de tés orgánicos de equinaza y vermicompost en lechuga *Lactuca sativa* L. como un complemento en la fertilización tradicional, con la finalidad de darle un uso adecuado al material orgánico proveniente de las diferentes áreas de producción como: rastrojos de cultivos, estiércol de vaca, caballo, conejo, cerdo y aves, a los cuales no se les da un uso adecuado, se evaluaron 8 tratamientos tomando como variables respuesta el peso en kg/ha y el contenido nutricional, con los resultados obtenidos y el análisis de varianza se determina que todos los tratamientos son iguales, que no existe un grado de significancia entre los tratamientos.

En cuanto a los servicios realizados se basaron en la priorización de problemas expresados por el diagnóstico, dividiéndose los servicios de la siguiente forma:

### 1. Apoyo a la excelencia académica

Este servicio consistió en impartir los cursos de: Matemática I y Matemática II, Prácticas y Laboratorio I, II, además de desarrollar actividades extra aula que permitan a los estudiantes la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas, como parte de su formación académica.

### 2. Mantenimiento de los cinturones verdes de la ENCA

Este servicio consistió en fortalecer la implementación de los cinturones verdes de la ENCA así como el de promover el uso como pulmones ante la contaminación perimetral. Se logró reforestar áreas de la colonia Altos de Bárcenas II y 5 Hectáreas de terreno de la ENCA. Dicho servicio se llevó a cabo con estudiantes del primer año de la ENCA.

### 3. Producción de lombricompost utilizando coqueta roja (*Eisenia foetida*).

Este servicio consistió en adoptar prácticas de protección al medio ambiente, promoviendo el uso de abonos orgánicos en la ENCA. Poniendo a producir cuatro lechos o pilas con lombricompost, dentro del área de hortalizas.

## **CAPÍTULO I**

**Diagnóstico de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) ubicada en la finca Bárcenas en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

La Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA”, situada en la finca Bárcenas, del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, sobre la carretera CA-9, a una distancia de 17 Km. de la ciudad capital; es considerada a nivel Centroamericano, como una de las mejores instituciones de formación agrícola, pecuaria y forestal a nivel medio; por el alto nivel académico que alcanzan sus profesionales al egresar de ella (5).

La Escuela Nacional Central de Agricultura cuenta con una extensión de 184 ha (4.116 Caballerías). Los terrenos están divididos en áreas agrícolas (producción de hortalizas de consumo local y de exportación, flores, follajes, pilones, granos básicos y de frutales), pecuaria (galpones, cochiqueras, establos, apiarios, piscícolas, concentrados, producción de pastos y forrajes), forestal (vivero, bosques de coníferas y latifoliadas, pequeño arboretum, etc.) y agroindustrial (instalaciones y algunos equipos para el procesamiento de cárnicos, frutas, hortalizas, lácteos, maderas, miel y café).

Existen áreas dedicadas a cultivos temporales y áreas con sistema de riego ya establecido; en el casco de la finca se encuentran las instalaciones para el uso administrativo, aulas de estudio, biblioteca, servicio médico, área recreativa, comedor, dormitorios y talleres.

El Diagnóstico que se realizó en la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” permitirá visualizar el estado actual de la misma, así como reconocer el área de trabajo, además de identificar los problemas que se presentan en las diferentes áreas de producción.

Para la obtención del Diagnóstico se realizó un recorrido sobre las diferentes áreas con el propósito de conocer su infraestructura y su proceso productivo, en dicho recorrido se realizaron algunas entrevistas informales con los encargados de las distintas áreas.

Dentro de la problemática que presenta la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” sobresale el uso indiscriminado de fertilizantes, los cuales contribuyen a la degradación de los suelos, por lo cual se deberían implementar algunas prácticas orgánicas.

Otro de los problemas se encuentra en el área de producción animal debido a que se observó que en el área de los cerdos, al momento de la castración, no se tiene definido un tipo de corte para la extracción de los testículos, y el proceso de cicatrización es muy lento, lo cual facilita el ingreso de agentes infecciosos capaces de producir una muerte rápida, generando pérdidas económicas considerables. No se tiene una certeza de la efectividad en las aplicaciones de antibióticos en los lechones.

Otro de los problemas identificados se encuentran en el área de fruticultura en el cultivo de aguacate, derivado a que no se conoce la procedencia de las semillas de este frutal, las cuales son traídas por los estudiantes de diferentes áreas del país, no se logra obtener uniformidad en las plantas patrón, afectando tanto el tamaño de planta como en número de patrones. Además no se conoce cuál es el grosor para el esqueje adecuado para la práctica de injerto.

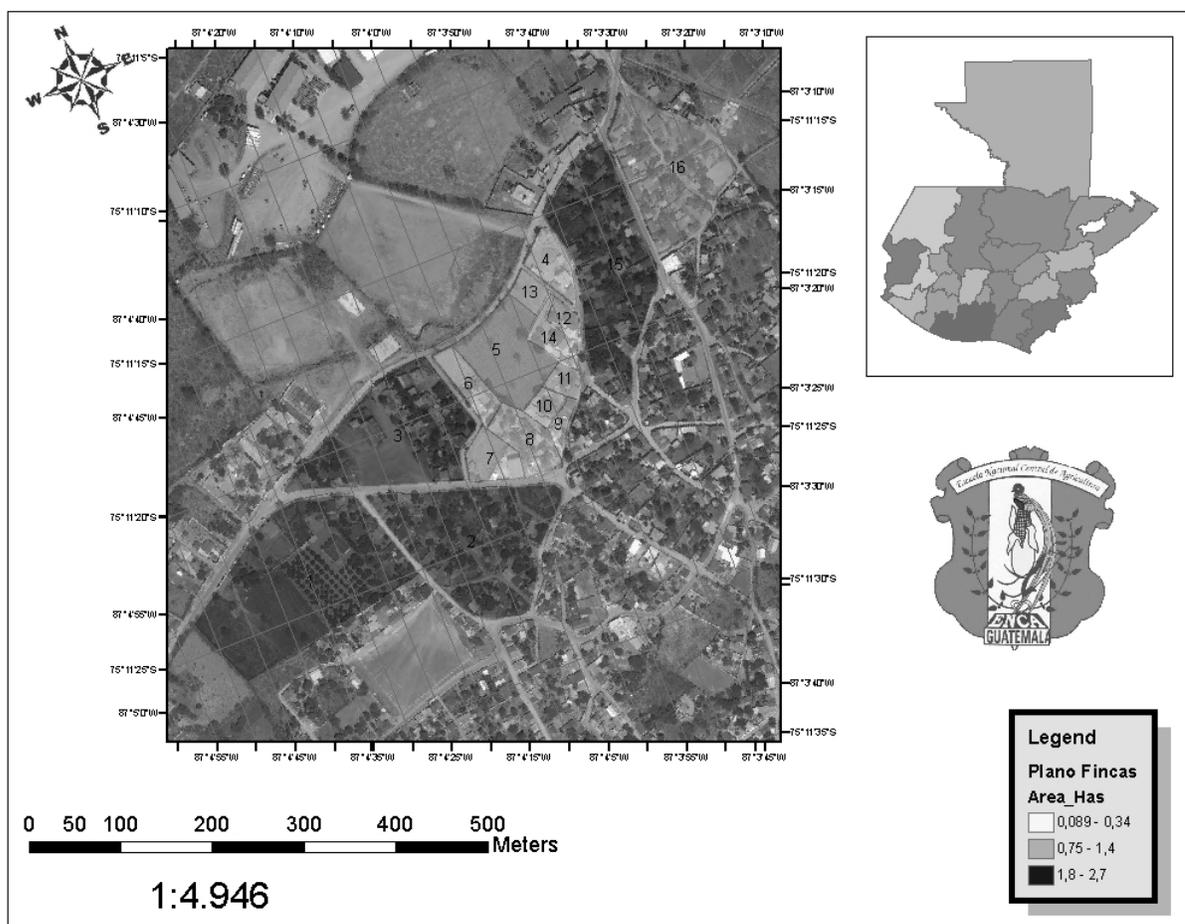
En este capítulo se presenta el Diagnóstico realizado en la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA”, el cual se enfoca en observar e identificar los problemas que afronta la escuela, así como sus principales procesos productivos.

## **1.2 MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y VIAS DE ACCESO**

La Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, se encuentra ubicada en la finca Bárcenas, del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, con una altitud de 1440 metros en promedio sobre el nivel del mar, se encuentra georeferenciada en la hoja cartográfica de la ciudad de Guatemala, escala 1:50,000 número 2059 I y está entre las

coordenadas UTM 1606540.72 a 1608991.93 y 758609.92 a 757003.85. y latitudes y longitudes de 14° 31' 15" L N. a 90° 38' 18" L W. y 14° 32' 30" L N. a 90° 38' 35" LW (2).



**Gráfica 1. Mapa de ubicación de la finca Bárcenas**

Sus colindancias son: Al norte carretera que conduce a Bárcenas, al sur finca Santa Clara, al este con finca Santa Clara y al oeste con la colonia Ulises Rojas. Se encuentra situada a 3 kilómetros de la cabecera municipal de Villa Nueva y a 17 kilómetros de la ciudad capital.

En cuanto al acceso a la finca, se puede llegar por varias vías, ya sea por la carretera asfaltada que comunica con la autopista CA-4 que a su vez comunica con la ciudad capital a tan solo 17 km. o bien la interconexión Bárcenas – Antigua Guatemala con 18 km. de distancia. La ENCA se encuentra dentro de una formación urbana con un

acceso estratégico hacia las distintas zonas agrícolas del altiplano central, con desplazamiento rápido hacia centros de mayoreo o bien centrales distribuidoras (3).

El transporte extraurbano envía unidades de la ciudad capital a Bárcenas y viceversa, con un flujo constante y además circulan unidades de transporte colectivo hacia Villa Nueva.

## **1.2.2 CONDICIONES AGROECOLÓGICAS Y RECURSOS NATURALES**

### **1.2.2.1 Zona de vida**

La zona de vida según Holdrige, se encuentra dentro del bosque subtropical templado variando ligeramente a cálido, esto debido a los cambios climáticos que se han generado por la falta de cobertura de cuerpos de agua, cambios en el uso de la tierra producto del avance de la frontera agrícola y el aprovisionamiento de materias primas para la elaboración de blocks.

#### **1.2.2.1.a Altitud**

La finca Bárcenas posee altitudes variables: 1,406 msnm al final del río platanitos hasta 1,485 msnm en el Consulado Oeste, mientras que en las instalaciones administrativas se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1,445 mts.

#### **1.2.2.1.b Temperatura**

La temperatura media anual en la finca Bárcenas, oscila entre 14° y 16° centígrados.

#### **1.2.2.1.c Precipitación pluvial**

La precipitación pluvial media por año es de 760 a 1130 mm/año.

### **1.2.2.2 Suelos**

Según el mapa geológico, los suelos de la ENCA se desarrollaron a partir de la era Cuaternaria y pertenecen a los rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso (2).

#### **1.2.2.2.a Morfogénesis**

El suelo de la ENCA tiene forma de abanico, el origen de este abanico se debe al aporte de material volcánico de la parte norte efectuado por los ríos Villalobos, Pínula, Molino y Platanitos.

#### **1.2.2.2.b Tipo de roca**

Los suelos de la ENCA son materiales aluviales formados por fragmentos de rocas volcánicas dentro de una matriz piroclástica de granulometría de limo a arena, con un espesor aproximado de 300 mm. de tipo pomáceo en el cual, a partir de 2.5 m de profundidad se observan partículas grandes, entre 2 y 64 mm de diámetro, que se utiliza para materiales de construcción o bien como sustrato de pilones y mezcla de bolsas para almácigos (2).

Según Simmons et. al. (1959), los suelos pertenecen al subgrupo B, de la Altiplanicie Central de Guatemala, definidos como profundos sobre materiales volcánicos, a mediana altitud. Los minerales que se pueden encontrar en la región son rellenos de pómez y depósitos laháricos (2).

#### **1.2.2.2.c Pendiente**

Domínguez (2000) indica que, la ENCA se encuentra dentro de suelos que oscilan entre planos de pendientes inferiores al 4% a fuertemente inclinados, reportando pendientes mayores a 55% (2).

#### **1.2.2.2.d    *Fisiografía***

De acuerdo a la clasificación fisiográfica – geomorfología, la ENCA se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Tierras Altas Volcánicas e influenciado en el gran paisaje del complejo de la montaña de Carmona, en las cuales se ubican las áreas de la ENCA en el pie de monte, terrazas antiguas, terrazas aluviales y talud cauce del río platanitos (2).

La ENCA se encuentra ubicada dentro de la región fisiográfica Tierras Altas Volcánicas la cual se encuentra delimitada por la pendiente volcánica reciente y las tierras altas cristalinas, esta región fisiográfica se caracteriza por tener las montañas y volcanes más altos de la república y los dos volcanes más altos de Centroamérica, esta formado por rocas ígneas intrusivas y extrusivas en la cual la actividad volcánica empezó desde el Paleozoico intensificado durante el terciario. En esta región las erupciones de tipo grieta lanzaron cantidades de material principalmente basalto y riodacita que cubrieron las formaciones de tierra preexistente desarrollados sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte.

La región natural de tierras altas volcánicas pertenece a las regiones que comúnmente se le conoce como altiplano en el cual toma en cuenta la porción oriente, occidente y central. En esta región el tipo de uso principal es dedicado a bosques, hortalizas (tradicionales y de exportación) y frutales deciduos.

#### **1.2.2.2.e    *Textura***

Las texturas presentes en toda el área de la finca Bárcenas son: arena franca, arenoso, franco arenoso y franco arcillo-arenoso.

**Cuadro 1. Paisajes de la ENCA**

<b>Región natural</b>	<b>Región fisiográfica</b>	<b>Gran paisaje</b>	<b>Paisaje</b>	<b>Subpaisaje</b>
Tierras Altas Volcánicas	Tierras Altas Volcánicas	Montañas de Carmona	<p>A. Área central</p> <p>B. Talud Cauce del río Platanitos</p> <p>C. Terraza antigua del área del Zope</p> <p>D. Pie de monte del lan</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Valle de los consulados</li> <li>▪ Valle del área central de la ENCA</li> <li>▪ Terrazas recientes del Platanitos</li> <li>▪ Terrazas subrecientes del Platanitos</li> <li>▪ Terrazas antiguas del Platanitos</li> <li>▪ Talud del río Platanitos</li> <li>▪ Valle levantado del Zope</li> <li>▪ Ondulaciones del lan</li> <li>▪ Parte baja del lan</li> </ul>

Fuente: Domínguez, A.

### **1.2.2.3 Agua**

#### **1.2.2.3.a Principales fuentes de agua**

El agua que abastece todas las instalaciones de la ENCA y que sirve para todos los servicios internos en ella (Baños, piscina, comedor, talleres, laboratorios, área de cultivos, etc.), proviene de pozos propios de la institución.

### 1.2.2.4 Flora y fauna

#### 1.2.2.4.a Flora

Entre la flora que se encuentra en la finca se tienen árboles frutales: mango (*Manguifera indica*), limón (*Citrus vulgaris*), musáceas (*Musa* ssp), aguacate (*Persea americana*), naranjo (*Citrus sinensis*), nance (*Byrsonima crassifolia*), higo (*Ficus carica*), níspero (*Eriobotrya japónica*), pithaya (*Hylocereus* sp), melocotón (*Prunus* sp), etc.

Árboles forestales: La vegetación del área forestal está conformada principalmente por especies de casuarina (*Casuarina equisetifolia*), pino ocote (*Pinnus oocarpa*), Eucaliptos (*Eucalyptus* sp.), plantaciones forestales de pino (*Pinnus* sp.), llama del bosque (*Spathodea campanulata*), cedro (*Cedrella* sp.), entre otros.

Entre las hortalizas: repollo (*Brassica* ssp), lechuga (*Lactuca sativa*), tomate (*Solanun lycopersicum*), chile pimiento (*Capsicum annum*), apio (*Apium graveolens*), zanahoria (*Daucus carota*), remolacha (*Beta vulgaris*), acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), maíz (*Zea maíz*), entre otras.

Entre las ornamentales: rosales (*Rosa* spp.), scheffleras (*Schefflera* spp.), bugambilias (*Bougainvillea* spp.), ave del paraíso (*Strelitzia reginae*), crotos (*Codiaeum varegatum*), pony (*Beaucarnea guatemalensis*), entre otras.

Además de pastos, malas hierbas como: caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), zácate pará (*Brachiaria mutica*), bermuda (*Cynodon dactylon*), bledo (*Amaranthus palmeri*), coyolillo (*Cyperus rotundus*), etc.

#### 1.2.2.4.b Fauna

Se encuentran aves silvestres como: clarineros (*Anisognathus igniventris*), zanates (*Quiscalus quiscula*), garzas (*Tribu ardeini*), zopilotes, pericos, así como también aves nocturnas tales como: lechuzas (*Asio flammeus*), buhos (*Bubo virginianus*). También hay aves de corral como: gallinas y pollos.

En cuanto a animales vertebrados e invertebrados se pueden observar: iguanas verdes, serpientes de diferente especie, cutetes, lagartijas, lagartos pequeños, insectos, tortugas, sapos, ranas, tacuazines, ratas, ratones, entre otros.

También se cuenta con animales para la producción: conejos, cerdos (híbrido Camboro 22, Durok y York shire), vacas, pelibueyes y animales domésticos como gatos, perros y caballos.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general:**

- Describir la situación actual e identificar los principales problemas que afronta la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

- 1.3.2.1 Describir la forma de organización de la Escuela Nacional Central de Agricultura.
- 1.3.2.2 Describir las diferentes actividades productivas que la Escuela Nacional Central de Agricultura realiza.
- 1.3.2.3 Jerarquizar la problemática identificada en la Escuela Nacional Central de Agricultura.

### **1.4 METODOLOGÍA**

#### **1.4.1 Fase de campo**

##### **1.4.1.1 Delimitación del área de trabajo**

- Los trabajos se realizaron en La Escuela Nacional Central de Agricultura, finca Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.

##### **1.4.1.2 Recopilación de la información**

- Se realizó un recorrido en las diferentes áreas de producción de la ENCA, para obtener la información necesaria.

- Se entrevistó informalmente a los trabajadores de la Escuela en los diferentes procesos productivos para conocer los aspectos más importantes de cada área.
- Se realizaron preguntas relacionadas con los siguientes aspectos:
  - Tamaño, Recursos y Producción
- Se consultó en bibliotecas para la obtención de la información secundaria, realizando consultas bibliográficas en las memorias, libros, tesis, revistas existentes en la biblioteca de dicha institución.

## **1.4.2 Fase de gabinete**

### **1.4.2.1 Procesamiento de la información**

- Se observó, anotó y recabó la información requerida.
- Se ordenó la información y se procedió a la tabulación de los datos en el sistema de cómputo disponible, para la realización del informe de diagnóstico, tomando en cuenta la descripción del área, instalaciones, equipo utilizado, mano de obra, profesionales a cargo, actividades realizadas, entre otras.
- Y por último se procedió a analizar la información, enfocado a priorizar la problemática encontrada.

## **1.5 RESULTADOS**

### **1.5.1 Antecedentes**

En 1921 fue fundada la Escuela Nacional de Agricultura –ENA-, en la finca nacional La Aurora, de la ciudad capital. En 1936, la ENA se trasladó a La Alameda, Departamento de Chimaltenango y finalmente en 1944 se instaló en la finca Bárcenas, municipio de Villa Nueva, del Departamento de Guatemala, en donde se encuentra actualmente (3).

En 1929, el General Lázaro Chacón, presidente de la República, creó dos escuelas regionales de agricultura, una en Jalapa y otra en Quetzaltenango, por lo que a la ENA se le llamó Escuela Nacional Central de Agricultura, ENCA, para distinguirlas de las dos regionales, la de oriente y la de occidente, las cuales fueron cerradas por el General Jorge Ubico, en los años cuarenta, cuando era Presidente de la República. La educación

agrícola impartida por la ENCA ha sufrido transformaciones desde su fundación. En enero de 1960 se suspendió el ingreso de estudiantes con nivel primario y se exige el nivel secundario para su admisión. En 1967 se crea el Instituto Técnico de Agricultura ITA, con la fusión de la ENCA y la Escuela Forestal Centroamericana, por sugerencia del Instituto Politécnico de California (3).

En 1985, la nueva Constitución de la República de Guatemala, en su artículo 79 crea la ENCA como una entidad autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio. En noviembre de 1986 fue suprimido el ITA, restituyéndose el nombre de ENCA, que conserva hasta la fecha (3).

En 1996, las reformas a la Ley Orgánica modifican la conformación del Consejo Directivo, y a la vez dispone que todo miembro de este Consejo, tenga facultad para proponer candidatos al cargo de director de la ENCA. Además se titulan a nombre de la ENCA las tierras de la finca Bárcenas y las del parque Las Ninfas. De igual manera, la Ley General de Relaciones Laborales de la ENCA y su personal, le brinda la potestad de establecer libremente las relaciones con su personal, lo que permite remunerar adecuadamente a profesores altamente calificados (3).

Desde su fundación han egresado de la ENCA más de 4,500 profesionales, que se han integrado directamente al trabajo en comunidades o empresas, muchos de ellos han continuado su formación profesional, graduándose de Ingenieros, Master y Doctores, aportando mejores servicios a la sociedad.

Actualmente la ENCA focaliza su esfuerzo institucional hacia la formación tecnológica y humana bajo un intenso y riguroso programa de estudios. Dicho programa ha logrado adaptar e incorporar exitosamente un enfoque empresarial en la formación de los estudiantes a través de la implementación de proyectos empresariales, los cuales constituyen una vivencia real de la actividad agrícola y permiten que se genere un espíritu emprendedor en los egresados para constituirse en nuevos empresarios.

Las prioridades institucionales son:

- Incrementar la oferta de egresados hacia el sector agrícola y forestal del país al nivel de Peritos Agrónomos y Peritos Forestales, elevando en los próximos años la población estudiantil a un mínimo de 600 alumnas y alumnos.
- Implementar la segunda etapa que dio inicio en el 2005 junto a las Facultades de Ingeniería y Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en su Plan Estratégico integrando el nivel de Licenciatura en Agroindustria con la carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales considerando que en el largo plazo la agricultura de Guatemala deberá ofertar productos intermedios y de consumo final para minimizar el modelo actual de exportar materias primas.
- Implementar unidades modelo de producción agrícola y forestal en localidades estratégicas del país con el objeto de difundir la tecnología de producción y transformación; y finalmente iniciar acciones en investigación de tecnología aplicada para coadyuvar a la solución de problemas puntuales en la producción agropecuaria y forestal.

## **1.5.2 Recursos físicos y humanos**

### **1.5.2.1 Tierra**

Para desarrollar sus actividades de docencia, producción, investigación y servicios, la ENCA cuenta con 184 hectáreas (4.116 caballerías) de terreno en la finca Bárcenas y el parque las Ninfas de Amatitlán. Estas áreas se encuentran distribuidas entre las diferentes áreas, siendo estas: producción animal, producción forestal, producción de granos básicos, producción de frutales, producción de hortalizas, producción de flores y ornamentales, reservas de bosques y piscícolas y parque Las Ninfas (3).

### **1.5.2.2 Maquinaria y equipo**

La ENCA cuenta con gran disponibilidad de maquinaria y equipo moderno, adecuado a las necesidades que el mercado de trabajo requiere, dentro de los cuales se menciona: tractores, picops, carretones, buses, palas, azadones, machetes, cobas, etc. Así como diferentes instalaciones para los diferentes procesos productivos.

### **1.5.2.3 Instalaciones**

Para cumplir con sus funciones, la ENCA cuenta con una infraestructura que comprende: 5 edificios donde se ubican las residencias estudiantiles, cocina y comedor; lavandería, biblioteca, clínica médica y odontológica, laboratorios de computación, sala de proyecciones y oficinas administrativas; aulas con capacidad mínima de 40 estudiantes, laboratorios de suelos, química, entomología y fitopatología, protección forestal, auditorium, barbería, talleres, establo, apiario, gallineros, áreas deportivas, que incluyen: piscina con todos sus servicios, canchas de fútbol, básquetbol, voleibol, gimnasio, corral de jaripeo, entre otras. Además cuenta con residencias específicas que son ocupadas por catedráticos de la institución, así como instalaciones para el procesamiento de materias primas como carne, café, lácteos y frutas así como un acopio destinado para la venta de productos.

#### **1.5.2.3.a Laboratorios**

Dentro de las instalaciones de la ENCA, hay salones de laboratorios convenientemente equipados, donde los estudiantes realizan prácticas como parte de su formación técnica. Los laboratorios son: Botánica, Suelos, Entomología, Fitopatología, Química, Dibujo Técnico, Fauna Silvestre, Planta Procesadora de Lácteos, Sanidad Animal y Computación.

Cada laboratorio tiene adecuadas instalaciones y cuenta con su equipo correspondiente (microscopios, reactivos, etc.), y son utilizados por los estudiantes, bajo la supervisión y apoyo del catedrático encargado. Adicionalmente se realizan servicios técnicos como contribución de la ENCA a la comunidad agroforestal del país, a través de los laboratorios de Suelos y Plantas, en donde se realizan análisis de fertilidad de suelos, diagnósticos fitopatológicos y entomológicos.

#### **1.5.2.3.b Centro de cómputo**

El Centro de cómputo o centro de enseñanza de computación de la ENCA (CECENCA), fue creado con el objeto de incorporar dentro de los pensum de estudios de

las carreras, los cursos de computación necesarios de acuerdo a los avances tecnológicos y a las necesidades de inducción de destrezas a los estudiantes (3).

Además, los estudiantes y profesores utilizan el Centro de Cómputo para elaborar y procesar sus proyectos de trabajo e investigación, uso de INTERNET y correo electrónico. El Centro de Cómputo cuenta con 40 computadoras personales que están a disposición del personal de la ENCA. El nodo de INTERNET instalado, permite una conexión simultánea de aproximadamente 50 usuarios que constantemente pueden buscar y recibir información científica, tecnológica y de diferente naturaleza.

#### **1.5.2.3.c Centro de capacitación "las ninfas"**

Se ubica en el parque "Las Ninfas", de Amatitlán. Es el centro de proyección social de la Escuela Nacional Central de Agricultura, para capacitar a los agricultores, ambientalistas, productores, agroindustriales, administradores, forestales, piscicultores, ONGs, y otros. La ENCA cumple así su responsabilidad de disponer al servicio de la sociedad guatemalteca sus recursos humanos y tecnológicos; y ante todo, su experiencia y su visión en la formación de recursos humanos dentro del sector agropecuario y forestal.

#### **1.5.2.3.d Acopio**

La ENCA cuenta con tres centros de acopio distribuidos estratégicamente, uno en la parte aledaña a las colonias residenciales de Altos de Bárcenas 1 y 2, situado otro en la parte aledaña de la aldea de Bárcenas Villa Nueva y el tercer acopio que se encuentra dentro de las instalaciones de la ENCA.

En el acopio se puede encontrar todos los productos de las diferentes áreas como por ejemplo queso, leche, yogurt, carne, verduras, flores, etc. En los cuales los precios son más cómodos para la canasta familiar a diferencia de los mercados cercanos al lugar.

#### **1.5.2.4 Comunicación**

La escuela cuenta con 10 líneas telefónicas asignadas, así como con servicio de telefonía pública; y se encuentra conectada al servicio de la red internacional de comunicaciones por computadora INTERNET a través de un nodo local, siendo el nombre de su dominio [www.enca.edu.gt](http://www.enca.edu.gt) y su dirección de correo electrónico: [central@enca.edu.gt](mailto:central@enca.edu.gt).

#### **1.5.2.5 Recurso humano**

Dentro de sus recursos humanos, la ENCA se ha preocupado por contar con catedráticos de gran experiencia y calidad docente, especializados en cada una de sus áreas, con grados académicos que van desde Peritos Agrónomos y Forestales, licenciaturas, maestrías y doctorados, con experiencia en docencia y administración pública y empresarial.

Así como con trabajadores (185 aproximadamente), y con un aproximado de 450 alumnos de los diferentes años, para la realización de las diversas actividades de producción en las diferentes áreas.

#### **1.5.2.6 Recurso financiero**

Los Recursos financieros provienen de la asignación de un mínimo del 5% del presupuesto ordinario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), un 20% del fondo privativo del Instituto Nacional de Bosques, y la generación de fondos propios a través de actividades de producción y comercialización de productos agrícolas y forestales y otras actividades. Estos fondos son administrados por una Unidad Financiera Especializada, que a su vez es supervisada por la Unidad de Controles Internos (Auditoría), la Dirección y el propio Consejo Directivo.

### **1.5.3 Área de producción**

El área de producción se encarga de planificar, desarrollar y evaluar los procesos de producción agrícola, pecuaria y forestal, así como coordinar las actividades de comercialización de los productos que se generan.

La ENCA cuenta con seis áreas de producción que se dedican a la producción y venta de sus productos principalmente, dentro de las cuales están el área de producción animal, área de hortalizas, área de floricultura, área de fruticultura, área de vivero forestal y el área de agroindustria.

### 1.5.3.1 Área de producción animal

Esta área posee 6 subáreas las cuales son: avicultura, cunicultura, planta de concentrados, ganado vacuno, ovinos y porcinos; de las cuales las más importantes son la de avicultura, porcinos y ganado vacuno, ya que estas son explotadas tanto para el consumo interno como para la venta al público. El resto de subáreas está destinada para el aprendizaje de los alumnos.

Esta área posee 11 galpones para aves, una bodega para la elaboración de concentrados, un edificio donde se encuentran la oficina del área, bodega de almacén y la sala de ordeño. Además posee para cerdos; sala de engorde, sala de gestación, sala de maternidad y una sala destete. Así como también, área de conejos y área de ovinos.

**Cuadro 2. Inventario de especies en producción animal**

DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Ganado bovino	56
Ganado porcino	350
Ganado aviar	3100
Ganado ovino	45
Ganado equino	5
Colmenas	25
Total	3581

**Fuente: Producción animal 2007**

Cada 15 días ingresa un lote de 500 pollos de engorde, el cual es sacado al destace y a la venta a la 8va semana, se poseen dos lotes de aves ponedoras. Cada día

se destazan aproximadamente 60 pollos, Se posee un área de ganado bovino en donde se ordeña dos veces al día y parte de la leche se transforma en subproductos.

#### **1.5.3.1.a Recursos**

Dentro de los recursos que posee esta área se encuentran 15 trabajadores los cuales se encargan de realizar la mayoría de actividades de alimentación, ordeño, elaboración de concentrados, recolecta de huevos, manejo de pollos, destace de cerdos y pollos, manejo de abejas. Conjuntamente con los alumnos de primer y segundo año.

Así también dentro de la maquinaria y equipo que posee está área están:

- Un tractor con carretón para la distribución del alimento.
- Maquina mezcladora un poco rústica para la elaboración de concentrados.
- Ordeñador
- Separadora de sólidos y líquidos
- Maquinaria para la transformación de productos lácteos.
- Dos silos para el almacenaje de alimento.
- Una picadora para la elaboración del alimento.
- Equipo para la obtención de miel.

#### **1.5.3.1.b Producción**

Dentro de los principales productos obtenidos en esta área están: pollo, leche, queso, crema, carne de cerdo, conejos en pie y venta de lechones.

#### **1.5.3.2 Área de hortalizas**

Esta área es de suma importancia porque es la que abastece de productos tanto a la cocina para la alimentación del personal y alumnos, así como también para la venta en el acopio. Esta área posee gran diversidad de cultivos los cuales se encuentran distribuidos en un área aproximada de 9 manzanas (8).

**Cuadro 3. Área por cultivo**

<b>Cultivo</b>	<b>Área de cultivo (m<sup>2</sup>)</b>
Acelga	72
Apio	60
Brócoli	2,760
Cebolla	4,600
Chile cobanero	20
Chile dulce	2,728
Chile jalapeño	3,780
Coliflor	1240
Ejote	180
Frijol	80
Güisquil	1,200
Jocote	2,900
Lechuga	3,400
Maíz	7,560
Miltomate	60
Pepino	9,950
Perejil	220
Puerro	54
Rábano	140
Remolacha	480
Repollo	1,720
Tomate	11,830
Zanahoria	4,800

**Fuente: Área de hortalizas 2007**

### **1.5.3.2.a Recursos**

Dentro de los recursos que posee esta área se encuentran 25 trabajadores los cuales se encargan de realizar la mayoría de actividades como lo son la siembra, fertilización, limpias, control de plagas y enfermedades, cosecha, elaboración de pilones, riego, etc. conjuntamente con los alumnos de primer y segundo año.

Esta área posee la maquinaria y equipo siguiente:

- Un rotovalor para la elaboración de camas.
- Bombas a motor.
- Almacén de herramientas.
- Bodega de insumos (insecticidas, fungicidas y fertilizantes).
- Baterías de invernaderos tanto para la elaboración de pilones, así como para la producción de tomate principalmente.
- Bodega de insumos para la elaboración de pilones (sustrato, semillas, bandejas).

### **1.5.3.2.b Producción**

Dentro de los principales productos obtenidos en esta área se mencionan tomate, maíz, repollo, zanahoria, pepino, chile pimiento, cebolla y lechuga.

### **1.5.3.3 Área de floricultura**

Esta área es una de las más pequeñas de la ENCA, aquí principalmente es poca la producción debido a que la actividad principal es la docencia de especies principalmente la producción de rosas entre otras especies podemos mencionar ave del paraíso, gerberas, cartuchos y begonias, violetas, curarina, narcisos, crotos, pony, anturrios y scheffleras (1).

### **1.5.3.3.a Recursos**

Dentro de los recursos humanos que posee esta área se encuentran 4 trabajadores los cuales se encargan de realizar la mayoría de actividades como siembra, fertilización, limpias, control de plagas y enfermedades, corte, riego, etc. conjuntamente con los alumnos de primer y segundo año.

Así también dentro de la maquinaria y equipo que posee esta área se mencionan:

- Invernaderos principalmente con rosas
- Umbráculos
- Estación metereológica
- Bombas a motor y de mochila
- Almacén de herramientas
- Bodega de insumos (insecticidas, fungicidas y fertilizantes)
- Carretas, navajas, regaderas, palas, piochas, etc.

#### **1.5.3.3.b Producción**

Dentro de los principales productos obtenidos en esta área se mencionan rosas, ave del paraíso, gerberas, cartuchos y begonias.

#### **1.5.3.4 Área de fruticultura**

Esta área cuenta con 5.6 ha de terreno, teniendo gran diversidad de especies; el mayor porcentaje del área es ocupada por plantaciones de macadamia, aguacate, mora y café principalmente (6).

#### **1.5.3.4.a Recursos**

Dentro de los recursos humanos que posee esta área se encuentran 4 trabajadores los cuales se encargan de realizar la mayoría de actividades de manejo de los cultivos propiamente establecidos. Conjuntamente con los alumnos de primer y segundo año.

Dentro de la maquinaria y equipo utilizado en está área están:

- Vehículo para las diferentes actividades.
- Despulpadora de café
- Seleccionador de limón
- Bombas a motor y de mochila.
- Almacén de herramientas.
- Bodega de insumos (insecticidas, fungicidas y fertilizantes).
- Carretas, navajas, regaderas, palas, piochas, etc.

#### **1.5.3.4.b Producción**

Los principales productos obtenidos en esta área son: café, limón, aguacate, banano, mandarina, naranja, níspero, guayaba, macadamia, pitaya, higo, durazno. Aunque de todos estos productos los que más son comercializados son el café y el limón principalmente. Además de la venta de árboles de limón y aguacate.

#### **1.5.3.5 Área de vivero forestal**

Esta área es de aproximadamente 1 hectárea. Dentro de esta se cuenta con una área cubierta con saran de 1250 metros cuadrados, utilizados para la producción de pilones en bandeja de especies forestales, el área utilizada para la producción de especies forestales en bolsa es de aproximadamente 5750 metros cuadrados (4).

##### **1.5.3.5.a Recursos**

Dentro de los recursos humanos que posee esta área se encuentran 10 trabajadores los cuales se encargan de realizar la mayoría de actividades como llenado de bolsas, transplante, realización de mezclas de sustratos, acarreo de bolsas, siembra, repique, etc. conjuntamente con los alumnos de primer y segundo año.

Así también dentro de la maquinaria y equipo que posee esta área se mencionan:

- Áreas con saran
- Motosierras
- Carretas y cernidores
- Bombas a motor y de mochila
- Almacén de herramientas
- Bodega de insumos (insecticidas, fungicidas y fertilizantes)
- Regaderas, palas, piochas, machetes, palas duplex, etc.

##### **1.5.3.5.b Producción**

Dentro de los principales productos obtenidos en esta área se mencionan pino (*Pinnus oocarpa*, *Pinnus maximinoii*, *Pinnus pseudostrobus*, *Pinnus montesumae*), ciprés

(*Cupresus lusitánica*), eucalipto (*Eucalyptus glóbulos*), caoba africana (*Swietenia* sp.), palo blanco (*Sivistax donald-smithii*), Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*).

### **1.5.3.6 Área de agroindustria**

La ENCA conjuntamente con las Facultades de Ingeniería y Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, implementaron a partir del año 2005 la carrera de “Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales”. Debido a este proyecto se instalaron varias áreas para darle un valor agregado a la mayoría de productos obtenidos en las diferentes áreas de producción ya mencionadas (7).

Dentro de los procesos de industrialización realizados destaca la producción de: cárnicos, lácteos, maderas, hortalizas, frutales, café y miel; pudiendo aumentarse y o ampliarse dependiendo las necesidades y recursos de la ENCA.

#### **1.5.3.6.a Maquinaria y equipo**

El área de agroindustria en la ENCA, cuenta con lo siguiente:

- Una instalación para procesar cárnicos (embutidos, ahumados, etc.)
- Una instalación para procesar lácteos (quesos, crema, yogurt, etc.)
- Una instalación para procesar maderas (muebles, piezas, etc.)
- Una instalación para procesar miel (envasado)
- Una instalación para procesar hortalizas (enbandejado, empaque, etc.)
- Una instalación para procesar frutas (jaleas, guacamol, etc.)
- Una instalación para procesar café (beneficiado, bebidas, etc.)

Dentro del equipo y maquinaria se puede enlistar:

**Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de cárnicos**

1	Pesa romana
1	Cuchillo eléctrico de cocina
1	Procesadora doméstica
1	Batidora doméstica
1	Empacadora de bandeja
2	Moledoras de carne
1	Mesa de acero inoxidable
2	Congeladores
1	Freezer
1	Estufa
1	Etiquetadora

**Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de rastro**

1	Sierra cortadora "carne"
1	Cuarto frío (2.5 mt.* 2.5mt.)
1	Desplumadora

**Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de lácteos**

1	Caldera
1	Mesa de acero
1	Descremadora
1	Molino

1	Congelador
1	Lavamanos
1	Mesa de madera
1	Estufa
1	Agitador
1	Cortina de enfriamiento
1	Estantería
	Toneles de 200 litros
	Cajas plásticas
	Moldes de pvc para queso
	Bandejas para queso
	Equipo sanitario (botas, redecillas, bata, etc.)

**Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de ordeño**

1	Milk kiper
6	Ordeñadoras
	Aplicadores de yodo

**Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de maderas**

**Aserradero**

1	Sierra de banda o cinta 20"
1	Sierra circular
1	Canteadora
1	Cepilladora
1	Torno
1	Barreno de pedestal

**Tecnología de la madera**

1	Trompo
---	--------

1	Espigadora
1	Machimbradora
1	Compresor

### **Herramienta manual**

Martillos  
 Clavos  
 Escuadras  
 Pegamento  
 Desarmadores  
 Formones  
 Destornilladores  
 Punzones

### **Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de miel**

2	Estufas con cilindro
1	Marcadora de cera
1	Centrifuga
1	Enmaquetadora de cera
1	Licuada industrial
1	Congelador
2	Mesas de acero
2	Mesas de madera

### **Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de hortalizas**

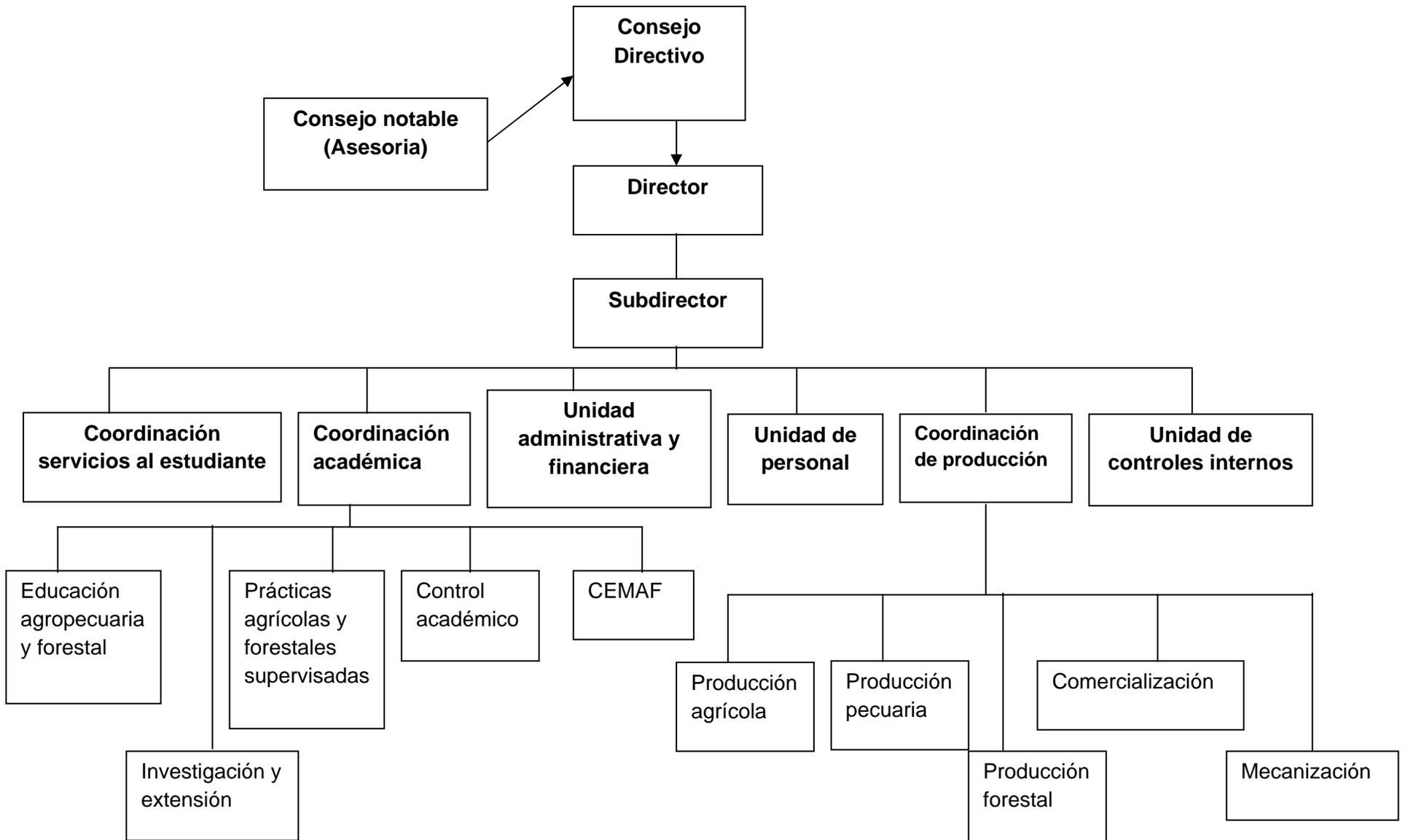
1	Plancha termoselladora
1	Selladora de bolsa
4	Mesas de acero inoxidable

1	Balanza
1	Lavadora de trastos (para lavar productos)
1	Lavamanos
1	Hidrolavadora
3	Tarimas para producto ya procesado
1	Lámpara antiinsectos
1	Bascula
	Equipo de limpieza
1	Cardex
	Bandejas

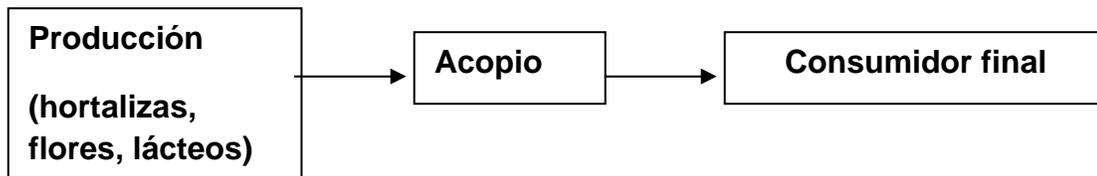
**Cantidad      Equipo y maquinaria existente en el área de frutas**

	Mesas de trabajo
1	Lavamanos
1	Licuada industrial
1	Estufa con gas

### 1.5.4 Organigrama de la ENCA



### 1.5.5 Canales de comercialización



### 1.5.6 Discusión de resultados

Luego de realizar el recorrido por las diferentes áreas de producción se pudieron identificar de forma jerárquica los siguientes problemas:

- Uno de los principales problemas se encuentra en el área de producción de hortalizas en las cuales las prácticas de manejo incluyen el uso de insumos químicos y no incluyen prácticas orgánicas. Como por ejemplo el uso de sólo fertilizantes químicos únicamente los cuales contribuyen a la degradación de los suelos.
- En el área de producción animal se observó que en el área de cerdos, al momento de la castración no se tiene estandarizado un tipo de corte para la extracción de los testículos, de los lechones lo cual retarda el proceso de cicatrización facilitando u ocasionando el ingreso de agentes infecciosos los cuales son capaces de producir la muerte rápida, generando pérdidas económicas considerables. Además no se tiene una certeza de la efectividad en las aplicaciones de antibióticos en los lechones.
- En el área de fruticultura con el cultivo de aguacate, donde debido a que no se conoce la procedencia de las semillas de aguacate, las cuales son traídas por los estudiantes de diferentes áreas del país no se logra obtener uniformidad en las plantas para patrón, afectando tanto en tamaño de planta como en producción. Además de que no se conoce el grosor para el esqueje es el mejor para su propagación.

- En el área de vivero forestal no se tienen programas de fertilización adecuados para las especies forestales, así como el sustrato adecuado para cada especie.
- En el área de floricultura no se tienen adecuadas prácticas para la propagación asexual de especies, especialmente de violeta y de curarina.

### Matriz de priorización de problemas

Luego de haber determinado los principales problemas se procedió a realizar una matriz de priorización conjunta con los ingenieros encargados de las secciones, obteniendo los resultados siguientes:

**Cuadro 4. Matriz de priorización de problemas**

Problemas	Abono orgánico	Castración	Aguacate	Fertilización	Violeta
Abono orgánico	-----	Abono Orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico	Abono orgánico
Castración	-----	-----	Castración	Castración	Castración
Aguacate	-----	-----	-----	Aguacate	Aguacate
Fertilización	-----	-----	-----	-----	Fertilización
Violeta	-----	-----	-----	-----	-----

## **1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **1.6.1 Conclusiones**

- 1.6.1.1** La organización de la ENCA está constituida por un consejo directivo, un director, un subdirector, y varios encargados de las diferentes coordinaciones los cuales cumplen la función de dirigir el proceso de enseñanza de una forma adecuada y precisa.
- 1.6.1.2** En la ENCA existen seis áreas de producción; producción animal, floricultura, fruticultura, vivero forestal, hortalizas y agroindustria. Dichas áreas son utilizadas por los estudiantes para realizar sus prácticas agronómicas. La ENCA se dedica a la producción con el fin de autoconsumo, el excedente de productos obtenidos es vendido en el centro de acopio.
- 1.6.1.3** Los principales problemas que se detectaron fueron; la utilización de solo fertilizante químico (que causa la degradación de los suelos del área de hortalizas), y la muerte de los lechones después del proceso de castración, debido a la poca efectividad de los antibióticos en el control de agentes infecciosos en el área de producción animal.

### **1.6.2 Recomendaciones**

- 1.6.2.1** Buscar formas orgánicas de fertilización, para reducir la degradación de los suelos en el área de hortalizas, tomando en cuenta que existe material orgánico dentro de las instalaciones para poder realizarlo.
- 1.6.2.2** Se recomienda realizar pruebas de otros antibióticos al momento de la práctica de castración en cerdos, para reducir la mortalidad de los lechones y así minimizar las pérdidas económicas en esta área por esta práctica.

- 1.6.2.3 Realizar los programas de fertilización, de las diferentes especies que se manejan en el vivero forestal, para obtener un mejor desarrollo de las plantas y por ende una mejor presentación al momento de la venta.
- 1.6.2.4 Realizar una clasificación de la semilla de aguacate al momento en la que se colecta para tener más o menos clara la procedencia del material.
- 1.6.2.5 Realizar pruebas con los diferentes métodos de reproducción asexual existentes en las especies de violeta y curarina para determinar cual se adapta mejor a las condiciones de la escuela y con ello tener una mayor eficiencia con el material existente.

## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Alemán, M. 2007. Producción de flores (entrevista). Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. Escuela Nacional Central de Agricultura, Docente.
2. Coronado, F; Estrada, C; Dominguez, A. 2000. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Escuela Nacional Central de Agricultura, Bárcenas, Villa Nueva. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 53 p.
3. ENCA. 2006. Aspectos generales de la Escuela Nacional Central de Agricultura. Guatemala. Disponible en [http: www.enca.edu.gt](http://www.enca.edu.gt)
4. García, F. 2007. Vivero forestal (entrevista). Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. Escuela Nacional Central de Agricultura, Caporal.
5. Instituto Geográfico Nacional. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Guatemala. Tipografía Nacional.
6. Navichoc, J. 2007. Producción de frutas (entrevista). Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. Escuela Nacional Central de Agricultura, Docente.
7. Orellana, R. 2007. Agroindustria (entrevista). Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. Escuela Nacional Central de Agricultura, Área Agroindustria.
8. Pérez, O. 2007. Producción de hortalizas (entrevista). Bárcenas Villa Nueva, Guatemala. Escuela Nacional Central de Agricultura, Caporal.

## **CAPÍTULO II**

### **INVESTIGACION**

**Evaluación del uso de aspersiones foliares de extractos de té orgánicos (equinaza y vermicompost) como complemento de la fertilización en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de invernadero, en la finca Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala**

**Evaluation of the use of foliar sprays of teas excerpts of organic (equinaza and vermicompost) as a complement to fertilization on performance of the crop of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in terms of greenhouse in the farm Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala**

## 2.1 PRESENTACION

La investigación se realizó en la finca Bárcenas, se enfocó en el estudio de las aspersiones foliares de extractos de tés orgánicos de equinaza y vermicompost en lechuga *Lactuca sativa* L. La aspersión foliar es una práctica que se inició a partir de la época Babilónica y aparece reportada en la literatura en 1844, y no es más que la nutrición a través de las hojas (1).

Las aspersiones foliares no sustituyen la fertilización tradicional, son un complemento ideal para obtener mejores resultados y que algunos de los micronutrientes sean absorbidos de mejor manera por la planta (1).

La fertilización orgánica ha tomado auge en la actualidad, debido al tema de prácticas agronómicas que reduzcan el daño ambiental, y debido a que la fertilización química indiscriminada es una de las causantes de la degradación de los suelos, además de que el proceso de producción tiene un costo elevado, por eso se ha recurrido a este tipo de fertilización (9).

La fertilización orgánica es una práctica sencilla y económica, pues la materia orgánica constituye la principal reserva natural de los nutrientes potencialmente asimilables por las plantas. La conservación y el manejo de la misma pueden ser la vía más económica para optimizar la nutrición vegetal y desempeñar por lo tanto, un papel importante en la fertilidad de suelos (6).

Los tés orgánicos son soluciones que resultan de la mezcla de compost con agua, al que se le agregan sustancias estimulantes de la actividad microbiana como melaza, ácidos húmicos o fúlvicos, algas, etc. Estos se pueden utilizar como fertilizantes foliares y a veces al suelo (6).

La investigación se realizó durante el desarrollo de EPS desde el mes de mayo hasta el mes de noviembre del año 2007 y se enfocó al rendimiento del cultivo de lechuga

*Lactuca sativa* L. en kg/ha, además del contenido nutricional y la inocuidad del alimento, debido a que dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura es un cultivo de importancia debido a que es una de las hortalizas que aparece dentro de la dieta alimenticia.

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Generalidades del cultivo

El cultivo de la lechuga pertenece a la familia de las compuestas y su nombre botánico es *Lactuca sativa* L. Es una planta anual (10).

#### 2.2.1.1 Clasificación botánica

Dominio:	Eukarya
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Lactuca
Especie:	<i>Lactuca sativa</i> L.
Variedad Botánica:	<i>Lactuca sativa</i> L. var. Cartagena

#### 2.2.1.2 Origen

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, aunque algunos autores afirman que procede de la India, aunque hoy día los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga, *Lactuca scariola* L., que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas. Mallar (1978), siendo las variedades cultivadas actualmente una hibridación entre especies distintas (8).

El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI (8).

### 2.2.1.3 Taxonomía y morfología

La lechuga es una planta anual y autógama, perteneciente a la familia Compositae y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa* L.

-Raíz: la raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.

-Hojas: las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.

-Tallo: es cilíndrico y ramificado.

-Inflorescencia: son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.

-Semillas: están provistas de un vilano plumoso (8).

### 2.2.1.4 Importancia económica y distribución geográfica

La importancia del cultivo de la lechuga ha ido incrementándose en los últimos años, debido tanto a la diversificación de variedades como del consumo de la hortaliza en los países europeos. Aunque en la actualidad la lechuga orgánica esta tomando bastante demanda tanto en Estados Unidos como en Europa (2).

Los países productores de lechuga son principalmente China con una producción anual promedio de 9 millones de toneladas, Estados Unidos con cinco toneladas al año promedio, luego le siguen en orden de producción España, Italia, Japón y México (16).

### 2.2.1.5 Material vegetal

Las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos botánicos:

\*Romanas: *Lactuca sativa* var. longifolia

No forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho.

- Romana
- Baby

\*Acogolladas: *Lactuca sativa* var. capitata

Estas lechugas forman un cogollo apretado de hojas.

- Batavia
- Mantecosa o Trocadero
- Iceberg

\*De hojas sueltas: *Lactuca sativa* var. inybasea

Son lechugas que poseen las hojas sueltas y dispersas.

- Lollo Rossa
- Red Salad Bowl
- Cracarelle

\*Lechuga espárrago: *Lactuca sativa* var. augustana

Son aquellas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas. Se cultiva principalmente en China y la India (8).

#### **2.2.1.6 Mejora genética**

Los objetivos de la mejora genética se basan en la obtención de nuevos tipos de lechuga y la reducción del tamaño. Además de la mejora en calidad: basada fundamentalmente en la formación de los cogollos, haciéndolos más compactos (8).

Además de lo anteriormente citado destaca la tolerancia a la subida de la flor la producción de semillas libres de virus (8).

#### **2.2.1.7 Requerimientos edafoclimáticos**

##### **2.2.1.7.A Temperatura**

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18 °C por el día y 5-8 °C por la

noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3-5 °C por la noche.

Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperatura de hasta -6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (8).

#### **2.2.1.7.B Humedad relativa**

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un período de sequía, aunque éste sea muy breve.

La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60%. El problema que presenta este cultivo en invernadero es el incremento de la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (8).

#### **2.2.1.7.C Suelo**

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6.7 y 7.4.

En los suelos ácidos, la lechuga crece bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que este seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello.

En cultivos de verano, son preferibles los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido (8).

### **2.2.1.8 Particularidades del cultivo**

#### **2.2.1.8.A Semillero**

La multiplicación de la lechuga suele hacerse con planta en pilón obtenida en semillero. Se recomienda el uso de bandejas de polietileno de 294 alvéolos, sembrando en cada alveolo una semilla a 5 mm de profundidad.

Una vez transcurridos 30-40 días después de la siembra, la lechuga será plantada cuando tenga 5-6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm., desde el cuello del tallo hasta las puntas de las hojas.

La siembra directa suele realizarse normalmente en EE.UU. para la producción de lechuga Iceberg (8).

#### **2.2.1.8.B Preparación del terreno**

En primer lugar se procede a la nivelación del terreno, especialmente en el caso de zonas anegadas, seguidamente se procede a la realización de surcos.

Se recomienda cultivar lechuga después de leguminosas, cereal o barbecho, no deben cultivarse como precedentes crucíferas o compuestas, manteniendo las parcelas libre de malas hierbas y restos del cultivo anterior. No deberán utilizarse el mismo terreno para más de dos siembras con dos cultivos a lo largo de cuatro años, salvo que se realice una sola plantación por período, alternando el resto del año con barbecho, cereales o leguminosas (8).

La desinfección química del suelo no es recomendable, ya que se trata de un cultivo de ciclo corto y muy sensible a productos químicos, pero si se recomienda utilizar la solarización en verano.

Se recomienda el acolchado durante los meses invernales empleando láminas de polietileno negro o transparente. Además también se emplean en las lechugas de pequeño tamaño y las que no forman cogollos cuyas hojas permanecen muy abiertas, para evitar que se ensucien de tierra procedente del agua de lluvia (8).

#### **2.2.1.8.C Plantación**

La plantación se realiza en camellones o en banquetas a una altura de 25 cm. para que las plantas no estén en contacto con la humedad, además de evitar los ataques producidos por hongos.

La plantación debe hacerse de forma que la parte superior del camellon quede a nivel del suelo, para evitar podredumbres al nivel del cuello y la desecación de las raíces.

La densidad de plantación depende de la variedad: Romana 60.000 plantas/ha, Iceberg 80.000 plantas/ha, Baby 130.000 plantas/ha (8).

#### **2.2.1.8.D Riego**

Los mejores sistemas de riego, que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga son, el riego por goteo (cuando se cultiva en invernadero), y las cintas de exudación (cuando el cultivo se realiza al aire libre). Existen otras maneras de regar la lechuga como el riego por gravedad y el riego por aspersión, pero cada vez están más en recesión, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20% (8).

Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo (8).

#### **2.2.1.8.E Fertilización**

El 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el período de formación del cogollo y éstas se deben de suspender al menos una semana antes de la recolección.

El aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de  $3 \text{ kg/m}^2$ , cuando se trata de un cultivo principal desarrollado de forma independiente de otros. No obstante, cuando se cultiva en invernadero, puede no ser necesaria la estercoladura, si ya se aportó estiércol en los cultivos anteriores (8).

La lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia (8).

Sin embargo, hay que evitar los excesos de abono, especialmente el nitrógeno, con objeto de prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de los cogollos. También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto de forma preventiva como para la corrección de posibles carencias (10).

El cultivo de la Lechuga *Lactuca sativa* L. requiere de  $200 \text{ kg/ha}$  de nitrógeno,  $50 \text{ kg/ha}$  de fósforo y  $260 \text{ kg/ha}$  de potasio para obtener un rendimiento de  $25 \text{ ton/ha}$ , esto para cultivos en fertirriego (10).

El abonado de fondo puede realizarse a base de complejo 15-15-15, a razón de  $0.050 \text{ kg/m}^2$ . Posteriormente, en sistema de riego tradicional por gravedad, un abonado de cobertera orientativo consistiría en el aporte de unos  $0.010 \text{ kg/m}^2$  de nitrato de amonio. En suelos de carácter ácido, el nitrato de amonio puede ser sustituido por nitrato de calcio a razón de unos  $0.030 \text{ kg/m}^2$ , aportados en cada riego, sin superar el total de  $0.050 \text{ kg/m}^2$ . También son comunes las aplicaciones de nitrógeno vía foliar, en forma de urea, cuando los riegos son interrumpidos y las necesidades de nitrógeno elevadas (5).

- En fertirrigación, la programación puede realizarse de la siguiente forma:
- En caso necesario, aportar unos  $0.025 \text{ kg/m}^2$  de abono complejo 15-15-15, como abonado de fondo.
  - Tras la plantación, regar diariamente durante 4-5 días sin aporte de abono, para facilitar el enraizamiento de las plantas.
  - Durante el primer mes, regar tres veces por semana, aportando las siguientes cantidades de abono en cada riego:  $0.00030 \text{ kg/m}^2$  de nitrógeno (N).  $0.00010 \text{ kg/m}^2$  de anhídrido fosfórico ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) y  $0.00020 \text{ kg/m}^2$  de óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ).
  - Al mes siguiente, regar tres veces por semana, aplicando en cada riego:  $0.00050 \text{ kg/m}^2$  de nitrógeno (N).  $0.0010 \text{ kg/m}^2$  de anhídrido fosfórico ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) y  $0.00010 \text{ kg/m}^2$  de óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) (10).

#### **2.2.1.8.F Recolección**

La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobremadura (8).

Lo más frecuente es el empleo de sistemas de recolección mixtos que racionalizan la recolección a través de los cuales solamente se cortan y acarrean las lechugas en campo, para ser confeccionadas posteriormente en almacén (8).

#### **2.2.1.8.G Valor nutricional**

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores. El contenido de bromatológico va a depender del tipo de fertilización que se realice al cultivo de lechuga (8).

## **2.2.2 Abono orgánico**

Es un material de origen natural y orgánico que se utiliza para fertilizar los cultivos y para mejorar los suelos. Hay muchos ejemplos de abonos orgánicos como: compost, bocashi, lombricompost, biofermentos y otros (6).

### **2.2.2.1 Importancia de los abonos orgánicos**

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos (9).

Además los abonos orgánicos cumplen una función principal que es la de mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental (9).

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos. Para los agricultores de bajos recursos representa una buena alternativa para reducir el uso de insumos externos y aumentar la eficiencia de los recursos internos de las fincas (6).

### **2.2.2.2 Propiedades de los abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

- Propiedades físicas:
  - El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.

- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
  - Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
  - Disminuyen la erosión del suelo, tanto híbrida como eólica.
  - Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega.
- Propiedades químicas:
    - Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
    - Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta la fertilidad.
  - Propiedades biológicas:
    - Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
    - Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (9).

### **2.2.2.3 Funciones de los abonos orgánicos**

Según Cardona Citado por Ixcot Gonzáles (10), las principales funciones de los abonos orgánicos son:

- a) Reducir el impacto de la gota de lluvia que cae y permite que el agua se infiltre con suavidad en el suelo, por lo tanto, reduce el escurrimiento superficial y la erosión.
- b) Los residuos orgánicos se descomponen con facilidad y permiten síntesis de sustancias orgánicas complejas que ligan las partículas del suelo en unidades estructurales, llamados agregados. Estos ayudan a mantener un estado granular suelto o abierto en el suelo. La condición granular del suelo favorece una buena aireación y permeabilidad.

- c) Incrementa la capacidad de retención de agua, esto no significa, necesariamente un aumento en las existencias de agua disponible para las plantas, dado que la materia orgánica retiene el agua con bastante firmeza.
- d) Sirve como un depósito de elementos químicos que son esenciales para el desarrollo de las plantas. La mayor parte del nitrógeno del suelo se presenta en combinación orgánica. Solo una pequeña parte (de ordinario 1 a 3%), se presenta en formas inorgánicas en cualquier momento.
- e) Una cantidad considerable de fósforo y azufre también existen en formas orgánicas. Al descomponerse, la materia orgánica proporciona los nutrientes necesarios para las plantas en desarrollo.
- f) Al descomponerse producen ácidos orgánicos y bióxido de carbono que ayudan a disolver minerales como el potasio: de esta manera, las plantas en desarrollo pueden obtenerlos con facilidad.
- g) El humus proporciona un almacén para los cationes potasio, calcio y magnesio intercambiables disponibles. También impide la lixiviación de los fertilizantes amoniacales, porque el humus retiene el amonio en forma intercambiable.
- h) Sirve como una fuente de energía para el desarrollo de microorganismos del suelo. Todos los organismos heterotróficos (por ejemplo los organismos que fijan nitrógeno), requieren materia orgánica que se descomponga con facilidad y de la que puedan obtener carbono.
- i) Proporciona alimento para organismos como lombrices, hormigas y roedores. Estos animales perforan el suelo y construyen canales extensos a través de él, los cuales sirven, no solo para aflojarlo, sino también para mejorar el drenaje y aireación. Además, estos permiten que las raíces de las plantas obtengan oxígeno y liberen bióxido de carbono a medida que crecen. Las lombrices solo pueden vivir en suelos que estén bien provistos de materia orgánica.
- j) Las pérdidas de agua por evaporación se reducen mediante capas protectoras orgánicas.
- k) Los ácidos orgánicos liberados de la materia orgánica en descomposición ayudan a reducir la alcalinidad de los suelos.

- l) La materia orgánica esta íntimamente relacionada con la estructura ideal del suelo, ya que aumenta la porosidad, mejora la relación del agua, aire y reduce la erosión provocada por la acción del agua y el viento. Químicamente, la materia orgánica constituye la fuente de casi todo el nitrógeno del suelo, del 5 al 60% de fósforo, hasta el 80% de azufre y de una gran parte de boro y molibdeno.

#### **2.2.2.4 Tipos de abonos orgánicos**

##### **2.2.2.4.A Ácidos húmicos y fúlvicos**

Son sustancias que activan los microorganismos del suelo, mejorando la fertilidad y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, aumentando la retención de humedad del suelo y estimulando el desarrollo de la raíz. Si se aplican al follaje, aumenta la permeabilidad de las hojas facilitando la absorción de nutrimentos (6).

##### **2.2.2.4.B Biofermento**

Es un abono que resulta de la fermentación de los desechos animales o vegetales disueltos en agua, a la que normalmente se le agrega alguna fuente de energía como la melaza. Se utiliza como abono foliar (6).

##### **2.2.2.4.C Biofertilizante**

Es un abono orgánico cuyo principal componente son los microorganismos, que a través de su actividad facilitan la disponibilidad de los nutrientes a las plantas y al suelo. Se hacen preparaciones sólidas o líquidas según el microorganismo del que se trate. Algunos ejemplos de biofertilizantes son los que contienen *Rhizobium* para ayudar en la fijación de N por leguminosas como los frijoles, los de micorrizas para mejorar el uso del P, y algunos otros que contienen microorganismos eficientes para descomponer, como es el producto llamado EM (6).

##### **2.2.2.4.D Extractos de algas**

Son compuestos que contienen extractos de algas marinas que pueden ser aplicados a las hojas o al suelo en forma de extractos y polvos solubles. Controlan algunas

plagas y enfermedades de las plantas, y mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo (6).

#### **2.2.2.4.E Bocashi**

Es una técnica japonesa que transforma los residuos orgánicos a un material parcialmente descompuesto. Es similar al compost pues se realiza en presencia de aire, pero la temperatura del montículo no debe alcanzar más de 45 a 50 °C. Esto se logra a través de volteos frecuentes, uno o dos veces al día, suspendiendo la adición de agua y extendiendo el montículo en una capa delgada. El bocashi es un proceso de compostaje incompleto porque al disminuir el contenido de agua de la mezcla, la actividad de los microorganismos se detiene. Cuando el bocashi es aplicado al suelo se vuelven a activar los microorganismos, que pueden servir de competencia de los hongos patógenos del suelo, pero también este proceso puede calcinar las plantas, por lo que hay que tener cuidado en su uso (6).

#### **2.2.2.4.F Extractos de compost o de lombricompost**

Son los caldos (lixiviados o efluentes) que se obtienen durante la producción del compost o del lombricompost. Normalmente son altos en nutrimentos disponibles para las plantas, sin embargo, al inicio también pueden acarrear patógenos, por lo que en algunos casos, en otros países, no se recomienda su utilización como fertilizante foliar (6).

#### **2.2.2.4.G Té de compost**

El significado de té de compost muchas veces se confunde con el de extracto de compost, donde éste solo es el lavado del compost en agua, mientras que té de compost es una solución resultante de la mezcla de compost con agua, al que se le agregan sustancias estimulantes de la actividad microbiana como melaza, ácidos húmicos o fúlvicos, algas, sales, etc., y que se deja procesar por 1 ó 2 semanas. Se utiliza como fertilizante foliar y a veces al suelo (6).

#### **2.2.2.4.H Extracto de estiércol**

Es la solución resultante del lavado del estiércol en un recipiente con agua para extraer sus nutrientes solubles. El producto final se utiliza normalmente como abono foliar, pero puede aplicarse también al suelo (6).

#### **2.2.2.4.I Compost**

El compostaje o "composting" es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura (9).

El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (9).

El Compost es el material resultante de la descomposición de los residuos orgánicos en condiciones de buena aireación, razón por lo cual es necesario realizar los volteos. Al iniciar el compostaje es recomendable usar un material de partículas pequeñas y agregar una fuente de energía rápida como la melaza o desechos de caña de azúcar, y un poco de compost ya terminado, para activar a los microorganismos que son los que realizan la descomposición de los residuos (6).

El compost estará listo cuando la temperatura del montículo baje, aunque se continúe volteando y tenga buena humedad. Algunas condiciones para realizar un buen proceso de compostaje son: mantener una humedad entre 40-65%, que el oxígeno no sea menor de 5%, que el pH esté entre 5,5 y 9,0, y que la temperatura fluctúe entre 55-75°C. También es importante que en los materiales a compostear exista una proporción entre la cantidad de carbono (C) y de nitrógeno (N) de 20-40 (6).

#### **2.2.2.4.J Lombricompost (vermicompost o lombricompost)**

Se le llama lombricompost al proceso biológico de transformación de los residuos orgánicos a humus, a través de una descomposición realizada por lombrices. Para establecer la lombricompostera, los materiales orgánicos deben extenderse en capas delgadas y con un cierto orden para que las lombrices vayan moviéndose según sus necesidades de alimento (6).

Otra definición sería que el lombricompost es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas (9).

El lombricompost produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el transplante de los mismos. El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino.

Además, tienen que humedecerse durante todo el proceso, porque la lombriz se ve afectada por las altas temperaturas que alcanza la lombricompostera. El material está listo para su uso cuando muestra un color oscuro y se forman terroncitos con olor a suelo de bosque. Otro indicador es que la lombriz deja este material y va en búsqueda de más alimento (6).

Produce además hormonas como el ácido indolacético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas. No debe enterrarse, pues sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la siembra favorece el desarrollo radicular, por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego (9).

### **2.2.2.4.J.a La lombriz roja californiana.**

El nombre que recibe la lombriz que realiza este proceso es Lombriz Roja Californiana porque es en ese estado de EE.UU. donde se descubrieron sus propiedades para el ecosistema y donde se instalaron los primeros criaderos (9).

#### **2.2.2.4.J.a.i Clasificación zoológica**

- Reino:** Animal
- Tipo:** Anélido
- Clase:** Oligoqueto
- Orden:** Opisthoro
- Familia:** Lombricidae
- Género:** Eisenia
- Especie:** *E. foetida*

*Eisenia foetida* es la lombriz más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo. Aunque según estudiosos se conocen alrededor de 8,000 especies distintas. La lombriz es un anélido hermafrodita, que pertenece al Phylum de los Anélidos (11).

#### **2.2.2.4.J.a.ii. Características externas**

Posee el cuerpo alargado, segmentado y con simetría bilateral. Existe una porción más gruesa en el tercio anterior de 5 mm. de longitud llamada clitelium cuya función está relacionada con la reproducción (13).

Al nacer las lombrices son blancas, transcurridos 5 o 6 días se ponen rosadas y a los 120 días ya se parecen a las adultas siendo de color rojizo y estando en condiciones de aparearse.

#### **2.2.2.4.J.a.iii Hábitat**

Habita en los primeros 50 cm. del suelo, por tanto es muy susceptible a cambios climáticos. Es fotofóbica, los rayos ultravioletas pueden perjudicarla gravemente, además de la excesiva humedad, la acidez del medio y la incorrecta alimentación.

Cuando la lombriz cava túneles en el suelo blando y húmedo, succiona o chupa la tierra con la faringe evaginada o bulbo musculoso. Digiere de ella las partículas vegetales o animales en descomposición y vuelve a la superficie a expulsar por el ano la tierra (9).

#### **2.2.2.4.J.a.iv Ciclo de vida**

Son hermafroditas, no se autofecundan, por tanto es necesaria la cópula, la cual ocurre cada 7 o 10 días. Luego cada individuo coloca una cápsula (huevo en forma de pera de color amarillento) de unos 2 mm. De la cual emergen de 2 a 21 lombrices después de un periodo de incubación de 14 a 21 días, dependiendo de la alimentación y de los cuidados (9).

#### **2.2.2.4.J.a.v Condiciones ambientales para su desarrollo**

- **Humedad:** Será del 70% para facilitar la ingestión de alimento y el deslizamiento a través del material. Si la humedad no es adecuada puede dar lugar a la muerte de la lombriz. Las lombrices toman el alimento chupándolo, por tanto la falta de humedad les imposibilita dicha operación. El exceso de humedad origina empapamiento y una oxigenación deficiente (15).
- **Temperatura:** El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscila entre 12-25° C; y para la formación de cocones entre 12 y 15° C. Durante el verano si la temperatura es muy elevada, se recurrirá a riegos más frecuentes, manteniendo los lechos libres de malezas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos (15).
- **pH:** El pH óptimo es 7.

- **Riego:** Los sistemas de riego empleados son el manual y por aspersión. El manual consta de una manguera de goma de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido pero requiere un trabajador implicado exclusivamente en esta labor. Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego son muy elevados darán lugar a una disminución en el valor nutritivo del vermicompost.

Los encharcamientos deben evitarse, ya que un exceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica.

- **Aireación:** Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices. Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce; además del apareamiento y reproducción debido a la compactación (15).

#### **2.2.2.4.J.a.vi Alimentación**

El alimento que se les proporcionará será materia orgánica parcial o totalmente descompuesta. Si no es así las elevadas temperaturas generadas durante el proceso de fermentación (hasta 75° C), matarán a las lombrices (9).

#### **2.2.2.4.J.a.vii Importancia económica**

La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico.

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo (9).

#### **2.2.2.4.J.a.viii Depredadores y competencia**

La mayor parte de los enemigos de las lombrices proliferan en el criadero por descuido del lombricultor. Los depredadores directos más frecuentes son los pájaros (cuervos, mirlos, tordos...), ya que excavan la tierra con sus patas y pico, siendo la medida de control más eficaz el cubrimiento del lecho con ramas o mallas antigranizo, además con esta medida se evita la evaporación y se mantiene la humedad.

Como medida preventiva para eliminar las ratas y ratones se utilizan trampas y colocación de veneno de ratas en puntos estratégicos, además de medidas higiénicas.

La presencia de escarabajos, moscas, cien piés, ácaros y hormigas es indeseable, pues compiten por el consumo de alimento (9).

#### **2.2.2.4.J.a.x Patologías**

Las enfermedades en los criaderos de lombrices no son muy frecuentes aunque el hábitat de las lombrices puede verse afectado por la presencia de bacterias.

La patología más importante es la intoxicación protéica, provocada por la presencia de un elevado contenido de sustancias ricas en proteínas no transformadas en alimento por las lombrices. Estas sustancias proteicas en exceso favorecen la proliferación de microorganismos, cuya actividad genera gases y provoca un aumento de la acidez del medio.

Las lombrices ingieren los alimentos con una excesiva acidez que no llega a ser neutralizada por sus glándulas calcíferas. Por tanto se produce la fermentación en el buche y en el ventrículo provocando su inflamación.

Los síntomas más frecuentes suelen ser el abultamiento de la zona clitelar, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su

actividad. Como medida de control se debe remover la tierra para favorecer la oxigenación y la aplicación de elevadas dosis de carbonato cálcico (9).

### 2.2.3 Quelatos

Un quelato puede ser definido como un compuesto donde un nutriente metálico es ligado a un agente quelatante orgánico, que tiene la propiedad de estar disponible para la planta bajo condiciones adversas (por ejemplo pH, presencia de fósforo, aceites, etc.), en las cuales los nutrientes metálicos normalmente formarían compuestos insolubles (3).

Según su poder acomplejante, los agentes quelatantes se clasifican en:

- Fuertes: EDTA, HEEDTA, DPTA, EDDHA, NTA.
- Medios: Poliflavonoides, Sulfonatos, Ácidos Húmicos y Fúlvicos, Aminoácidos, Acido Glutámico, Polifosfatos.
- Debiles: Acido Cítrico, Acido Ascórbico, Acido Tartánico (Bertsch, 1995).

Entre más fuerte sea un quelatante, más estable es la unión, para que se pueda esperar mayor solubilidad del producto, más eficiencia de aplicación y mejor absorción a través de la cutícula.

Según su proceso de fabricación y estabilidad, los quelatos se pueden clasificar en cuatro categorías básicas:

- Quelatos químicos o totales. El metal está 100% quelatado y protegido contra reacciones adversas. Entre ellos están los quelatos en EDTA, DPTA Y HEDTA. Cuando se observa la etiqueta, no contienen azufre (S). Son los quelatos más eficientes y estables.

- Quelatos débiles. En este caso el metal no está totalmente protegido contra reacciones adversas. Es decir, la mezcla se puede "cortar" fácilmente. Algunos ejemplos son: quelatos en NTA, HEIDA, Acido Cítrico o gluconatos.
- Quelatos parciales o físicos: En este caso, el metal no está totalmente quelatado. Prácticamente es una mezcla física de una sal inorgánica (por ejemplo sulfato), con un agente quelatizante como EDTA. En este caso el metal solo llega a quelatarse entre un 10-50%. Se puede diferenciar de un quelato químico, porque en la etiqueta se puede observar que tiene contenido de azufre (S), proveniente de la sal inorgánica de sulfato.
- Complejos orgánicos. En este caso, el metal está atado a cadenas largas de aminoácidos, lignosulfonatos, poliflavonoides y ácidos fenólicos. Los complejos resultantes son tan grandes que difícilmente pueden ser absorbidos por los microporos de las paredes celulares de las hojas, por lo que su eficiencia se regula al desdoblamiento de los complejos, lo cual puede ser un impedimento para la absorción rápida. Además, la cantidad de microelementos suplidos por esta vía puede ser muy baja.

La principal diferencia entre los quelatos químicos y los otros quelatos, es la estabilidad de la estructura molecular. Estos presentan muchas ventajas: en primer lugar esta estabilidad hace que las mezclas del quelato químico con casi todos los agroquímicos sean compatibles (3).

#### **2.2.4 Inocuidad**

El concepto de inocuidad de alimentos se define como “la garantía de no hacer daño como una responsabilidad compartida, que agregue valor tanto al productor como al consumidor para que sea sostenible en el tiempo” (12). Detrás de esta definición está la concepción de democratizar la inocuidad de alimentos, es decir, la posibilidad de acceder a productos inocuos no es un lujo de países desarrollados, debe ser una política de

gobierno que busque beneficiar equitativamente a todos los actores de la cadena alimentaria a nivel de productos de exportación y los destinados al consumo local.

Otras organizaciones han definido la inocuidad de alimentos desde un punto de vista más técnico como “la aptitud que posee un alimento para el consumo humano sin causar enfermedad” (4). Esta definición ha sido superada con las aceleradas transformaciones científicas de los últimos años y ahora incorpora factores como: prácticas agrícolas que hacen un uso excesivo de agroquímicos, la manipulación genética y/o la incorporación de hormonas en las dietas de los animales. Los cuales podrían estar generando otro tipo de problemas en los alimentos.

De acuerdo a lo establecido por el Codex Alimentarius, la inocuidad es la garantía de que un alimento no causará daño al consumidor cuando el mismo sea preparado o ingerido de acuerdo con el uso a que se destine (7).

La inocuidad de un producto puede verse afectada por varias fuentes de contaminación, en dos etapas de la producción, como son:

- a) La contaminación del producto primario, que puede darse en diversas formas:
  - Proveniente de fuentes naturales (contaminantes inherentes al ambiente donde se genera el producto primario).
  - Generada por agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas, productos veterinarios, etc.).
  - Agentes biológicos en el sitio de producción.
  
- b) La contaminación del producto transformado puede suscitarse en cualquiera de los eslabones de la cadena alimentaria (recepción del producto primario, industrialización, transporte y comercialización, distribución y consumo) (12).

La temática de inocuidad es muy amplia, se refiere también a los contaminantes químicos presentes en los alimentos, alimentos producidos por los modernos medios biotecnológicos y evaluación de riesgos microbiológicos.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo general

- Evaluar la efectividad de las aspersiones foliares a base de extractos de tés orgánicos (equinaza y vermicompost) como complemento de la fertilización en el rendimiento del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L.

### 2.3.2 Objetivos específicos

- Establecer cuál de los 2 tés orgánicos produce un mejor rendimiento en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. en cuanto a la variable respuesta peso.
- Determinar el nivel de contaminación de la lechuga *Lactuca sativa* L. por el uso de abonos orgánicos en fertilización foliar.
- Determinar el contenido nutricional del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. por el uso de abonos orgánicos.

## 2.4 METODOLOGÍA

### 2.4.1 Localización del experimento

La presente investigación se realizó en los invernaderos del área de floricultura de la Escuela Nacional Central de Agricultura ubicada en la finca Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.

### 2.4.2 Materiales utilizados

- Estiércol de caballo (Equinaza)
- Lombriz californiana (*Eisenia foetida*)
- Paletas de madera
- Semilla de lechuga variedad Aviram
- Macetas o Bolsas plásticas
- Insecticidas y fungicidas
- Madera

- Probeta
- Cubeta
- Balanza analítica
- Metro o regla
- Suelo para análisis
- Material vegetal para análisis microbiológico
- Cajas para la descomposición del material orgánico
- Toneles para la elaboración del té
- Sacos para colocar el abono orgánico
- Libreta de campo, lápiz, marcadores y calculadora
- Cámara digital
- Cloro
- Bandejas plásticas
- Atomizador

### **2.4.3 Manejo del experimento**

Dentro de las actividades que se realizaron en la investigación fueron las siguientes:

#### **2.4.3.1 Variedad utilizada**

Se utilizó la variedad Cartagena, la cual es muy resistente a la floración prematura, produce cabezas muy grandes y suculentas. Buena cobertura y sin nervaduras pronunciadas.

#### **2.4.3.2 Preparación de las macetas**

El llenado de las macetas se realizó haciendo uso de lombricompost (obtenido del proceso de descomposición de la equinaza mediante el uso de la lombriz californiana), equinaza predescompuesta y con suelo en la cual se llenaron 96 bolsas plásticas, en las cuales se hicieron mezclas de lombricompost con suelo y de equinaza con suelo en diversas proporciones detalladas en los tratamientos. El suelo utilizado fue suelo del área de hortalizas.

### **2.4.3.3 Preparación de los pilones**

La siembra de semilla se realizó manualmente, en bandejas utilizando una semilla por postura teniendo un porcentaje de germinación alto de 90% y cuando las platas presentaron cuatro o cinco hojas verdaderas se procedió al trasplante en las bolsas plásticas del ensayo colocando una planta por bolsa.

### **2.4.3.4 Obtención del té orgánico**

Para la obtención del té orgánico de equinaza primero se realizó la predescomposición del material orgánico, en este caso el material orgánico a utilizar fue la equinaza, esta se colocó en 2 cajones los cuales se construyeron de madera y de nylon, este material se estuvo cambiando de cajón cada día a modo de que se ventilara un poco, este proceso tuvo una duración de cuatro semanas, del material total obtenido se tomó una cantidad de 18.2 kg.

Los 18.2 kg de equinaza predescompuesta fueron colocadas dentro de un saco y se colocó en un tonel de 54 galones lleno de agua tratando de que el saco quede únicamente suspendido dentro del tonel, para esto nos podemos ayudar utilizando una viga en el techo de la cual se cuelga el saco por medio de una pita. Luego se le agrego melaza, la cantidad queda a criterio de cada persona en este caso se le aplicó 2 galones la cual le dio una coloración oscura al te orgánico, se tapó con nylon y se dejo reposar por cuatro semanas.

El té de vermicompost, también se obtuvo de la equinaza predescompuesta, solo que aquí actuaron las lombrices californianas (*Eisenia foetida*), en la descomposición esto para comprobar si las lombrices depositan alguna otra sustancia que ayude a las plantas de lechuga a un mejor crecimiento, para la elaboración del extracto también se tomó una cantidad de 18.2 kg del material obtenido y se realiza el mismo procedimiento utilizado en la elaboración del te orgánico de equinaza descrito anteriormente, también tuvo una duración de cuatro semanas.

Los sacos se colocaron en toneles de plástico los cuales previamente a su utilización fueron desinfectados con cloro al 10 % de producto comercial v/v.

#### 2.4.3.5 Fertilización

Debido a que el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) requiere 100 kg/ha de N, 50 kg/ha de P y 200 kg/ha de K, lo cual es equivalente a 1.25 gr. de N/planta, 0.625 gr. de P/planta y 2.5 gr. de K/planta.

De acuerdo al análisis químico realizado al suelo, el resultado obtenido fue:

Cuadro 5. Análisis químico del suelo utilizado

pH	Mhos/cm	ppm		Meq/100 g		Ppm			
	C.E.	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
6.54	0.493	116.60	622.25	15.64	3.26	2.15	3.75	41.52	19.19

El programa de fertilización utilizado en la ENCA es el siguiente:

Cuadro 6. Programa de fertilización.

Edad DDT	Fertilizante	Cantidad/ mz
7	Acido Fosfórico	33.75 libras
14	Sulfato de Mg	62 libras
21	Nitrato de Ca	69 libras
23,26	Urea	58 libras
29	Nitrato de Ca	57 libras
32	Urea	58 libras
35	Nitrato de K	56 libras
38	Urea	58 libras
41	Nitrato de K	47 libras

Fuente: ENCA

### 2.4.3.6 Aplicación de té orgánico

La aplicación del té orgánico se realizó según las dosis o relaciones descritas en los tratamientos, en los cuales antes de la aplicación se procedió a realizar un análisis de nutrientes a los diferentes té y a partir del análisis de suelo se obtuvo la frecuencia de aplicación de los tratamientos.

De acuerdo al análisis químico realizado a cada té, el resultado obtenido fue:

Cuadro 7. Análisis químico de los diferentes té utilizados.

	Porcentaje						
	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn
<b>Lombricompost</b>	0.0458	0.1088	0.3548	0.0960	0.0005	0.0001	0.0356
<b>Equinaza</b>	0.0665	0.1384	0.3685	0.1301	0.0004	0.0000	0.0295

A razón de los resultados obtenidos se hace una recomendación en función del fertilizante foliar que utilizan en la escuela de agricultura ENCA, el cual es el Bayfolan el cual se utiliza en cantidad de 0.056026 cc por planta.

El fertilizante foliar presenta la siguiente formulación:

Cuadro 8. Composición química del fertilizante foliar.

% de N	% de P	% de K	PPM de Ca	PPM de Mg	PPM de Cu	PPM de Fe	PPM de Mn
9.10	6.6	5.0	207	207	332	415	332

Entonces la dosis aplicada fue de:

$$0.056026 \text{ cc} * 0.066 \text{ cc P} = 3.7 * 10^{-3} \text{ P}$$

$$\frac{3.7 * 10^{-3}}{0.0458} * 100 = 8 \text{ cc de lombricompost}$$

$$\frac{3.7 * 10^{-3}}{0.0665} * 100 = 6cc \text{ de Equinaza}$$

Los cuales se realizarán en dos aplicaciones semanales durante todo el periodo de producción hasta una semana antes de la cosecha.

#### **2.4.3.7 Control de plagas y enfermedad**

El control de plagas y enfermedades no fue necesario, pues no se presentó ninguna plaga que lo necesitara.

#### **2.4.3.8 Análisis microbiológico**

Se realizó un análisis microbiológico tomando una muestra de 20 cc de té de cada tonel antes de la aplicación de los tratamientos, esto para poder determinar que microorganismos tenía el té y si en algún momento la lechuga era afectada.

#### **2.4.3.9 Análisis bromatológico**

Se realizó un análisis bromatológico a una muestra de cada tratamiento, tomando 500 gramos de material (hoja de lechuga), para ver si con la aplicación de fertilizantes orgánicos, se mejora los contenidos nutricionales de la lechuga. Este se llevó a cabo en los laboratorios de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

### **2.4.4 Diseño experimental**

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar, el experimento constó de 9 tratamientos con 3 repeticiones.

#### **2.4.4.1 Modelo estadístico**

El modelo estadístico que se utilizó fue el que corresponde a un diseño completamente al azar siendo este:

$$Y_{ijk} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$U$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento.

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $i$ - $j$ -unidad experimental (14).

#### 2.4.4.2 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron fueron los extractos de los diferentes tés orgánicos los cuales son los siguientes:

- T1 = Maceta llena de 50% de suelo y 50% de lombricompost + fertilizante foliar a base de té de equinaza en relación 1:1 (1 de agua por 1 de té).
- T2 = Maceta llena de 50% de suelo y 50% de lombricompost + fertilizante foliar a base de té de vermicompost en relación 1:1 (1 de agua por 1 de té).
- T3= Maceta llena de 75% de suelo y 25% de lombricompost + fertilizante foliar a base de té de equinaza en relación 1:1 (1 de agua por 1 de té).
- T4 = Maceta llena de 75% de suelo y 25% de lombricompost + fertilizante foliar a base de té de vermicompost con relación 1:1 (1 de agua por 1 de té)
- T5 = Maceta llena de suelo + fertilización química + fertilización foliar a base de té de equinaza en relación 1:1 (1 de agua por 1 de té).
- T6= Maceta llena de suelo + fertilización química + fertilización foliar a base de té de vermicompost con relación 1:1 (1 de agua por 1 de té)
- T7 = Testigo regional (Maceta solo con suelo más fertilización química + fertilización foliar a base de Bayfolan).
- T8 = Testigo Absoluto (Maceta solo con suelo).

#### 2.4.4.3 Proceso de aleatorización

- Número de unidades experimentales =  $GLE = (t-1)(r-1) = 12$   
 $(8-1)(r-1) = 12$ , entonces  $7(r-1) = 12$ , despejamos  $r$ :  $r = 3$  repeticiones.
- Número de unidades experimentales  $t*r = 24$

- Distribución de los tratamientos a las unidades experimentales para definir el croquis de campo de la investigación.

### Aleatorización

Repetición I

T2
T1
T7
T3
T8
T5
T6
T4

Repetición II

T4
T3
T8
T6
T2
T1
T5
T7

Repetición III

T8
T5
T7
T1
T6
T2
T3
T4

### Croquis de campo

Repetición I

T2
T1
T7
T3
T8
T5
T6
T4

Repetición II

T4
T3
T8
T6
T2
T1
T5
T7

Repetición III

T8
T5
T7
T1
T6
T2
T3
T4

#### **2.4.4.4 Características del experimento**

- Área total: el área total del experimento fue de 96 bolsas plásticas.
- Número de plantas para el experimento: será de 96 plantas
- Número de plantas por tratamiento: será de 4 plantas pues cada tratamiento contara de 4 bolsas plásticas.
- Las bolsas plásticas fueron sobre plástico, el cual esta sobre el suelo y donde generalmente se colocan las plantas ornamentales.

#### **2.4.4.5 Variables de respuesta**

Las variables respuestas fueron:

- Rendimiento en peso kg/ha: se procedió a pesar en una balanza cada lechuga, luego de haberle medido el tamaño, se obtuvo el peso en g/planta y se transformo a kg/ha. Esto se realizó con todas las lechugas de cada unidad experimental.
- Contenido nutricional: luego de cosechada la lechuga se tomaron algunas hojas y se realizó el análisis bromatológico para observar si existió variación en el contenido de nutrientes en cada tratamiento.

#### **2.4.4.6 Análisis realizados**

Además del análisis químico del suelo, del lombricompost y de la equinaza predecompuesta, se realizó un análisis de microbiología y también se realizó un análisis bromatológico, además se realizaron análisis estadísticos.

- ANDEVA

Se corrió un análisis de varianza (ANDEVA y a pesar de que no se rechazó la hipótesis nula debido a que existieron diferencias significativas se procedió a realizar una:

- Pruebas múltiples de medias (Tuckey y Duncan).

## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.5.1 Rendimiento en peso kg/ha

Al momento de la cosecha se midió el peso de cada planta de las diferentes unidades experimentales, y se determinó el peso promedio por unidad experimental, lo cual me indicaba el peso promedio por planta en gramos, por cada repetición. Luego se determinó el peso promedio por tratamiento, calculando un promedio por las tres repeticiones.

Al tener el peso promedio por tratamiento se transformo el valor en gramos/planta a kg/ha con lo cual se obtuvo los siguientes resultados

Tratamiento	gr/planta	kg/ha
T1	313.43	25074.67
T2	282.44	22594.93
T3	227.81	18224.80
T4	259.74	20778.93
T5	215.65	17252.27
T6	237.97	19037.60
T7	234.84	18787.47
T8	188.44	15074.93

Cuadro 9. Pesos de los diferentes tratamientos.

Con los pesos en kg/ha se procedió a realizar un análisis estadístico, utilizando el programa SPSS el cual ayuda a tener una mejor exactitud en los datos, obteniendo el siguiente resultado:

Cuadro 10. Análisis de Varianza (ANDEVA).

<b>Pruebas de los efectos inter-sujetos</b>					
Variable dependiente: peso					
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	207561486 <sup>a</sup>	7	29651641	1.352	.290
Intersección tratamientos	9222850806	1	9.2E+009	420.426	.000
Error	207561486	7	29651641	1.352	.290
Total	350990427	16	21936902		
Total corregida	9781402719	24			
	558551913	23			

a. R cuadrado = .372 (R cuadrado corregida = .097)

Con los resultados obtenidos en el análisis de varianza se determina que la F calculada (1.352) es menor que la F tabulada (3.93), al 1%, lo cual indica que no se rechaza la hipótesis nula, lo cual indica que todos los tratamientos son iguales, que no existe un grado de significancia entre los tratamientos.

A pesar de los resultados, como ejercicio se procedió a realizar un análisis múltiple de medias. Luego se procedió a realizar un análisis múltiple de medias con la finalidad de confirmar el ANDEVA, para lo cual se utilizó la prueba de Tukey y también se utilizó la prueba de Duncan obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 11. Resultados de las pruebas múltiples de medias.

peso				
tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	
DHS de Tukey <sup>a,b</sup>	3	15074.93		
8.00	3	17252.27		
5.00	3	18224.80		
3.00	3	18787.47		
7.00	3	19037.60		
6.00	3	20778.93		
4.00	3	22594.93		
2.00	3	25074.67		
1.00	3			
Significación		.220		
Duncan <sup>a,b</sup>	3	15074.93	17252.27	
8.00	3	17252.27	18224.80	
5.00	3	18224.80	18787.47	
3.00	3	18787.47	19037.60	
7.00	3	19037.60	20778.93	
6.00	3	20778.93	22594.93	
4.00	3	22594.93	25074.67	
2.00	3			
1.00	3			
Significación		.100	.088	

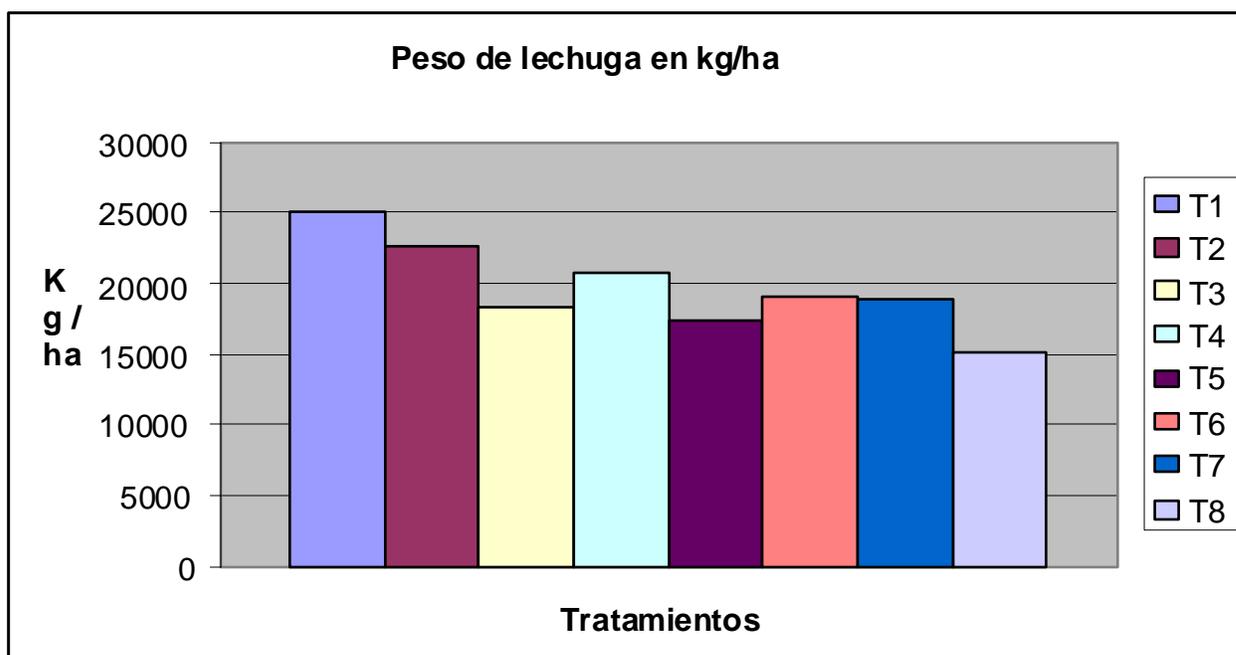
Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.  
 Basado en la suma de cuadrados tipo III  
 El término error es la Media cuadrática (Error) = 21936901.680.  
 a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000  
 b. Alfa = .05.

Debido a que la Prueba de tuckey es muy estricta y exige altas diferencias entre las medias para declarar significancia estadística, no se encontró diferencia en los resultados que todos los tratamientos son iguales.

En cambio en la prueba de Duncan se aprecia que si existen diferencias entre las medias de los tratamientos. Debido a que esta prueba hace una diferencia entre las medias cuando no es muy marcada.

Se aprecia según los análisis múltiples de medias de Duncan el que mejor tratamiento es el uno (suelo 50% + lombricompost 50% + te de equinaza), el cual presenta un mejor rendimiento en cuanto a peso de 25074 kg/ha, seguido del tratamiento 2 (suelo 50% + lombricompost 50% + te de vermicompost), el cual presento un rendimiento de 22594.93 kg/ha. También podemos apreciar que el tratamiento 7 (testigo regional) se

encuentra en el quinto puesto solamente superando al tratamiento 8 (testigo absoluto), al tratamiento 3 (suelo 75% + lombricompost 25% + te de equinaza) y al tratamiento 5 (suelo + fertilización química + te de equinaza).



Gráfica 2. Rendimiento de lechuga en kg/ha.

Como se pudo apreciar los mejores tratamientos según Duncan en función al rendimiento en kg/ha, son aquellos que tienen como base la forma orgánica, esto principalmente debido a que los suelos con contenido de M.O. presentan un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y ayudan al crecimiento de las plantas. Además de que al tener una coloración más oscura, esta absorbe las radiaciones solares, con lo cual se incrementa la temperatura y lo que causa una fácil absorción de los nutrientes por la planta.

### 2.5.2 Contenido nutricional

Luego de haber realizado la cosecha de todas las plantas en las diferentes unidades experimentales se procedió a coleccionar 500 gramos de material vegetativo por repetición para obtener una muestra compuesta de 500 gramos por tratamiento.

Con respecto al contenido nutricional se realizó un análisis químico y se compararon los diferentes tratamientos.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

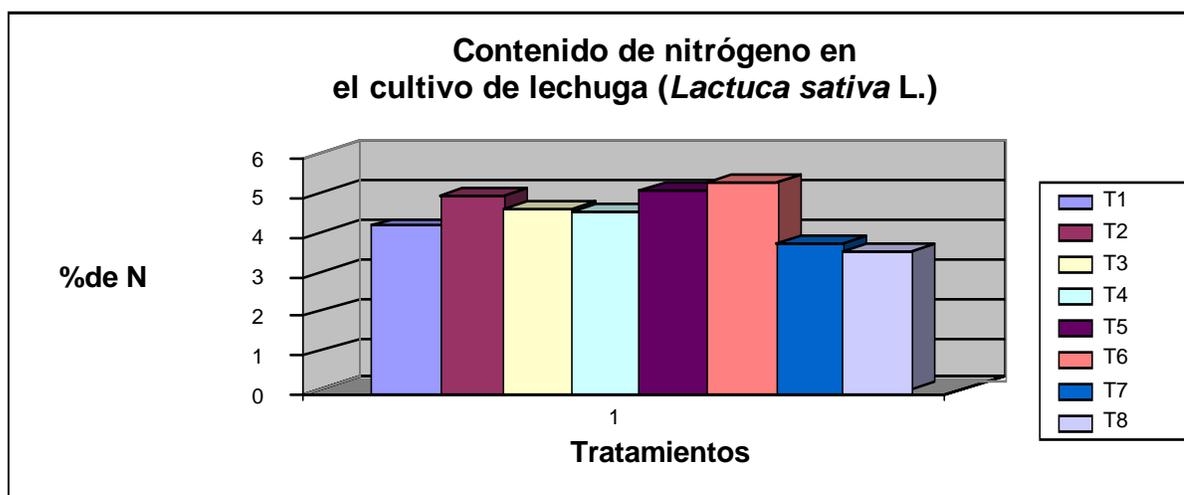
Cuadro 12. Contenido nutricional de lechuga en los diferentes tratamientos.

Descripción	Porcentajes							Partes por millón			
	Co	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>T1</b>	40.58	69.8	4.15	0.24	3.52	0.55	0.07	5.94	421.78	63.37	32.67
<b>T2</b>	38.78	66.7	4.93	0.34	4.05	0.65	0.08	1.98	461.39	104.95	44.55
<b>T3</b>	41.49	71.35	4.6	0.35	3.65	0.68	0.07	8	517	57	44
<b>T4</b>	40.4	69.49	4.55	0.33	3.5	0.55	0.06	17.65	489.22	36.27	67.65
<b>T5</b>	30.66	52.74	5.07	0.32	3.71	1.28	0.09	7.84	435.29	132.35	60.78
<b>T6</b>	42.39	72.91	5.29	0.29	3.14	0.51	0.06	17	586	49	80
<b>T7</b>	33.37	57.39	3.71	0.37	3.69	1.23	0.09	8.91	545.54	124.75	50.5
<b>T8</b>	50.5	86.87	3.5	0.25	3.31	0.43	0.05	6	494	39	52

#### ▪ Nitrógeno (N)

Como se puede apreciar en el gráfico 2 el cual corresponde al contenido de nitrógeno en porcentaje, se puede apreciar que el tratamiento 6 (suelo + fertilización química + te de vermicompost) fue el que mayor contenido de nitrógeno presentó, obteniendo 5.29% de N, seguido del tratamiento 5 (suelo + fertilización química + te de equinaza) con un 5.07% de N, con lo cual se observa que existe una buena relación entre las fertilizaciones químicas con las orgánicas.

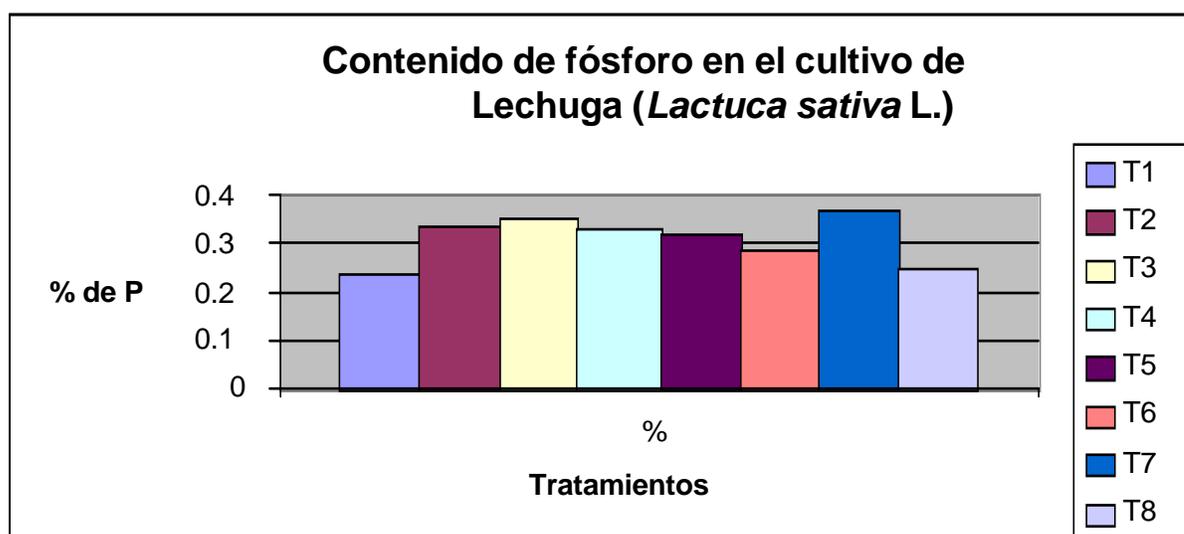
También se aprecia que el tratamiento 8 (testigo absoluto) fue el que menor contenido de nitrógeno presentó, obteniendo 3.5% de N.



Gráfica 3. Contenido de N en % en los diferentes tratamientos.

#### ▪ Fósforo (P)

En la gráfica 3 se aprecia que el contenido de fósforo expresado en porcentaje, del tratamiento 7 (suelo + fertilización química + Bayfolan) fue el que mayor contenido de fósforo presentó, obteniendo 0.37% de P, seguido del tratamiento 3 (suelo 75% + Lombricompost 25% + te de equinaza) con un 0.35% de P. A diferencia del % de N se observa que el tratamiento 6 (suelo + fertilización química + te de Vermicompost), es uno de los tratamientos con menor porcentaje de fósforo 0.29% de P, solamente arriba del tratamiento 8 (testigo absoluto) que presento un 0.25%.



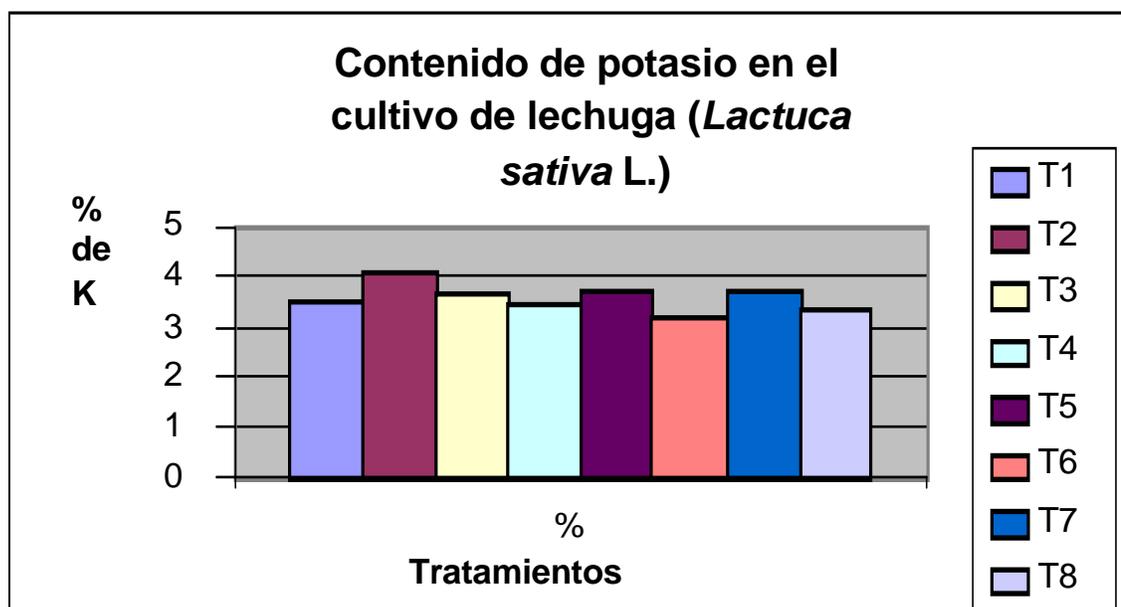
Gráfica 4. Contenido de P en % en los diferentes tratamientos.

Como se puede apreciar en la gráfica 3 en general los tratamientos que presentan una mezcla de materia orgánica con suelo, tienen un contenido de fósforo superior esto debido a que la materia orgánica ayuda a una mejor absorción de este elemento por las plantas.

#### ▪ Potasio (K)

Como se puede apreciar en la gráfica 4 el tratamiento 2 (suelo 50% + lombricompost 50% + te de vermicompost) fue el que mayor contenido de potasio presentó, obteniendo 4.05% de K, seguido del tratamiento 5 (suelo + fertilización química + te de equinaza) con un 3.71% de K.

También se puede apreciar que el tratamiento 8 (testigo absoluto) fue uno de los tratamientos que menor contenido de potasio presentó, obteniendo 3.31% de K y vemos que el tratamiento 7 (suelo + fertilización química + bayfolan) se colocó en la tercera posición con un 3.69% de K.



Gráfica 5. Contenido de K en % en los diferentes tratamientos.

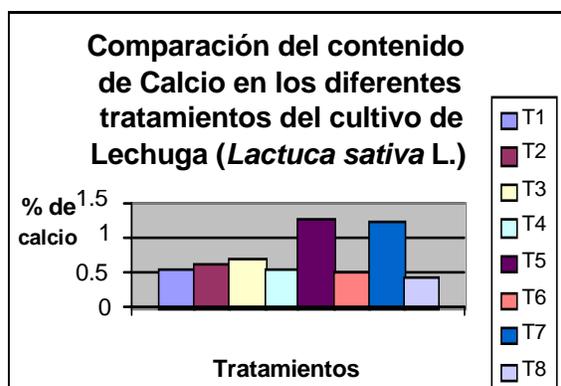
En la gráfica 4 en general, se aprecia que la mayoría de los tratamientos que presentan una mezcla de materia orgánica con suelo, tienen un contenido de potasio

superior. El tratamiento 2 (suelo 50% + lombricompost 50%), supera ampliamente al testigo regional (tratamiento 7), esto debido a que la materia orgánica ayuda a una mejor absorción de este elemento por las plantas.

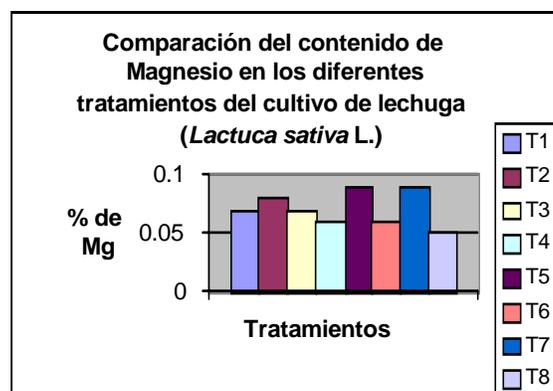
- **Calcio (Ca) y magnesio (Mg)**

Con respecto a estos dos elementos se observa que el tratamiento 5 (suelo + Fertilización química + te de equinaza) fue el que reporto mayor porcentaje, en el orden de 1.28% de Ca y 0.09% de Mg, seguido por el tratamiento 7 (suelo + fertilización química + bayfolan), el cual nos proporcionó un 1.23% de Ca y 0.09% de Mg, como se aprecia la diferencia entre estos tratamientos es mínima debido a que solo se diferencian por un 0.05% de Ca.

Además se aprecia que el tratamiento con menor % respecto a estos nutrientes es el tratamiento 8 (testigo regional), el cual presentó un porcentaje de 0.43% de Ca y 0.05% de Mg, siendo necesario realizar una aplicación de fertilizantes de forma química o de forma orgánica para mejorar el contenido de estos nutrientes en la lechuga.



Gráfica 6. Contenido de Ca en %.



Gráfica 7. Contenido de Mg en %.

En las gráficas 5 y 6, los tratamientos con fertilización química presentan los mejores resultados con respecto a estos elementos tomando en cuenta que la aplicación de bayfolan ayuda a la fácil absorción de estos nutrientes por medio de las hojas. A pesar

de que el uso del lombricompost como fertilizante al suelo ayuda a retener Ca y Mg, estos elementos no fueron absorbidos en grandes cantidades.

- **Cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) Y zinc (Zn)**

Estos elementos se presentan en pequeñas cantidades expresadas en ppm, El cuadro 8 muestra que el tratamiento con mayor ppm de cobre es el tratamiento 4 (suelo 75% + lombricompost 25% + te de vermicompost), presentando 17.65 ppm, seguido por el tratamiento 6 (suelo + fertilización química + te de vermicompost), pues presento 17 PPM de Cu, estos dos tratamientos superan ampliamente a los demás tratamientos sacándoles una ventaja de 9 PPM respecto al tratamiento que los sigue, que es el tratamiento 7 (suelo + fertilización química + bayfolan) el cual presentó 8.91 ppm de Cu.

El tratamiento con menores ppm con respecto al elemento de Cu, fue el tratamiento 2 (suelo 50% + lombricompost 50% + te de vermicompost) el cual presentó 1.98 ppm de Cu.

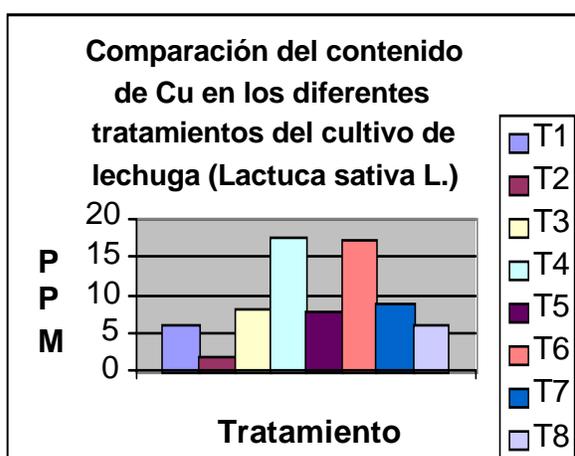
Con respecto al elemento de hierro, es el tratamiento 6 (suelo + fertilización química + te de vermicompost), con mayores ppm presentando 586 ppm de Fe, seguido por el tratamiento 7 (suelo + fertilización química + bayfolan) pues presentó 545.54 ppm de Fe, estos dos tratamientos superan ampliamente a la mayoría de tratamientos sacándoles una ventaja de 100 ppm de Fe, el tercer valor más alto corresponde al tratamiento 3 (suelo 75% + lombricompost 25% + te de equinaza) el cual presento 517 ppm de Fe. El tratamiento con menor valor fue el tratamiento 1 (suelo 50% + lombricompost 50% + te de equinaza) el cual presento 421.78 ppm de Fe.

El Manganeso presenta los mayores valores en el tratamiento 5 (suelo 75 + fertilización química + te de equinaza), presentando 132.35 ppm de Mn, seguido por el tratamiento 7 (suelo + fertilización química + bayfolan) con 124.75 ppm de Mn, el tercer valor más alto corresponde al tratamiento 2 (suelo 50% + lombricompost 50% + te de vermicompost), el cual presentó 104.95 ppm de Mn. El tratamiento con menor valor fue el

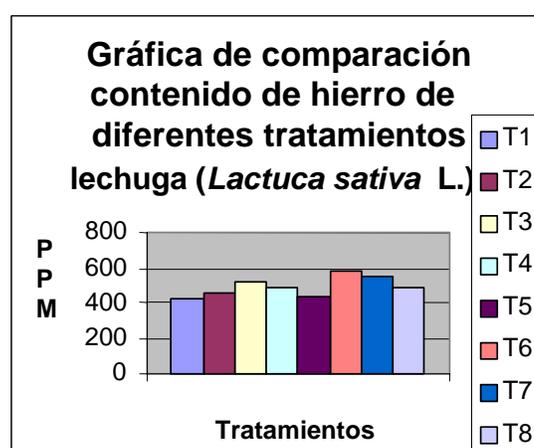
tratamiento 4 (Suelo 75% + Lombricompost 25% + te de vermicompost), el cual presentó 36.27 ppm de Mn.

Con respecto zinc, el tratamiento 6 (suelo + fertilización química + te de vermicompost), presento 80 ppm de Zn, tratamiento 4 (suelo 75% + lombricompost 25% + te de vermicompost), presento 67.65 ppm de Zn, el tercer lugar pertenece al tratamiento 5 (suelo + fertilización química + te de equinaza) el cual presento 60.78 ppm de Zn. Siendo los mayores valores respectivamente.

El tratamiento que presentó los menores valores con respecto al elemento Zinc, fue el tratamiento 1 (Suelo 50% + Lombricompost 50% + te de equinaza) el cual presento 32.67 ppm de Zn.



Gráfica 8. Contenido de Cu en ppm.



Gráfica 10. Contenido de Fe en ppm.

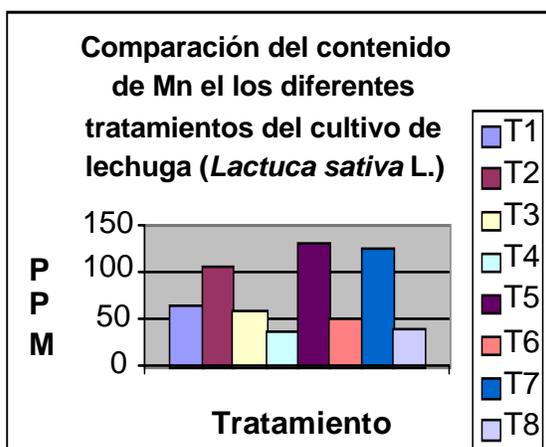
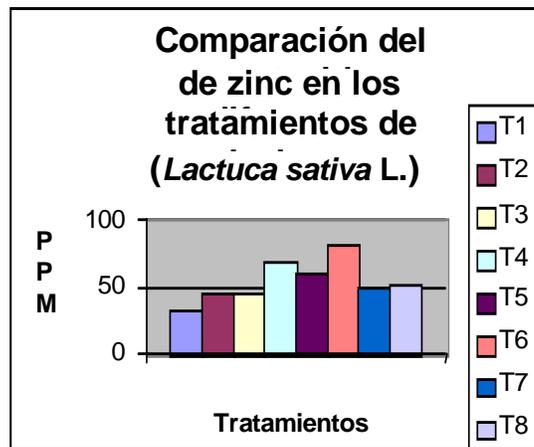


Gráfico 9. Contenido de Mn en ppm.



Gráfica 11. Contenido de Zn en ppm.

Se concluye para el presente estudio que el tratamiento que presenta un mayor contenido nutricional es el tratamiento 7 (suelo + fertilización química + bayfolan), lo cual demuestra que el suministro de los nutrientes de esta forma, favorece la rápida absorción de nutrientes por las plantas de lechuga, el segundo tratamiento es el tratamiento 5 (suelo + fertilización química + te de equinaza), aportando indicios de sinergia entre las fuentes químicas y las fuentes orgánicas el desarrollo de los cultivos.

El tratamiento número 8 (testigo absoluto) presento los menores valores nutricionales indicando que siempre es necesario aplicar algún fertilizante para obtener un mejor producto, con respecto al contenido nutricional. Al no aplicar ningún fertilizante, no presento diferencias significativas en cuanto a rendimiento,.

### **2.5.3 Inocuidad**

Debido a que los alimentos son la fuente principal de exposición a agentes patógenos, tanto químicos como biológicos (virus, parásitos y bacterias), a los cuales nadie es inmune, ni en los países en desarrollo ni en los desarrollados, es necesario tener un buen cuidado en la manipulación de estos durante todo el proceso de producción, así como el de comercialización pues estos pueden fácilmente infectarse ya sea por el agua de riego o por el tipo de fertilizantes que se esté utilizando en este caso especialmente los téns orgánicos.

Cuando son contaminados en niveles inadmisibles de agentes patógenos y contaminantes químicos, o con otras características peligrosas, conllevan riesgos sustanciales para la salud de los consumidores, y representan grandes cargas económicas para las diversas comunidades. Por eso es necesario llevar un control de calidad de los alimentos, para lo cual es necesario realizar controles como análisis microbiológicos de agua, de los fertilizantes, etc. Para determinar cual es la causa de una posible contaminación.

Luego de realizado el té y ya con unas semanas después de su obtención se procedió a realizar un análisis microbiológico, para determinar sus niveles de

contaminación con respecto a los coliformes y si se encontraba presente la *E. coli* la cual es la principal bacteria que afecta la flora intestinal del humano.

EL análisis microbiológico se realizó tomando una muestra de 100 ml de cada tonel preparado con té orgánico (te de equinaza y el te de lombricompost), esto para poder detectar que microorganismos contenía el té y si constituía una fuente de contaminación.

Los resultados fueron los siguientes:

### **Te de lombricompost**

Recuento heterotrófico en placas de bacterias	25,000 UFC/g
Estimado de coliformes totales	460 NMP/100 mL
Estimado de coliformes fecales	< 2 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	No se presentó

UFC= Unidades Formadoras de Colonia

NMP= Número más probable

Como no se cuenta con una normativa nacional específica para este tipo de producto, se toman las directrices de la OMS (Organización Mundial de la Salud) referentes de las microbiológicas provisionales de calidad para la reutilización de aguas residuales para el uso agrícola. En la cual para que sea aceptable el uso los coliformes fecales deben de ser < 1000 NMP/100 mL.

Por lo cual podemos decir que el rango del té de lombricompost es aceptable para su utilización pues es de 460 NMP/100mL, lo cual nos indica que no puede causar daños a la salud del consumidor de este producto.

### Te de Equinaza

Recuento heterotrófico en placas de bacterias	180,000 UFC/g
Estimado de coliformes totales	210 NMP/100 mL
Estimado de coliformes fecales	< 2 NMP/100 mL
<i>Escherichia coli</i>	No se presentó

UFC= Unidades Formadoras de Colonia

NMP= Número más probable

De acuerdo a lo anterior se establece que el té de equinaza es aceptable para su utilización pues es de 210 NMP/100mL.

## 2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.6.1 Conclusiones

- Las aplicaciones de los 2 tés orgánicos (te de equinaza y te de Lombricompost), fueron efectivas en el rendimiento del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. en cuanto a peso en kg/ha, permitiendo observar poca diferencia en los promedios de producción, siendo el tratamiento de suelo 50% + lombricompost 50% + te de equinaza, el que mayor rendimiento mostró con 25074 kg/ha.
- En la investigación se logró determinar que el nivel de contaminación de la lechuga *Lactuca sativa* L. mediante el uso de abonos orgánicos en fertilización foliar (te orgánico) es mínima, pues se encuentra por debajo de los niveles establecidos por la OMS, siendo él te de equinaza el que menores niveles de contaminación presentó con un contenido de coniformes fecales de 210 NMP/100 mL.
- El contenido nutricional en los diferentes tratamientos varió, En general se afirma que el tratamiento que presenta un mayor contenido nutricional es el tratamiento 7 (suelo + fertilización química + fertilizante foliar).

## 2.6.2 Recomendaciones

- Los resultados obtenidos en el contenido nutricional de los diferentes tratamientos sugieren realizar varios análisis para determinar una curva de absorción de los elementos durante el ciclo de vida en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L.
- Se recomienda hacer uso del tratamiento 7 (suelo + fertilización química + fertilizante foliar (bayfolan)), en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. dado que presenta un mayor contenido nutricional
- Realizar otras investigaciones en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. para establecer la dosis correcta en la aplicación de los tés orgánicos para obtener un mejor rendimiento y un análisis económico.

## 2.7 BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar, D; Santos, A. 2000. Fertilización foliar un respaldo importante en el rendimiento del cultivo (en línea). México. Consultado 20 mayo 2008. Disponible en <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art247-255.pdf>
2. BANCOMEXT (Banco Nacional de Comercio Exterior, MX). 2008. Exportaciones lechuga (en línea). México. Consultado 20 mayo 2008. Disponible en <http://www.bancomext.com/Bancomext/aplicaciones/noticias/muestraNoticia.jsp?idnoticia=1945>
3. Barquero, G. 1999. Clasificación de quelatos, consideraciones prácticas (en línea). In Congreso Agronómico Nacional y de Recursos Naturales (11, 1999, San José, CR). El reto es producir y competir. San José, Costa Rica, Colegio de Ingeniero Agrónomos de Costa Rica. 1 p. Consultado 21 mayo 2008. Disponible en [http://www.mag.go.cr/congreso\\_agronomico](http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico)

4. Campos, H. 2000. Inocuidad de alimentos (en línea). Montevideo, Uruguay. Consultado 20 mayo 2008. Disponible en [http://www.aladi.org/nsfaladi/reuniones.nsf/d7a9692370623189032569960066550d/deb2c33541bf6c68032569960066b1be/\\$FILE/H%C3%A9ctor%20Campos.doc](http://www.aladi.org/nsfaladi/reuniones.nsf/d7a9692370623189032569960066550d/deb2c33541bf6c68032569960066b1be/$FILE/H%C3%A9ctor%20Campos.doc)
5. Coronado, F; Estrada, C; Dominguez, A. 2000. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Escuela Nacional Central de Agricultura, Bárcenas, Villa Nueva. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 53 p.
6. DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, HN). 2000. Producción de abonos orgánicos (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 21 mayo 2008. Disponible en <http://graeco.iespana.es/biblioteca/Produccion%20de%20Abonos%20Organicos.pdf>
7. FAO, IT. 2007. Inocuidad de alimentos (en línea). Consultado 20 mayo 2008. Disponible en [www.codexalimentarios.net/web/archives](http://www.codexalimentarios.net/web/archives)
8. Infoagro.com 2007. Cultivo de lechuga (en línea). España. Consultado 20 mayo 2008. Disponible en <http://www.infoagro/cultivos/hortalizas/lechuga>
9. Infoagro.com. 2008. Abonos orgánicos (en línea). España. Consultado 21 mayo 2008. Disponible en [www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm) - 29k
10. Ixcot, CA. 1995. Transformación de la pulpa de café en compost, utilizando la lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*) y un degradador enzimático de rastrosos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
11. Miranda, E. 1997. Evaluación de cuatro niveles de abono orgánico (lombricompost) y un químico en el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis*

*sativus* L.) en el municipio de San Vicente Pacaya Escuintla, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 46 p.

12. Panalimentos. Org. 2002. Por la equidad de alimentos inocuos (en línea). Consultado 20 mayo 2008. Disponible en [www.panalimentos.org/haccp/home.asp](http://www.panalimentos.org/haccp/home.asp)
13. Raxcaco, F. 2001. Evaluación de cinco proporciones de lombricompost con suelo y cuatro dosis de fertilizante químico 20-20-0 para la producción de plantas de café (*Coffea arabica* L.) en la etapa de almacigo, Yepocapa Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 107 p.
14. Sitún, M. 2005. Investigación agrícola. 2 ed. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, Editorial ENCA. 137 p.
15. Tineo, AL. 1994. Crianza y manejo de lombrices con fines agrícolas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Consultado 21 mayo 2008. Disponible en [coopcoffees.com/forproducers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf](http://coopcoffees.com/forproducers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf)
16. Wynen, E; Vanzetti, D. 2003. Características relevantes de la agricultura (en línea). In El-Hage Scialabba, N; Hattam, C (eds). 2003. Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria. Roma Italia, FAO. Consultado 20 mayo 2008. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/Y4137S/y4137s0d.htm>

## 2.8 ANEXOS

Cuadro 13. Contenido bromatológico de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia	
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.)	1155
Calorías (cal)	18

Fuente: Infoagro

**Cuadro 14. Composición del humus de lombriz:**

Humedad	30-60%
Ph	6.8-7.2
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1-2.5%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Ácidos fúlvicos	14-30%
Ácidos húmicos	2.8-5.8%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10-11%

Fuente: RedPermacultura

Cuadro 15. Boleta de datos obtenidos en campo.

Boleta del peso de cada lechuga al momento de la cosecha											
Peso esta dado en gramos											
	REPETICION 1			REPETICION 2			REPETICION 3				
T2	386.4	303.6	268.9	203.6	345.9	T8	226.9	324.4	223.43		
	222.4	163.1		251.4	117.8		75.3	267.1			
T1	287	232.4	270	137.6	106.7	T5	222.1	356.9	231.88		
	298.3	262.3		117.8	217.1		131.5	217			
T7	379.8	174.7	213.08	94.2	159.5	T7	356.8	152.9	228.95		
	98.3	199.5		184.9	155.5		217.6	188.5			
T3	457.5	119.4	322.9	141.9	163.5	T1	458.4	190.8	419.5		
	390.6	324.1		137.5	450		598.7	430.1			
T8	304.9	221	193.35	222.7	252.2	T6	205.7	250.1	172.75		
	61.8	185.7		245.8	287.8		80.6	154.6			
T5	30.7	216.8	215.93	135.8	419.6	T2	372.4	261.7	326.28		
	260.6	355.6		206.9	240.9		421.1	249.9			
T6	248.6	416.9	317.93	219.7	193.5	T3	254.6	234.4	215.73		
	272.2	334		130.7	252.7		174.6	199.3			
T4	332	427.7	304.85	171.1	297.4	T4	115.5	207	244.68		
	251.6	208.1		188.4	393.1		299.6	356.6			

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS**

**Desarrollados en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) ubicada en la finca Bárcenas, Municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.**

### 3.1 PRESENTACIÓN

La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), es una institución educativa, rectora de la educación agrícola y forestal del país a nivel medio, con el propósito de preparar técnicos con formación básica que les permita transferir conocimientos y experiencias a las comunidades rurales para su desarrollo sostenible, así mismo, formar técnicos con un perfil educativo que les permita una preparación académica para continuar estudios en el nivel superior, especialmente en las carreras de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables y la nueva alternativa de Ingeniero en Industrias Agropecuarias y Forestales.

Desde la reingeniería iniciada a finales del año 1996 hasta su readecuación de pensum de estudios 2007 y sobre la base de su plan estratégico, ha emprendido la misión de alcanzar la excelencia académica y el fortalecimiento de la producción de la ENCA, con el afán de mejorar la preparación práctica de los educandos y la sostenibilidad económica. Lo cual se basa en el lema “aprender haciendo” (2).

La Escuela Nacional Central de Agricultura, ha tenido una relación estrecha con la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), de ahí que frecuentemente se ha tenido apoyo con la asignación de estudiantes para la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), el cual tiene como atribución principal el apoyo a la base de excelencia académica de los futuros peritos tanto agrónomos como forestales. Así pues que durante el periodo designado debe de apoyar también otras actividades que se le atribuyan dependiendo de los intereses de la ENCA, procurando aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos durante la formación en la FAUSAC.

El presente capítulo constituye el informe final de la ejecución de los servicios realizados en la ENCA, de acuerdo con los objetivos institucionales ya mencionados, así como también de los resultados obtenidos del diagnóstico, practicado a las diferentes

áreas de producción, esto como parte del desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

## **3.2 APOYO A LA EXCELENCIA ACADÉMICA**

### **3.2.1 Justificación**

Para el correcto desarrollo del plan operativo de un establecimiento educativo es necesario contar con personal que se comprometa a alcanzar las metas trazadas institucionalmente además de tener una buena preparación, especialmente si el establecimiento tiene como misión formar peritos agrónomos y peritos forestales con la capacidad de conservar, almacenar, procesar y comercializar los recursos de las comunidades rurales del país, con el objetivo de llevar el desarrollo a éstas; este es el caso de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), la que además tiene como una de sus principales bases formativas la excelencia académica.

### **3.2.2 Objetivos**

- Impartir los cursos de: Matemática I y Matemática II, Prácticas y Laboratorio I, II.
- Desarrollar actividades extra aula que permitan a los estudiantes la adquisición de conocimientos, habilidades y destrezas, como parte de su formación académica.

### **3.2.3 Metas**

- Apoyar la excelencia académica en la formación de 200 estudiantes de las diferentes carreras de Perito Agrónomo y Perito Forestal.
- Impartir los contenidos programáticos de dos cursos a estudiantes de cuarto Perito en Agronomía y Forestal, distribuidos en dos semestres y de una práctica a estudiantes de sexto Perito en Agronomía y Forestal durante los dos primeros cuatrimestres del año dos mil siete.

### **3.2.4 Metodología**

a) Recopilación de Información Bibliográfica: Para poder apoyar a la Escuela Nacional central de Agricultura "ENCA", en el aspecto de la docencia, se hizo necesario en primer lugar la recopilación de la información bibliográfica para impartir los diferentes contenidos programáticos de los siguientes cursos:

Primer Semestre: Matemática I

Segundo Semestre: Matemática II

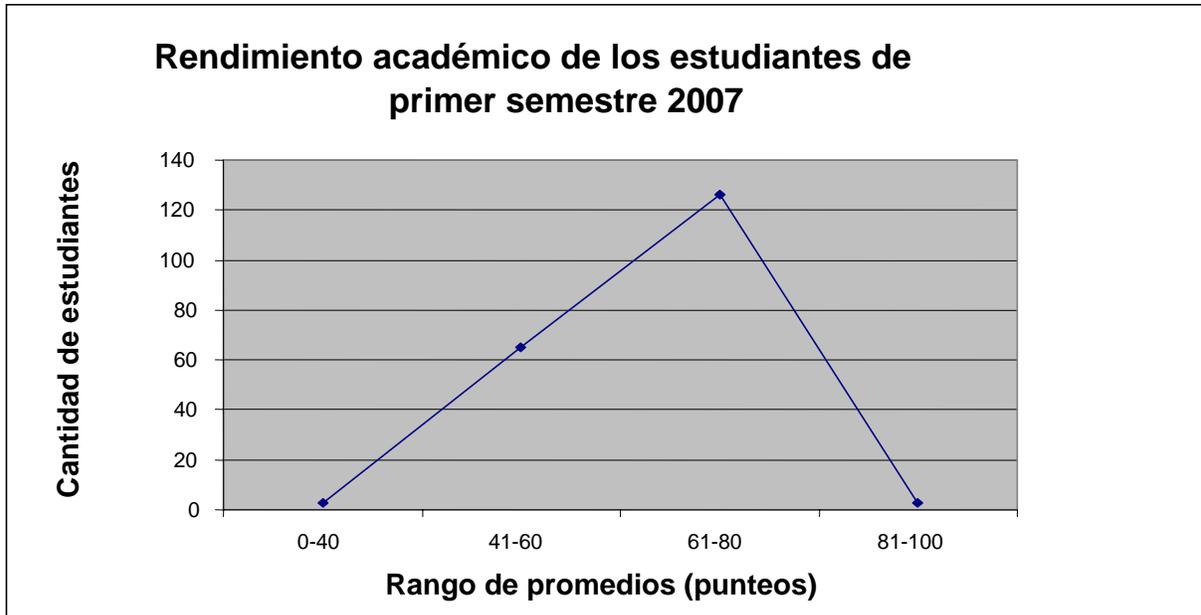
b) Desarrollo de Contenidos Programáticos: Estos cursos fueron impartidos a través de clases magistrales. Para conocer el interés y avance en la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes los semestres fueron divididos en 3 bimestres, realizando dos exámenes parciales y un examen final. Debido a la metodología de alternancia utilizada en este establecimiento, las clases fueron impartidas durante cuatro días a la semana y una práctica de laboratorio cada semana, así como también la resolución de hojas de trabajo. Es por esta metodología, que mensualmente se impartía aproximadamente 800 minutos de clase, divididos en 16 períodos de clases por mes.

### **3.2.5 Resultados**

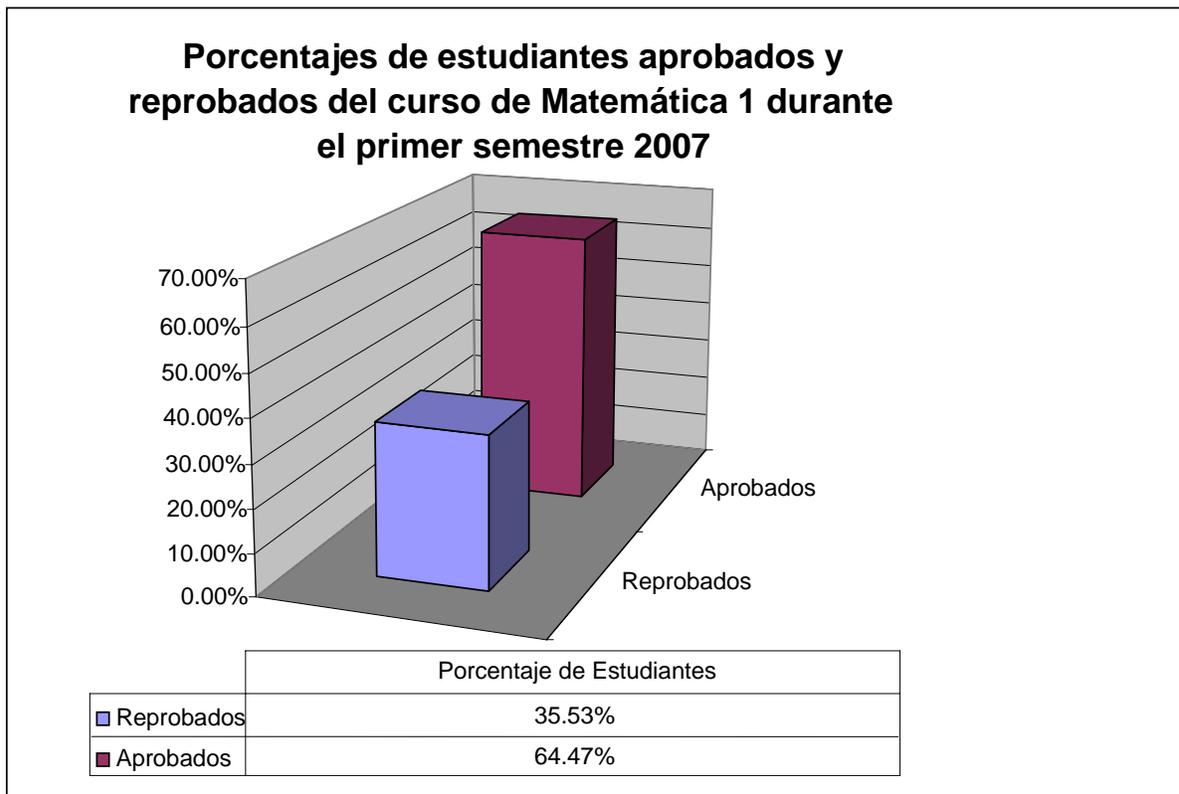
Luego de tabuladas las diferentes ponderaciones dadas a las diversas actividades realizadas por parte de los estudiantes durante el primer y segundo semestre del año 2007, se obtuvieron los cuadros de resultados que se presentan en los anexos.

Como se puede observar en las figuras siguientes, la mayoría de los estudiantes obtuvieron notas de promoción en el rango de 60-80, durante el ciclo escolar 2007.

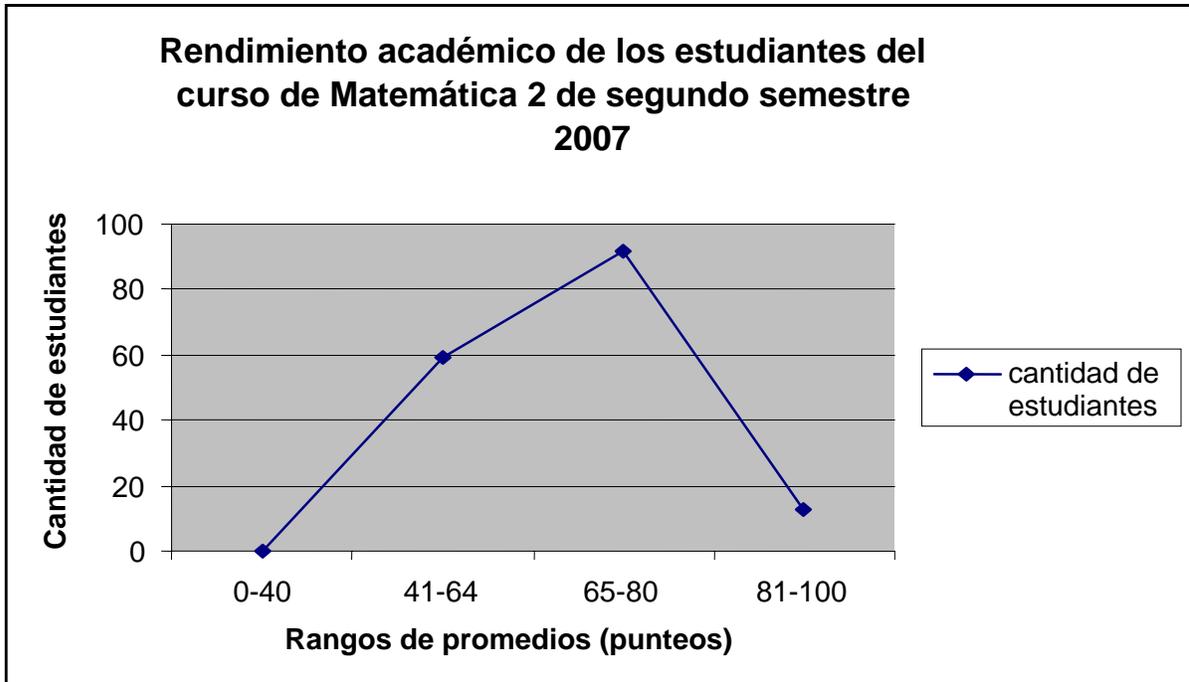
Así también es de notarse que notas de promoción por encima de 80 puntos, en los cursos son pocos los estudiantes que logran alcanzarla solo el 8%; lo cual nos lleva a pensar que existen diversas limitantes en la vida de los estudiantes que les impide superar dicha nota. Así también problemas intrínsecos a la ENCA que puede perjudicar el alcance de la excelencia académica en los estudiantes como lo es el número de clases que se imparten durante el semestre que está entre 10 y 11 clases.



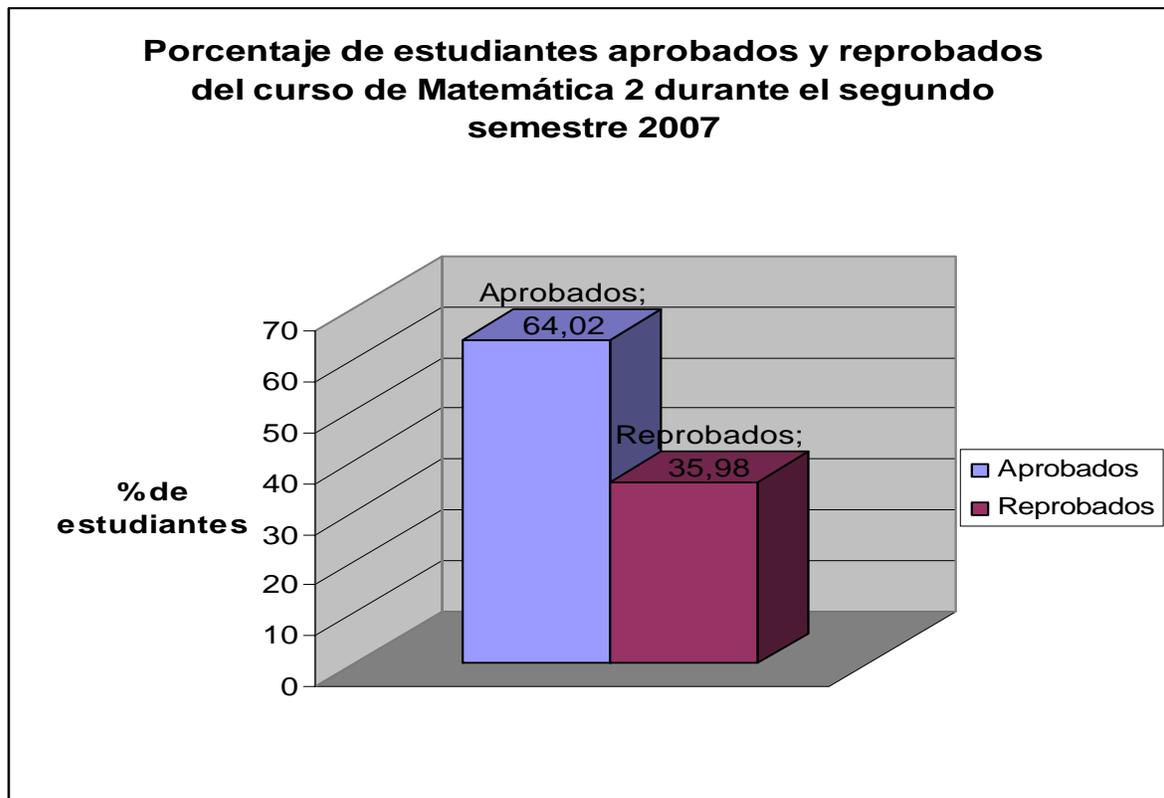
Gráfica 12. Rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre 2007.



Gráfica 13. Porcentaje de estudiantes aprobados y reprobados en primer semestre 2007.



Gráfica 14. Rendimiento académico de los estudiantes de segundo semestre 2007



Gráfica 15. Porcentaje de estudiantes aprobados y reprobados en segundo semestre 2007.

Además se puede observar que el promedio de los estudiantes que aprobaron los cursos durante el ciclo 2007 es de 64%.

### **3.2.6 Evaluación**

Como parte de la docencia, se impartieron durante el primer semestre los cursos de: Matemática I a 197 estudiantes de primer año de la carrera de Perito Agrónomo y Perito Forestal divididos en cuatro secciones de los cuales ganaron el 64.47% y perdieron el 35.53% de estudiantes inscritos.

Durante el segundo semestre el curso de: Matemática II a 164 estudiantes de primer año de la carrera de Perito Agrónomo y Perito Forestal divididos en cuatro secciones de los cuales ganaron el 64.02% y perdieron el 35.98% de estudiantes inscritos.

Además del curso de Matemática 1 y 2 impartidos en el año de 2007, también se impartió el módulo de investigación agrícola a los estudiantes de tercer año de la carrera de Perito Agrónomo y Perito Forestal divididos en seis grupos de los cuales ganaron el 100% de los estudiantes inscritos.

Durante el primer semestre se coordinaron, supervisaron y evaluaron diferentes trabajos desarrollados durante las estadías de laboratorio.

Se realizó una gira a diferentes instituciones relacionadas con la agricultura en el interior de la república. Así también se realizaron 12 prácticas experimentales y de campo, con el propósito de que los estudiantes aprendan haciendo.

Se logró cumplir con las metas propuestas al inicio de este servicio.

### **3.3 MANTENIMIENTO DE LOS CINTURONES VERDES DE LA ENCA**

#### **3.3.1 Justificación**

En la actualidad se le da poca importancia al mantenimiento de los cinturones verdes, principalmente en zonas perimetrales a la ciudad, que son lugares donde hay mucha contaminación y normalmente están deforestadas careciendo de parques y cinturones verdes que funcionan como pulmones a la colonización perimetral, por lo que es de mucha importancia el seguimiento y mantenimiento de este tipo de proyectos.

Además, con la propuesta de creación de la carrera de Perito Forestal en transformación a finales de 1999 y con la implementación de módulos de transformación de la madera, es necesario producir la materia prima que será utilizada en dichos procesos (2). Actualmente la ENCA, cuenta con una superficie de 21.2 hectáreas cubierta con bosque, la cual en su mayoría es con fines de protección, y no constituyen bosques de los que se pueda obtener madera para aserrío, por el hecho que las especies comúnmente encontradas son para producción de leña y carbón, como por ejemplo el eucalipto y la casuarina (1).

Además ante la creciente población y con la construcción de varias colonias aledañas a la escuela se ha ido perdiendo un poco el bosque por eso es necesario crear cinturones verdes dentro de las mismas colonias.

#### **3.3.2 Objetivos**

- Fortalecer la implementación de los cinturones verdes de la ENCA.
- Promover el uso de cinturones verdes como pulmones ante la contaminación perimetral.

#### **3.3.3 Metas**

- Reforestar áreas de la colonia Altos de Bárcenas II y 5 Hectáreas de terreno de la ENCA.

### 3.3.4 Metodología

Dentro de las actividades realizadas primero se acordó con el administrador de la colonia para definir qué áreas son las disponibles para la reforestación. Luego observar y definir la cantidad de árboles a utilizar.

Las actividades de mantenimiento y conservación de los cinturones verdes consistieron en chapear, y platear todos los árboles plantados, así como también replantar en aquellas áreas que no pegaron. Además se le colocaron tutores a los arbolitos para que éstos tuvieran un crecimiento recto y de esta manera poder evitar que entraran en contacto con el suelo.

Toda el área se plantó siguiendo un esquema de conservación de suelos, utilizando curvas de nivel, en un arreglo de siembra al tresbolillo con distanciamiento de 3 x 3 metros, para evitar pérdidas de suelo por erosión.

Es importante mencionar que todas estas actividades se realizaron conjuntamente con los estudiantes de primer año durante los fines de semana.

### 3.3.5 Resultados

Se logró plantar en un 95% del área establecida por el administrador de la colonia de Altos de Bárcenas II, el resto no fue posible realizarlo, debido a que el área donde se encuentran ubicados los cinturones verdes de la colonia, tenían material distribuido como selecto, árboles caídos, además el área no cuenta con sistema de riego y el agua de lluvia fue insuficiente. Además un 50% del área plantada se mantuvo limpia y chapeada. Se colocaron tutores a algunos de los arbolitos plantados debido a que no quedaban rectos al momento del transplante.

Además del área replantada en Altos de Bárcenas se logró también replantar 5 hectáreas del “lan” (área de la ENCA con este nombre) y dentro del campus central de la ENCA, con especies de Pino (*Pinus oocarpa*) y Ciprés común (*Cupressus spp*), en la cual se obtuvo un porcentaje de pegue 74% aproximadamente.

Es importante señalar que los incendios forestales se eliminaron en su totalidad, gracias al uso de fajas rompe fuegos.

### **3.3.6 Evaluación**

Se recomienda darle seguimiento a este tipo de proyectos, debido a que el avance de la colonización en zonas aledañas es bastante alto y de esta manera se evita las “Invasiones”. Además estas plantaciones servirán para que los estudiantes del área forestal realicen sus prácticas, como fuente de madera para la escuela y brindar aire puro a las personas de la zona.

Es necesario puntualizar que para el establecimiento de nuevos cinturones verdes, se planifique la siembra a inicios de la época lluviosa para evitar el bajo porcentaje de pegue en el campo.

Con los resultados obtenidos en este servicio se cumplieron las metas planteadas al inicio del mismo.

## **3.4 PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST UTILIZANDO COQUETA ROJA (*Eisenia foetida*).**

### **3.4.1 Justificación**

La agricultura orgánica ha tenido escaso éxito debido a dos problemas principales, uno de ellos es la poca información que existe sobre los efectos que tienen las diferentes prácticas orgánicas en los diferentes cultivos de interés para el agricultor, el otro problema es la poca aceptación de los agricultores debido a que se le ha dado poca promoción a estas prácticas que han tomado bastante realce y que estos agricultores ya tienen una forma empírica de producción que les dejaron sus antepasados.

La agricultura tiende a adoptar prácticas de protección al medio ambiente y con el deterioro global hay que tomar medidas alternas para minimizar el daño al suelo, es por

eso que la utilización de abonos orgánicos es una buena alternativa para reducir este daño.

### **3.4.2 Objetivos**

- Promover el uso de los abonos orgánicos en la ENCA.

### **3.4.3 Metas**

- Poner a producir cuatro lechos o pilas con lombricompost, dentro del área de hortalizas.

### **3.4.4 Metodología**

Dentro de las actividades realizadas lo primero fue buscar el área idónea para la producción del abono, luego establecer el material necesario para realizar la producción de abono orgánico.

Luego se debe conseguir las lombrices, en este caso se utilizó las lombrices rojas californianas conocidas como coquetas rojas (*Eisenia foetida*) las cuales son utilizadas específicamente para el vermicompostaje.

Lo ideal es comprar un recipiente llamado vermicompostador o compostador, en el que se realizará el proceso de una manera perfecta y cómoda, pero por cuestiones de ahorro se fabricarán pilas con block en forma de U. Como alternativa casera se puede emplear un recipiente grande, que no sea de metal y con orificios en la tapa. Es importante que sea más ancho que profundo ya que a las lombrices les gusta comer a sus anchas (5).

Luego de colectado el material a utilizar se coloca dentro de la pila previamente elaborada, luego se le agrega un poco de agua pues las lombrices necesitan un sitio fresco y si se desea se le agrega un poco de papel cortados en tiras finas, luego se agrega a las lombrices y se cubre la pila con una tapa.

Debemos recordar que las lombrices necesitan de un sitio fresco y oscuro, con el fin de que se sientan igual que bajo tierra. Para recoger el vermicompost producido simplemente hay que quitar la tierra hasta que no queden más que las lombrices en el recipiente o simplemente colocar trampas para quitar todas las lombrices del lombricompost producido (3).

#### **3.4.5 Resultados**

Este servicio consistió en la elaboración de 4 lechos para la producción de lombricompost, el cual es un abono orgánico de alta calidad. Para la elaboración de los lechos se habilitaron unas pilas viejas que se encuentran en el área de hortalizas, realizando los lechos en forma de U, para optimizar el espacio.

Como alimento se les dió a las lombrices equinaza predescompuesta, mezclada con papel usado, para acortar el tiempo de producción del lombricompost. Es conveniente destacar que el lombricompost producido a base de algún estiércol animal presenta contenidos nutricionales más altos que el material vegetal (paja, rastrojos, residuos de cosecha).

#### **3.4.6 Evaluación**

Se recomienda darle seguimiento a este tipo de proyectos para poder mejorar las condiciones del suelo y con eso preservar la productividad de los suelos.

Es necesario puntualizar que para el establecimiento de una programación o un plan de fertilización con abonos orgánicos primero se debe de tener una mayor producción de abono orgánico para poder cubrir la demanda para todos los cultivos producidos en la ENCA. Por lo cual es necesario incrementar el área de producción.

Con los resultados obtenidos en este servicio se cumplieron las metas planteadas al inicio del mismo.

### **3.5 SERVICIOS VARIOS**

#### **3.5.1 Apoyo al comité editorial en la publicación de la revista “CERES”.**

- El apoyo consistió en la revisión de artículos.
- Búsqueda de anuncios para financiar la revista.
- En la edición y publicación de la revista.

Es importante mencionar que se hizo un tiraje de 2,000 revistas todas full-color, elaboradas con material de alta calidad, la cual contiene artículos de tipo técnico-científico.

Dentro de este servicio dado se coordinaron todas las actividades realizadas con motivo del aniversario de la Escuela Nacional Central de Agricultura, con el apoyo de los estudiantes así como de los ingenieros y las autoridades de la ENCA. También se participó en las actividades de promoción de la Escuela Nacional Central de Agricultura en diferentes instituciones educativas del país, a través de visitas de los estudiantes, distribución de trifoliales, colocación de afiches y anuncios de prensa (Prensa Libre y Nuestro Diario).

### **3.6 COMENTARIO GENERAL**

La ejecución de estos servicios durante el ejercicio profesional supervisado –EPS-, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fue de mucho beneficio para la ENCA porque se contribuyó en la elaboración y ejecución de algunos proyectos como los descritos anteriormente; así como también la implementación de nuevas alternativas de producción, en algunas áreas productivas que según el diagnóstico realizado lo requerían.

### 3.7 BIBLIOGRAFIA

1. Coronado, F; Estrada, C; Dominguez, A. 2000. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la Escuela Nacional Central de Agricultura, Bárcenas, Villa Nueva. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 53 p.
2. ENCA. 2006. Aspectos generales de la Escuela Nacional Central de Agricultura. Guatemala. Disponible en [http: www.enca.edu.gt](http://www.enca.edu.gt)
3. Infoagro.com. 2008. Abonos orgánicos (en línea). España. Consultado 21 mayo 2008. Disponible en [www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm) - 29k
4. Instituto Geográfico Nacional. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Guatemala. Tipografía Nacional.
5. Tineo, AL. 1994. Crianza y manejo de lombrices con fines agrícolas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Consultado 21 mayo 2008. Disponible en [coopcoffees.com/forproducers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf](http://coopcoffees.com/forproducers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf)

### 3.8 ANEXOS

**Cuadro 16.** Resultados del curso de Matemática 1 impartido durante el primer semestre 2007.

No	Estudiante	Carrera	Sección	Nota
1	Aguilar Alfaro, Crisler Betzali	Agro	A	52
2	Aguilar Cardona, Rómulo Isaac	Agro	A	61
3	Ajcet Reyes, Laura Antonia de Jesús	Agro	A	53
4	Ajpop Tecún, Mirando	Agro	A	70
5	Alonzo Patos Ángel Aníbal	Agro	A	50
6	Ángel Dávila, Guillermo Eduardo	Agro	A	57
7	Arenas Valencia Esvin Rolando	Agro	A	50
8	Argueta Chávez, José Arnoldo	Agro	A	56
9	Barillas Gonzáles, Betsy Cristina	Agro	A	61
10	Barrientos Barrera, Rodolfo Alendro	Agro	A	81
11	Bedoya Medina José Pablo	Agro	A	58
12	Boc Xocop, Amilcar Exequias	Agro	A	71
13	Bonilla Cabrera, Sindy Merari	Agro	A	56
14	Bonilla Muñoz, Edgar Leonel	Agro	A	73
15	Bosque Valenzuela, Jorge Amilkar	Agro	A	61
16	Cabrera Rodríguez, José Fabián	Agro	A	66
17	Cámbara Zúñiga, William Nehemias	Agro	A	69
18	Camposeco Díaz, Francisco Javier	Agro	A	52
19	Camposeco Montejo, José Emanuel	Agro	A	61
20	Castillo Altún, Otto Eduardo	Agro	A	74
21	Chavez Fortín, Luís Fernando	Agro	A	61
22	Chavez Vásquez, Heraldo Williams	Agro	A	71
23	Chay Tax, Josué Feliciano	Agro	A	83
24	Chen Cu, Gustavo Augusto	Agro	A	74
25	Chex Quiná, Oscar Gonzalo	Agro	A	77
26	Chojolán Morales, Josué David	Agro	A	63
27	Cholotio Mendoza, Pedro Danilo	Agro	A	75
28	Chutá López, Frisly Orlando	Agro	A	63
29	Corado Mata, Anahi Marcia Azucena	Agro	A	49
30	Coy Chuluc Gloria	Agro	A	61
31	Coyote Miculax, Sayron Alexander	Agro	A	70
32	Currochich Pec, Juan Francisco	Agro	A	57
33	Dávila Grijalva, Mario Antonio	Agro	A	49
34	De León Muñoz, Ricardo Adrián	Agro	A	61
35	Dieguez Telón, Wilson Abrahán	Agro	A	61
36	Dinammac Morales Wilder Joel	Agro	A	80
37	Domingo Alvarado, Juan Daniel	Agro	A	62
38	Duarte Ortiz, Jorge Alberto	Agro	A	69

39	España Hernández, Humberto Octavio	Agro	A	68
40	Estrada García, Ottoniel	Agro	A	72
41	Estrada Tzep, Dalex Josué	Agro	A	50
42	Flores; Boris Estuardo	Agro	A	64
43	Fuentes Gómez, Rodolfo Eduardo	Agro	A	83
44	Galicia Saravia, Elmer Enrique	Agro	A	61
45	García García, Israel Francisco	Agro	A	55
46	García López Pedro Julio	Agro	A	62
47	García Mejía Juan Ramón	Agro	A	54
48	García Pérez, Rudy Orlando	Agro	A	61
49	García Urizar, Oscar Adelino	Agro	A	53
50	Gatica Mota Luisa Esmeralda	Agro	A	74
51	Girón Arriaza, Mauro José	Agro	A	69
52	Gonzáles Pérez, Leovardo Darinel	Agro	A	61
53	Grosjean Gándara, Jorge Manolo	Agro	A	55
54	Guist Cifuentes, Silvia Raquel	Agro	A	62
55	Guitz Córdón, Holbein Eliseo	Agro	A	68
56	Hernández Archila, Astrid Victoria	Agro	A	62
57	Hernández Arita, Axel Gerardo	Agro	A	61
58	Hernández Camposeco, Geovany	Agro	A	70
59	Hernández Quiñonez, María Magaly	Agro	A	63
60	Hernández Silvestre, Jesús Rodolfo	Agro	B	69
61	Herrera Mendoza, Kevin José Salvador	Agro	B	45
62	Ichich Quej, Walter Jeovani	Agro	B	62
63	Ixmayer Chanchavac Edilson Emmanuel	Agro	B	48
64	Juárez Batzibal, Edwin Rolando	Agro	B	57
65	Juárez Herrera, Gevri David	Agro	B	76
66	Juárez Toscano, Dora Alejandra	Agro	B	58
67	Leal Valdez, Leonel Esteban	Agro	B	56
68	Lemus Garza, Raúl Eliazar	Agro	B	75
69	Liquez Castillo Milvia Alejandra	Agro	B	57
70	López Ajú, Luís Teodoro	Agro	B	57
71	López Cifuentes, Vinicio Agustín	Agro	B	61
72	López Martínez, Luís Antonio	Agro	B	63
73	López Morales, Jorge Derick	Agro	B	63
74	Maldonado Rivas, Ronald Steven	Agro	B	56
75	Mancilla Milla, Erick Daniel	Agro	B	61
76	Marroquín Campos, Milbert Gerardo	Agro	B	64
77	Marroquín López, Gelmi Antonio	Agro	B	62
78	Marroquín Luís Vivian Elizabeth	Agro	B	64
79	Marroquín Recinos, Leonel Enrique	Agro	B	63
80	Marroquín Urizar, Ayli Consuelo	Agro	B	56
81	Martín Quisquiná, Carlos Enrique	Agro	B	74
82	Martínez Ascun, Víctor Alfonso	Agro	B	57
83	Martínez Cabrera, Laura Gabriela	Agro	B	54

84	Mazariegos Marcial, Luís Rufino	Agro	B	58
85	Medina Castro Juan Carlos	Agro	B	62
86	Medrano Villanueva, Edgar Josué	Agro	B	63
87	Mejia Arana, Wilson Ottoniel	Agro	B	69
88	Méndez Chinchilla Sheila Oralís	Agro	B	71
89	Mendoza Cota, Abner Antonio de Jesús	Agro	B	51
90	Mendoza Díaz, Julio Medardo	Agro	B	56
91	Mixtún Bautista, Wilmar Eulogio	Agro	B	70
92	Montejo Domínguez, Luz de María	Agro	B	68
93	Montejo López Oswaldo	Agro	B	8
94	Morales Díaz, Miguel Adrián	Agro	B	69
95	Morales Mijangos, Pedro Audely	Agro	B	63
96	Morales Ozuna Peter Richard	Agro	B	58
97	Mucía Sipac, Haroldo Benjamín	Agro	B	58
98	Muñoz Franco, Eduardo	Agro	B	72
99	Muñoz González, Gilmer Samuel	Agro	B	52
100	Najera Villeda, Nelguer Estuardo	Agro	B	56
101	Nicolás Méndez, Josué Daniel	Agro	B	49
102	Orellana Navarro, Rudy Eden	Agro	B	51
103	Ortiz Grijalva Andrea Emilia	Agro	B	47
104	Ortiz Marroquín, Hans David Estuardo	Agro	B	57
105	Ortiz Morales, Edilberto	Agro	B	57
106	Osorio Yat, Guillermo Tomás	Agro	B	74
107	Otzim Godínez, Josué	Agro	B	48
108	Pacheco Reyes, Jennely Julissa	Agro	B	76
109	Padilla López, Luís Ángel	Agro	B	53
110	Palacios Gil, José Manuel	Agro	B	62
111	Parabal Morales, Dany Alexander	Agro	B	57
112	Pérez Mota, Misael	Agro	B	54
113	Piril Gaytan Virginia Adelsuvia	Agro	B	61
114	Pirir Xoná, Ariel Bernac	Agro	B	68
115	Ponciano Nuñez, Pedro Danilo	Agro	B	42
116	Puc Cay, Hugo Rolando	Agro	B	56
117	Quiñonez Silvestre, Justina Victoria	Agro	C	69
118	Ramírez García, Oscar Roberto	Agro	C	64
119	Ramírez Villatoro, Mario Saúl	Agro	C	53
120	Raxtún Toc, Miguel Ángel	Agro	C	65
121	Recinos Salguero, Deivid Ramiro	Agro	C	56
122	Rivera Duarte, Luís Arnoldo	Agro	C	68
123	Rivera Dubón, Brenda Cecilia	Agro	C	70
124	Rodas Serrano, Monica Lizeth	Agro	C	61
125	Rodríguez Pérez Ricardo Alberto	Agro	C	66
126	Roldan Vásquez, José Adolfo	Agro	C	72
127	Ros Díaz, German Raymundo	Agro	C	63
128	Rosa Ramírez, Gerardo	Agro	C	56

129	Rucal Lex, Oscar David	Agro	C	71
130	Rueda González, Juan Ignacio	Agro	C	78
131	Ruiz Rodas Hilda Lissette	Agro	C	64
132	Sacuj Morales, Nery Felipe	Agro	C	80
133	Sagastume Muñoz, José Carlos	Agro	C	61
134	Salazar Cano, Gustavo Adolfo	Agro	C	52
135	Salazar Villalobos Jonathan Gabriel	Agro	C	66
136	Samayoa Lara, Allan Arnulfo	Agro	C	61
137	Sanchinel Colindres; Jonathan Benjamín	Agro	C	54
138	Sandoval Aguirre, Jorge Luís	Agro	C	75
139	Sandoval Bautista, José Leonardo	Agro	C	61
140	Sandoval Montenegro, Boris Amilcar	Agro	C	61
141	Santos Palencia, Ángel Gabriel	Agro	C	51
142	Silvestre Hernández, Candelaria	Agro	C	73
143	Silvestre Sánchez, Juan José	Agro	C	62
144	Simón Roquel, Pablo Raúl	Agro	C	46
145	Sis Rosa, Melvin Fidel	Agro	C	70
146	Soberanis López Sofía Maribel	Agro	C	80
147	Sologaistoa Herrera, Mario Raúl	Agro	C	49
148	Solorzano Escobar, Carlos Eduardo	Agro	C	63
149	Sosa Portillo; Jorge Iván	Agro	C	55
150	Soto Salazar; Jason Fernando	Agro	C	77
151	Surec Rabinal, Stevens Horacio	Agro	C	68
152	Tahuico Corazón, Brenda Mishell	Agro	C	72
153	Tax Sapon, Ángela Paola	Agro	C	63
154	Teleguario Velásquez, Alex Joel	Agro	C	61
155	Tobar Rivera, Belman Osiel	Agro	C	73
156	Toc Sagra Marco Eduardo	Agro	C	77
157	Tubac Chajón, César Osvely	Agro	C	55
158	Urrutia Contreras, Francisco Luís	Agro	C	54
159	Valenzuela Fajardo Gabriela Luz Maria	Agro	C	70
160	Valladares Ramírez, José Aníbal	Agro	C	61
161	Valle Tager, Francisco Javier	Agro	C	54
162	Vásquez López, Jacob Rodelvi	Agro	C	62
163	Vásquez Vásquez, Deiby Kennedy	Agro	C	64
164	Vásquez Vásquez, José Giovanni	Agro	C	59
165	Velásquez González, José Ángel	Agro	C	63
166	Velásquez Orozco, José Miguel	Agro	C	77
167	Ventura Gamez, Manuel Alejandro	Agro	C	67
168	Villafuerte González, Laura Abigail	Agro	C	68
169	Villeda Lémus, Luís Alberto	Daso	C	70
170	Xocop Morales, Allan Carlos Florencio	Daso	C	69
171	Zacarías Martín, Julio Fernando	Daso	C	65
172	Zamora Jiménez, Marcos Manuel	Daso	C	63
173	Zeta Álvarez, José Manuel	Daso	C	49

174	Abril Jelkmann, María Fernanda	Daso	D	61
175	Bocel Castro, Juan Carlos	Daso	D	57
176	Boror Molina, Juan Luís	Daso	D	71
177	Cerón Miranda, Kevin Wilian	Daso	D	46
178	Cortés Alvarado, Duglas Urías	Daso	D	57
179	Franco Barillas, Marco Enrique	Daso	D	65
180	Gómez Rivera, Eduardo Luís	Daso	D	61
181	Ixmalej Castro, Samuel Isaías	Daso	D	65
182	Jerónimo López, Daniel	Daso	D	66
183	Juárez Ortega, Edly Adela	Daso	D	52
184	Lanz, Marianne Margareth	Daso	D	71
185	López Mérida, José Carlos	Daso	D	61
186	Mayorga Carrera Aníbal Eduardo	Daso	D	35
187	Medina López, Víctor Rodolfo	Daso	D	75
188	Monterroso López, Gerber Owilmer	Daso	D	64
189	Morales Hoil, Walter Melvin	Daso	D	69
190	Morales Lemus, Luís Alejandro	Daso	D	62
191	Noriega Sánchez, José Juan	Daso	D	67
192	Puelias Ramírez, Miguel Manases	Daso	D	71
193	Quan Salguero Nelson Rolando	Daso	D	49
194	Ramírez Hernández, Nidia María	Daso	D	67
195	Santizo Enríquez, Pablo Daniel	Daso	D	62
196	Tojín Gutiérrez, Abel Santiago Júnior	Daso	D	75
197	Velásquez Rodríguez, Yeovani	Daso	D	40

**Cuadro 17.** Resultados del curso de Matemática 2 impartido durante el segundo semestre 2007.

No	Estudiante	Carrera	Sección	Nota
1	Aguilar Alfaro, Crisler Betzali	Agro	A	61
2	Aguilar Cardona, Rómulo Isaac	Agro	A	61
3	Ajcet Reyes, Laura Antonia de Jesús	Agro	A	60
4	Ajpop Tecún, Mirando	Agro	A	65
5	Alonzo Patos Ángel Aníbal	Agro	A	66
6	Ángel Dávila, Guillermo Eduardo	Agro	A	48
7	Arenas Valencia Esvin Rolando	Agro	A	47
8	Argueta Chávez, José Arnoldo	Agro	A	59
9	Barillas Gonzáles, Betsy Cristina	Agro	A	65
10	Barrientos Barrera, Rodolfo Alendro	Agro	A	75
11	Bedoya Medina José Pablo	Agro	A	66
12	Boc Xocop, Amilcar Exequias	Agro	A	80
13	Bonilla Cabrera, Sindy Merari	Agro	A	65
14	Bonilla Muñoz, Edgar Leonel	Agro	A	65
15	Cabrera Rodríguez, José Fabián	Agro	A	69

16	Cámbara Zúñiga, William Nehemias	Agro	A	80
17	Camposeco Díaz, Francisco Javier	Agro	A	71
18	Camposeco Montejo, José Emanuel	Agro	A	57
19	Castillo Altún, Otto Eduardo	Agro	A	73
20	Chavez Fortín, Luís Fernando	Agro	A	69
21	Chavez Vásquez, Heraldo Williams	Agro	A	72
22	Chay Tax, Josué Feliciano	Agro	A	75
23	Chen Cu, Gustavo Augusto	Agro	A	65
24	Chex Quiná, Oscar Gonzalo	Agro	A	84
25	Chojolán Morales, Josué David	Agro	A	62
26	Cholotio Mendoza, Pedro Danilo	Agro	A	81
27	Chutá López, Frisly Orlando	Agro	A	73
28	Corado Mata, Anahi Marcia Azucena	Agro	A	55
29	Coy Chuluc Gloria	Agro	A	56
30	Coyote Miculax, Sayron Alexander	Agro	A	67
31	Currochich Pec, Juan Francisco	Agro	A	54
32	Dávila Grijalva, Mario Antonio	Agro	A	60
33	De León Muñoz, Ricardo Adrián	Agro	A	68
34	Dinammac Morales Wilder Joel	Agro	A	78
35	Domingo Alvarado, Juan Daniel	Agro	A	70
36	Duarte Ortiz, Jorge Alberto	Agro	A	83
37	España Hernández, Humberto Octavio	Agro	A	76
38	Estrada García, Ottoniel	Agro	A	73
39	Flores; Boris Estuardo	Agro	A	66
40	Fuentes Gómez, Rodolfo Eduardo	Agro	A	81
41	Galicia Saravia, Elmer Enrique	Agro	A	71
42	García García, Israel Francisco	Agro	A	65
43	García López Pedro Julio	Agro	A	66
44	García Mejía Juan Ramón	Agro	A	55
45	García Pérez, Rudy Orlando	Agro	A	65
46	García Urizar, Oscar Adelino	Agro	A	60
47	Gatica Mota Luisa Esmeralda	Agro	A	76
48	Girón Arriaza, Mauro José	Agro	A	84
49	Gonzáles Pérez, Leovardo Darinel	Agro	A	66
50	Grosjean Gándara, Jorge Manolo	Agro	A	66
51	Guist Cifuentes, Silvia Raquel	Agro	A	60
52	Guitz Córdón, Holbein Eliseo	Agro	A	71
53	Hernández Archila, Astrid Victoria	Agro	A	65
54	Hernández Arita, Axel Gerardo	Agro	A	59
55	Hernández Camposeco, Geovany	Agro	A	65
56	Hernández Quiñonez, María Magaly	Agro	A	67
57	Hernández Silvestre, Jesús Rodolfo	Agro	B	77
58	Ichich Quej, Walter Jeovani	Agro	B	69
59	Juárez Batzibal, Edwin Rolando	Agro	B	61
60	Juárez Herrera, Gevri David	Agro	B	87

61	Juárez Toscano, Dora Alejandra	Agro	B	73
62	Leal Valdez, Leonel Esteban	Agro	B	68
63	Lemus Garza, Raúl Eliazar	Agro	B	82
64	Liquez Castillo Milvia Alejandra	Agro	B	68
65	López Ajú, Luís Teodoro	Agro	B	56
66	López Cifuentes, Vinicio Agustín	Agro	B	76
67	López Martínez, Luís Antonio	Agro	B	72
68	López Morales, Jorge Derick	Agro	B	80
69	Maldonado Rivas, Ronald Steven	Agro	B	76
70	Mancilla Milla, Erick Daniel	Agro	B	66
71	Marroquín Campos, Milbert Gerardo	Agro	B	71
72	Marroquín López, Gelmi Antonio	Agro	B	65
73	Marroquín Luís Vivian Elizabeth	Agro	B	74
74	Marroquín Recinos, Leonel Enrique	Agro	B	71
75	Marroquín Urizar, Ayli Consuelo	Agro	B	62
76	Martín Quisquiná, Carlos Enrique	Agro	B	77
77	Martínez Ascun, Víctor Alfonso	Agro	B	56
78	Martínez Cabrera, Laura Gabriela	Agro	B	52
79	Mazariegos Marcial, Luís Rufino	Agro	B	79
80	Medina Castro Juan Carlos	Agro	B	70
81	Medrano Villanueva, Edgar Josué	Agro	B	76
82	Mejia Ariano, Wilson Ottoniel	Agro	B	60
83	Méndez Chinchilla Sheila Oralís	Agro	B	75
84	Mendoza Cota, Abner Antonio de Jesús	Agro	B	54
85	Mixtún Bautista, Wilmar Eulogio	Agro	B	72
86	Montejo Domínguez, Luz de María	Agro	B	85
87	Morales Díaz, Miguel Adrián	Agro	B	65
88	Morales Mijangos, Pedro Audely	Agro	B	60
89	Morales Ozuna Peter Richard	Agro	B	85
90	Mucía Sipac, Haroldo Benjamín	Agro	B	54
91	Muñoz Franco, Eduardo	Agro	B	82
92	Najera Villeda, Nelguer Estuardo	Agro	B	66
93	Orellana Navarro, Rudy Eden	Agro	B	62
94	Ortiz Marroquín, Hans David Estuardo	Agro	B	61
95	Ortiz Morales, Edilberto	Agro	B	65
96	Osorio Yat, Guillermo Tomás	Agro	B	74
97	Pacheco Reyes, Jennely Julissa	Agro	B	83
98	Padilla López, Luís Ángel	Agro	B	70
99	Palacios Gil, José Manuel	Agro	B	70
100	Parabal Morales, Dany Alexander	Agro	B	72
101	Pérez Mota, Misael	Agro	B	73
102	Piril Gaytan Virginia Adelsuvia	Agro	B	74
103	Pirir Xoná, Ariel Bernac	Agro	B	86
104	Puc Cay, Hugo Rolando	Agro	B	58
105	Quiñonez Silvestre, Justina Victoria	Agro	C	65

106	Ramírez García, Oscar Roberto	Agro	C	57
107	Ramírez Villatoro, Mario Saúl	Agro	C	54
108	Raxtún Toc, Miguel Ángel	Agro	C	66
109	Recinos Salguero, Deivid Ramiro	Agro	C	60
110	Rivera Duarte, Luís Arnoldo	Agro	C	67
111	Rivera Dubón, Brenda Cecilia	Agro	C	73
112	Roldan Vásquez, José Adolfo	Agro	C	55
113	Ros Díaz, German Raymundo	Agro	C	52
114	Rosa Ramírez, Gerardo	Agro	C	57
115	Rucal Lex, Oscar David	Agro	C	74
116	Rueda González, Juan Ignacio	Agro	C	57
117	Ruiz Rodas Hilda Lissette	Agro	C	61
118	Sacuj Morales, Nery Felipe	Agro	C	74
119	Sagastume Muñoz, José Carlos	Agro	C	59
120	Salazar Cano, Gustavo Adolfo	Agro	C	54
121	Salazar Villalobos Jonathan Gabriel	Agro	C	58
122	Sandoval Aguirre, Jorge Luís	Agro	C	70
123	Sandoval Montenegro, Boris Amilcar	Agro	C	72
124	Silvestre Hernández, Candelaria	Agro	C	61
125	Silvestre Sánchez, Juan José	Agro	C	51
126	Simón Roquel, Pablo Raúl	Agro	C	50
127	Sis Rosa, Melvin Fidel	Agro	C	54
128	Soberanis López Sofía Maribel	Agro	C	80
129	Sologaistoa Herrera, Mario Raúl	Agro	C	65
130	Solorzano Escobar, Carlos Eduardo	Agro	C	65
131	Sosa Portillo; Jorge Iván	Agro	C	69
132	Soto Salazar; Jason Fernando	Agro	C	70
133	Surec Rabinal, Stevens Horacio	Agro	C	73
134	Tahuico Corazón, Brenda Mishell	Agro	C	67
135	Teleguario Velásquez, Alex Joel	Agro	C	53
136	Tobar Rivera, Belman Osiel	Agro	C	60
137	Toc Sagra Marco Eduardo	Agro	C	84
138	Tubac Chajón, César Osvely	Agro	C	60
139	Urrutia Contreras, Francisco Luís	Agro	C	57
140	Valenzuela Fajardo Gabriela Luz Maria	Agro	C	61
141	Valladares Ramírez, José Aníbal	Agro	C	68
142	Vásquez López, Jacob Rodelvi	Agro	C	65
143	Vásquez Vásquez, Deiby Kennedy	Agro	C	53
144	Velásquez González, José Ángel	Agro	C	60
145	Velásquez Orozco, José Miguel	Agro	C	76
146	Ventura Gamez, Manuel Alejandro	Agro	C	55
147	Villafuerte González, Laura Abigail	Agro	C	74
148	Villeda Lémus, Luís Alberto	Daso	C	59
149	Xocop Morales, Allan Carlos Florencio	Daso	C	59
150	Zacarías Martín, Julio Fernando	Daso	C	67

151	Zamora Jiménez, Marcos Manuel	Daso	C	61
152	Abril Jelkmann, María Fernanda	Daso	D	65
153	Boror Molina, Juan Luís	Daso	D	62
154	Cortés Alvarado, Duglas Urías	Daso	D	65
155	Franco Barillas, Marco Enrique	Daso	D	65
156	Jerónimo López, Daniel	Daso	D	54
157	Lanz, Marianne Margareth	Daso	D	76
158	López Mérida, José Carlos	Daso	D	56
159	Medina López, Víctor Rodolfo	Daso	D	65
160	Monterroso López, Gerber Owilmer	Daso	D	67
161	Morales Hoil, Walter Melvin	Daso	D	59
162	Morales Lemus, Luís Alejandro	Daso	D	66
163	Noriega Sánchez, José Juan	Daso	D	56
164	Ramírez Hernández, Nidia María	Daso	D	67



**Gráfica 16. Clases magistrales a estudiantes de la ENCA año 2007**



**Gráfica 17. Gira educativa a Cobán. Con estudiantes de la ENCA año 2007**



**Gráfica 18. Reforestación en Altos de Bárcenas 2 Transplante de pino, año 2007.**



**Gráfica 19. Reforestación en Altos de Bárcenas 2, plateo y abriendo el agujero, año 2007.**



**Gráfica 20. Habilitación de las pilas para la obtención de lombricompost, año 2007.**



Gráfica 21. Obtención del abono orgánico (lombricompost), año 2007.