

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA - EPS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA DEGRADAR DESECHOS
AVÍCOLAS Y ECOTECNOLOGÍAS REALIZADAS EN EL CENTRO DE APRENDIZAJE E
INTERCAMBIO DE SABER –CAIS- DEL INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE
CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ – INCAP-, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Gabriel Martín Gálvez Díaz

Guatemala, marzo 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA - EPS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES PARA DEGRADAR DESECHOS
AVÍCOLAS Y ECOTECNOLOGÍAS REALIZADAS EN EL CENTRO DE APRENDIZAJE E
INTERCAMBIO DE SABER –CAIS- DEL INSTITUTO DE NUTRICIÓN DE
CENTROAMÉRICA Y PANAMÁ – INCAP-, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

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

POR

GABRIEL MARTÍN GÁLVEZ DÍAZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, marzo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Aderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL QUINTO	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, marzo 2012

Guatemala, marzo 2012

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 “Uso de microorganismos eficientes para degradar desechos avícolas y ecotecnologías realizadas en el Centro de aprendizaje e intercambio de saber –CAIS- del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá – INCAP-, San Juan Sacatepéquez, 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 mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Gabriel Martín Gálvez Díaz

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Por bendecir mi vida y acompañarme incondicionalmente en cada paso de mí camino.
- MIS PADRES** Gabriel Gálvez Navas y Haydeé Díaz Aguirre, que me han apoyado en todo momento de mi vida, con sabiduría han sabido guiarme y han sido ejemplo de lucha y sacrificio desde el inicio de mis estudios, este triunfo es de ustedes.
- MI HERMANA** Anaí Gálvez Díaz, sin tu apoyo y ayuda no hubiera logrado salir adelante.
- MIS ABUELOS** Mario Díaz (Q.E.P.D), América Aguirre, Amada Navas (Q.E.P.D) y especialmente a Vicente Gálvez (Q.E.P.D) quien fue mi guía en muchos aspectos de mi vida, por hacerme querer el campo y respetar a la gente que lo trabaja, soy quien soy gracias a vos.
- MI NOVIA** Leslie Duque, gracias por todos los momentos de amor, comprensión y apoyo que me has dado en estos años, por ayudarme a seguir adelante en momentos difíciles y enseñarme que todo lo puedo en Cristo que me fortalece.
- MIS AMIGOS** Anita, Cano, Elías, Peñate, Luis Pablo, Paola, Glenda, Chahim, Fabricio, Rafa, Diego, Saenz, Ronald, fue un gusto compartir estos años con ustedes, gracias por su amistad.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Mi Guatemala, país de la eterna primavera

Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser mi hogar de estudios

La Facultad de Agronomía por formarme con conocimientos y prácticas invaluable.

Mi familia, por todo el apoyo brindado durante estos años.

AGRADECIMIENTOS

A mi supervisor, Ing. Agr. Guillermo Méndez por ayudarme a lograr mis metas en el Ejercicio Profesional Supervisado, por su apoyo en todo el proceso, por enseñarme que no hay que darse nunca por vencidos y siempre hay que seguir adelante.

A mi asesor, Ing. Agr. Marco Vinicio Fernández, por su asesoría profesional brindada, por su dedicación y orientación durante mi investigación.

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá por permitirme realizar mi práctica en sus instalaciones y abrirme sus puertas.

A la Lic. Norma Alfaro, por confiar en mí y darme su apoyo durante mi práctica.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL CENTRO DE APRENDIZAJE E INTERCAMBIO DE SABER CAIS/INCAP

1.1. Presentación	4
1.2. Marco Referencial	5
1.2.1 Localización y descripción del área de trabajo.....	5
1.2.2 Caserío Pachalí.....	7
1.3. Descripción de la problemática	11
1.4. Objetivos	12
1.4.1 Objetivo General	12
1.4.2 Objetivos específicos	12
1.5. Metodología.....	13
1.5.1. Caminamiento	13
1.5.2. Entrevistas	13
1.5.3. FODA	14
1.5.3.A. Análisis de la información.....	14
1.6. Resultados y discusión.....	15
1.6.1 Caminamiento.....	15
1.6.1.A. Área de invernaderos	17
1.6.1.B. Área de producción animal.....	18
1.6.1.C. Área de bosque	18
1.6.1.D. Área de frutales	19
1.6.1.E. Área de hortalizas al aire libre	20
1.6.2 FODA	21
1.6.2.A. Selección y análisis de los problemas	24
1.6.2.B. Ordenamiento y evaluación de problemas	25
1.6.2.C. Priorización de problemas.....	26
1.6.2.E. Alternativa estratégica	28
1.7. Conclusiones.....	31
1.8. Recomendaciones.....	34
1.9. Bibliografía	36

CAPÍTULO II

ESTUDIO PRELIMINAR DEL USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM's) PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO PARA ALIMENTO DE LOMBRIZ (Eisenia foetida) A PARTIR DE DESECHOS DE DESTACE AVÍCOLA EN EL CASERÍO PACHALÍ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.

2.1. Presentación.....	38
2.2. Definición del problema	39
2.3. Justificación	40
2.4. Marco teórico	41
2.4.1 Marco conceptual	41
2.4.1A Compost	41
2.4.1.B Vermicompost.....	42
2.4.1.C Valores biológicos	44
2.4.1.D Establecimiento de lombricultura	45
2.4.1.E Componentes del Sustrato	47
2.4.1.F Condiciones de manejo	49
2.4.1.G Plumas de las aves	53
2.4.1.H Queratina.....	54
2.4.1.I Microorganismos eficientes.....	55
2.4.1.J. Descripción EM • 1 ®	59
2.4.1.K Prueba DL50	62
2.4.1.L. Hongos Queratinolíticos	63
2.4.2 Marco referencial.....	64
2.4.2.A Localización y descripción del area experimental	64
2.4.2.B Caserío Pachalí	66
2.4.2.C Experiencias en la utilización de EM	69
2.5. Objetivos.....	71
2.5.1 Objetivo general	71
2.5.2 Objetivos específicos.....	71
2.6. Hipótesis.....	72
2.7. Metodología	73
2.7.1 Sustrato.....	73
2.7.1.A Recolección de desechos avícolas.....	73
2.7.1.B Recolección de estiércol.....	73
2.7.1.C Activación Microorganismos eficientes	73

2.7.1.D Lombrices.....	74
2.7.2. Establecimiento.....	75
2.7.2.A Tratamientos.....	75
2.7.2.B Repeticiones.....	76
2.7.2.C Croquis de campo	76
2.7.2.D Tratamiento del sustrato.....	77
2.7.2.E Preparación del sustrato.....	78
2.7.2.F Prueba Letal 50	79
2.7.3 Modelo estadístico	79
2.7.3.A Diseño completamente al azar	79
2.7.3.B Variables respuesta.....	79
2.7.4 Análisis de la información.....	81
2.7.4.A Análisis estadístico	81
2.7.4.B Análisis del compost.....	81
2.7.4.C Análisis económico.....	81
2.8 Resultados.....	83
2.8.1 Prueba letal 50 Lombricultura, PL50	83
2.8.2 Variación del pH en los tratamientos	84
2.8.3 Análisis de abono orgánico	87
2.8.3.A Concentración de elementos en el compost.....	88
2.8.3.B Aspectos físicos.....	92
2.8.4 Análisis económico de los tratamientos.....	92
2.9. Conclusiones	95
2.10. Recomendaciones	97
2.11. Bibliografía.....	99
CAPÍTULO III	
INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN EL CENTRO DE APRENDIZAJE E INTERCAMBIO DE SABER, -CAIS/INCAP-, PACHALÍ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA	
3.1. Presentación.....	103
3.2 Servicio 1	104
Propuesta de presupuesto para la restauración de la infraestructura de los invernaderos del CAIS	104
3.2.1 Definición y Justificación del servicio.....	104
3.2.2 Marco teórico	105

3.2.4.A ¿Para qué sirve un invernadero?	105
3.2.4.B ¿En que consiste?	105
3.2.4.C La estructura	105
3.2.4.D La cobertura.....	106
3.2.4.E Ubicacion	107
3.2.4.F Orientacion.....	107
3.2.4.G La forma.....	108
3.2.4.H El tamaño.....	108
3.2.4.I La ventilación.....	108
3.2.5. Objetivos.....	110
3.2.6. Resultados.....	111
3.2.6.A Daños en invernaderos	111
3.2.7.B Presupuesto	111
3.2.6.B Plan de mantenimiento de invernaderos	113
3.2.8. Recomendaciones y evaluacion	115
3.3 Servicio 2	117
Establecimiento de cursos continuos de capacitaciones en ecotecnologías a nivel comunitario y de municipios guatemaltecos.....	117
3.3.1. Definición del problema	117
3.3.2. Justificación.....	117
3.3.3. Objetivos	118
3.3.5 Resultados	119
3.4.5.A Programa de cursos a impartirse en el CAIS/INCAP	119
Agricultura orgánica	119
Cultivos Hidropónicos	121
Conservación de Suelo y Agua.....	122
Principios de organoponía	123
Cultivos protegidos	125
Aprovechamiento de Fuentes Energéticas Económicas	126
Tecnología y Procesamiento de Alimentos	127
Huerto Medicinal	128
Granja Integral Autosuficiente	130
3.3.5.B. Nuevas ecotecnologías implementadas en el CAIS/INCAP.....	132
3.3.5.C. Ecotecnologías modificadas	153
3.3.5.D Ecotecnologías introducidas.....	158

Lactobacillus, bacterias benéficas	163
3.3.6 Conclusiones.....	169
Servicio No.3	171
3.4 Granja Integral Autosuficiente, GIA	171
3.4.1. Introducción.....	171
3.4.2. Definición del problema	172
3.4.3. Justificación del problema	172
3.4.4. Marco conceptual	173
3.4.5. Resultados	176
3.4.5.A Rotación	176
3.4.5.B Control fitosanitario GIA.....	178
3.4.5.C Huerto medicinal	178
3.4.5.D Forraje Verde, Napier Morado (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	184
3.4.6 Conclusiones.....	185
3.5 Servicio No.4	186
Manejo fitosanitario para cultivos bajo invernadero	186
3.5.1. Introducción.....	186
3.5.2. Definición del problema	186
3.5.3. Justificación.....	187
3.5.4. Objetivos	188
3.5.5Resultados	189
3.5.5.A Tomate	189
3.5.5.B Chile	192
3.5.6 Conclusiones.....	195
3.6 Conclusiones Generales	196
3.7 Recomendaciones.....	198
3.8 Bibliografía.....	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de San Juan Sacatepéquez, Guatemala y caserío Pachalí	08
Figura 2: Mapa de ubicación y colindancias del CAIS	09
Figura 3. Mapa del Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saberes, CAIS-INCAP	16
Figura 4: Clitelo de una lombriz en edad reproductiva	47
Figura 5. Partes de una pluma	54
Figura 6: Mapa de ubicación de San Juan Sacatepéquez y caserío Pachalí	67
Figura 7: Mapa de ubicación y colindancias del CAIS	68
Figura 8. Materiales para la activación de EM's	74
Figura 9. Recolección de Coquetas rojas para realizar la prueba letal 50.	74
Figura 10. Distribución de tratamientos y repeticiones del experimento	77
Figura 11. Desechos de destace avícola	78
Figura 12. Preparación del sustrato	78
Figura 13. Contenedor de plástico para realizar la prueba letal 50	84
Figura 14. Hongos queratinolíticos en los desechos de destace avícola	87
Figura 15. Estructura de madera para riego por goteo	135
Figura 16. Mangueras introducidas en el tapón de la cubeta	137
Figura 17. Cultivo de rábano con riego por goteo con cubeta de 5 gal	138
Figura 18. Triángulo de madera forrado con malla de mosquitero	140
Figura 19. Bandejas de deshidratado colocadas sobre "tacos"	141
Figura 20. Cámara colectora	142
Figura 21. Cámara colectora	143
Figura 22. Estantería con desnivel para la caída de agua	145
Figura 23. Bandeja con una pequeña capa de cascarilla de arroz	146
Figura 24. Semilla en saco de brin	148
Figura 25. Grano pregerminado	149
Figura 26. Maíz a los 15 días de haber iniciado el proceso	150
Figura 27. Raíz del Forraje al cabo de 15 días	150
Figura 28. Pelibueyes comiendo Forraje Verde hidropónico	151
Figura 29. Ahumador de pino con brea	154
Figura 30. Ahumador de matilisguate	154
Figura 31. Nuevo ahumador fabricado con madera de matilisguate	155
Figura 32. Bomba de mecate	157
Figura 33. Nuevo sistema, incorporando una polea extra	157
Figura 34. Nueva posición del maneral y salida de agua	158
Figura 35. Picado de plantas	161
Figura 36. Mezcla de plantas con melaza	161
Figura 37. Fermentación de la mezcla	162
Figura 38. Colado del producto final	162
Figura 39. Capas luego de la fermentación	164
Figura 40. Mezcla de arroz con agua	165
Figura 41. Mezcla de leche con arroz fermentado	166
Figura 42. Separación de la capa dura del suero	167
Figura 43. Mezcla del suero con la melaza	167
Figura 44. Reposo de la mezcla	168
Figura 45. Implementación Huerto Medicinal	180

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Lista plana de FODA, CAIS	21
Cuadro 2: Selección de problemas, Diagnostico CAIS	24
Cuadro 3: Ordenamiento y evaluación de problemas, Diagnostico CAIS	25
Cuadro 4: Priorización de problemas, diagnóstico CAIS	26
Cuadro 5. Matriz FODA	28
Cuadro 6: Nitrógeno y relación C/N en varias materias	53
Cuadro 7: Materiales necesarios para la activación de EM's	58
Cuadro 8: Fecha y cantidad de aplicaciones en tratamientos	76
Cuadro 9: Croquis de campo	76
Cuadro 10. Resultados obtenidos en la prueba letal 50	83
Cuadro 11. Resultados de pH obtenidos en cada tratamiento	85
Cuadro 12. Análisis de varianza	85
Cuadro 13. Resultados obtenidos de análisis de nutrientes en el compost	88
Cuadro 14. Costo de producción por un m ³	93
Cuadro 15. Costos de producción para 1 m ³ de compost	93
Cuadro 16. Curso Agricultura orgánica	119
Cuadro 17. Curso cultivo hidropónico	121
Cuadro 18. Curso Conservación de Suelo y Agua	122
Cuadro 19. Curso Principios de organoponía	124
Cuadro 20. Curso Cultivos protegidos	125
Cuadro 21. Curso Aprovechamiento de Fuentes Energéticas Económicas	127
Cuadro 22. Curso Tecnología y Procesamiento de Alimentos	128
Cuadro 23. Curso Huertos medicinales	129
Cuadro 24. Curso Granja Integral Autosuficiente	130
Cuadro 25. Cantidad de plantas y riego por día, con una cubeta de 5 galones	138
Cuadro 26. Procedimiento Maíz Hidropónico	151
Cuadro 27. Plantas más utilizadas para abonos orgánicos líquidos	159
Cuadro 28. Plan de manejo fitosanitario orgánico para la GIA del CAIS	169
Cuadro 29. Rotación de cultivos por tablón de la Granja integral Autosuficiente	177
Cuadro 30. Propuesta de manejo de plagas en el cultivo de tomate	189
Cuadro 31. Propuesta de manejo de enfermedades en el cultivo de tomate	190
Cuadro 32. Propuesta de manejo de plagas en el cultivo de chile dulce	192
Cuadro 33. Propuesta de manejo de enfermedades en el cultivo de chile dulce	194

RESUMEN

A través del programa Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, EPSA, se adquirió un compromiso de cooperación entre la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, FAUSAC, y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, relación que establece procedimientos y mecanismos generales, necesarios para identificar y llevar a cabo actividades conjuntas que contribuyan a resolver los problemas prioritarios de dicha entidad. Bajo este enfoque, la cooperación entre la FAUSAC y el INCAP estuvo enfocada en el área de Ecotecnologías y Capacitaciones.

La práctica profesional tiene una duración de 10 meses y se compone de tres partes: Diagnóstico, investigación y servicios; este trabajo integrado describe cada uno de estos componentes.

El capítulo I trata sobre la actualidad en la que se encontraba el Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber -CAIS-, el cual es un centro del INCAP que se dedica a dar capacitaciones sobre ecotecnologías, como a experimentar sobre nuevas técnicas para mejorar cultivos a bajo costo. El Centro se encuentra en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, su ubicación lo hace ideal para cultivos hortícolas debido que posee clima adecuado así como a la cercanía a la ciudad capital se puede explotar las áreas de capacitación como la de investigación. El principal problema encontrado en el Centro fue el estado de los invernaderos, no había un plan de mantenimiento para estos y algunos se encontraban en abandono, otro problema principal era la falta de un plan de siembra de cultivos, no existía un plan de manejo rotacional o de época de siembra. El Centro por depender económicamente del INCAP posee muy baja inversión lo que deriva en poca mano de obra para explotar todas sus áreas, así como la falta de insumos para el manejo de cultivos.

El capítulo II constituye la investigación que se llevó a cabo en el Centro, esta tenía como fin darle solución al problema de contaminación de desechos de destace avícola utilizando microorganismos eficientes, a través de composteras culturales. Los microorganismos eficientes son soluciones de microorganismos aceleradores de la descomposición de productos orgánicos, en este caso se utilizaron para la degradación de plumas y vísceras de aves de engorde. Luego de las aplicaciones de los tratamientos según el cronograma de actividades se obtuvieron diferentes resultados, dentro de los que se pueden mencionar los siguientes: Los microorganismos eficientes no aceleran la degradación de los desechos de destace avícola, sin embargo ayudan a disminuir considerablemente el olor desagradable de estos, así como la contaminación de moscas. Se concluye que la aplicación de microorganismos eficientes ayudan a la reducción de focos de contaminación al disminuir la proliferación de moscas y disminución de olores.

En el capítulo III se describen los servicios realizados, donde luego de analizar la información del diagnóstico del Centro, se elaboró un plan de trabajo para mejorar las condiciones del Centro. Dentro los principales servicios realizados en el Centro se puede mencionar: La elaboración de 3 presupuestos para la construcción de invernaderos así como la implementación de normas de mantenimiento para estos. Otro servicio fue la mejora de ecotecnologías y la creación de nuevas ecotecnologías, así como la implementación de un plan de siembra, rotación y manejo fitosanitario en la Granja Integral Autosuficiente. Se implementó un huerto medicinal el cual ayudará a la propagación de plantas medicinales y su distribución en la aldea así como la utilización de estas para la elaboración de repelentes y preventivos orgánicos y su uso en la Granja Integral Autosuficiente. Por último se proponen unos planes de manejo fitosanitario para los cultivos de tomate y chile, los cuales son los cultivos más importantes en el Centro.

Esta práctica profesional se llevó a cabo en el período febrero-noviembre 2008 como una contribución de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos a la población del área rural guatemalteca.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEL CENTRO DE APRENDIZAJE E INTERCAMBIO DE SABER CAIS/INCAP

1.1. PRESENTACIÓN

El Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, -CAIS/INCAP,- es un Centro que se ha formado con la misión de capacitar y promocionar ecotecnias así como la capacitación en cultivos hidropónicos. El Centro también funciona como fuente de datos de investigación y proporciona sus instalaciones para el desarrollo de prácticas universitarias.

En la facultad de Agronomía luego de cerrar el pensum de estudios, se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- siguiendo la metodología que se da para la ejecución de este programa, inicialmente se elaboró un diagnóstico del CAIS.

Principalmente el diagnóstico se basa en un análisis FODA, en la convivencia en el Centro durante 2 meses, así como la descripción del centro, la cual contiene información fundamental para la elaboración del mismo.

A continuación se presenta la descripción del Centro por áreas, el estado actual de éstas y los resultados del análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del Centro, basados en una reunión con los trabajadores del Centro y como se podrían mejorar a través de las Fortalezas y Oportunidades que tiene éste.

El diagnóstico del Centro es fundamental ya que a partir de la información recabada en éste se desarrollarán los servicios del EPS.

1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREA DE TRABAJO

La investigación se realizó en el CAIS, del INCAP. El Centro se encuentra ubicado en el kilómetro 41 del caserío Pachalí de la aldea Sacsuy, del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala. Se localiza en las coordenadas geográficas de 90 grados 36 minutos y 15 segundos longitud Oeste y 14 grados 45 minutos y 29 segundos latitud Norte, a una altitud de 1575 msnm y sus coordenadas UTM son longitud 758 y latitud 1633 (Alfaro, 2005).

Condiciones climáticas

Según la clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge, el Centro se encuentra en el Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. El lugar se caracteriza por tener un patrón de lluvias que varía entre 1,057 y 1588 mm de precipitación anual, la biotemperatura va de 15 a 23 centígrados, la evapotranspiración puede estimarse en promedio de 0.75 (Cruz, 1982).

Relieve y vegetación

El relieve en general es plano y está dedicado a cultivos agrícolas tradicionales como maíz y frijol (Cruz, 1982)

Suelos

Los suelos del centro pertenecen a la serie Cauqué de la altiplanicie central, estos se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica de color claro, con relieve fuertemente ondulado a escarpado, clase textural franca friable de 20 a 40 cm de profundidad, el suelo superficial tiene drenaje interno bueno y color pardo muy oscuro.

El subsuelo es de color pardo amarillento oscuro, de consistencia friable, clase textural franco arcillosa con espesor aproximado de 60 a 75 cm. Entre las características que influyen en el uso está el relieve, debido que varía de 15 a 19% lo cual lo hace susceptible a la erosión, el drenaje a través del perfil del suelo es regular y tiene alta capacidad de retención de humedad y fertilidad natural (Simmons, Tárano 1959)

Según la clasificación de “Base referencial mundial del recurso suelo” de la FAO/UNESCO, los suelos del CAIS pertenecen al grupo de los Andosoles los cuales son suelos que se desarrollan de eyecciones volcánicas. Típicamente, son suelos negros de paisajes volcánicos.

Material parental: Vidrios y eyecciones volcánicas (principalmente ceniza, pero también, pómez y otros) u otro material rico en silicato.

Ambiente: Ondulado a montañoso, húmedo, con amplio rango de tipo de vegetación.

Desarrollo del perfil: La meteorización rápida de eyecciones volcánicas resulta en la acumulación de complejos órgano-minerales estables o minerales de bajo grado de ordenamiento como alofano, imogolita y ferrihidrita. La meteorización ácida de otro material rico en silicato en climas húmedo y perhúmedo también lleva a la formación de complejos órgano-minerales estable (IUSS-FAO, 2007).

Manejo y uso de Andosoles

Los Andosoles tienen un alto potencial para la producción agrícola, pero muchos de ellos no se usan hasta su capacidad. Los Andosoles generalmente son suelos adecuados para la agricultura, particularmente los Andosoles en ceniza volcánica intermedia o básica y no expuestos a lavado excesivo. La fuerte fijación de fósforo de los Andosoles (causada por Al y Fe libres) es un problema. Las medidas de mejora para reducir este efecto incluyen la aplicación de material calcáreo, sílice, material orgánico, y fertilización fosfatada.

Los Andosoles son fáciles de cultivar y tienen buenas propiedades de enraizamiento y almacenamiento de agua.

Los Andosoles se cultivan con una variedad amplia de cultivos incluyendo caña de azúcar, té, trigo y cultivos hortícolas. Los Andosoles en pendientes pronunciadas se mantienen mejor bajo cobertura boscosa (IUSS-FAO, 2007).

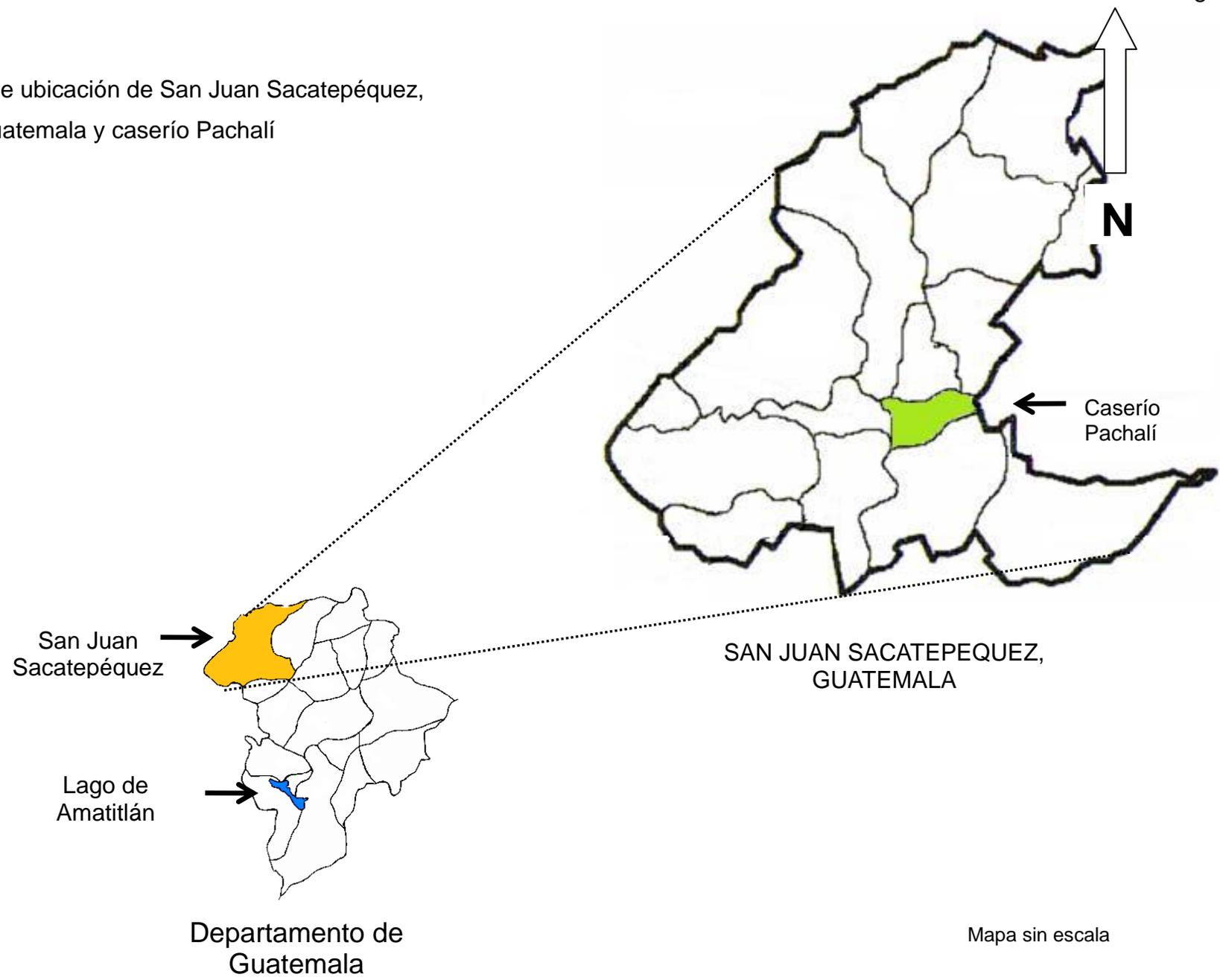
.

1.2.2 Caserío Pachalí

Los habitantes del caserío por encontrarse situado a escasos minutos de San Raymundo Sacatepéquez, municipio con gran cantidad de granjas avícolas, han encontrado el destace de pollos de engorde como fuente de ingreso económico. El destace se realiza por lo menos 3 días a la semana, actividad que la lleva acabo aproximadamente 40 familias de forma clandestina y sin condiciones sanitarias adecuadas.

El caserío cuenta con un basurero adecuado para tratar desechos ya sean orgánicos e inorgánicos, por lo que el depósito de la basura se realiza a lo largo de la carretera que conduce hacia San Raymundo en terrenos baldíos.

Figura 1: Mapa de ubicación de San Juan Sacatepéquez, Guatemala y caserío Pachalí



Departamento de Guatemala

SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

Mapa sin escala

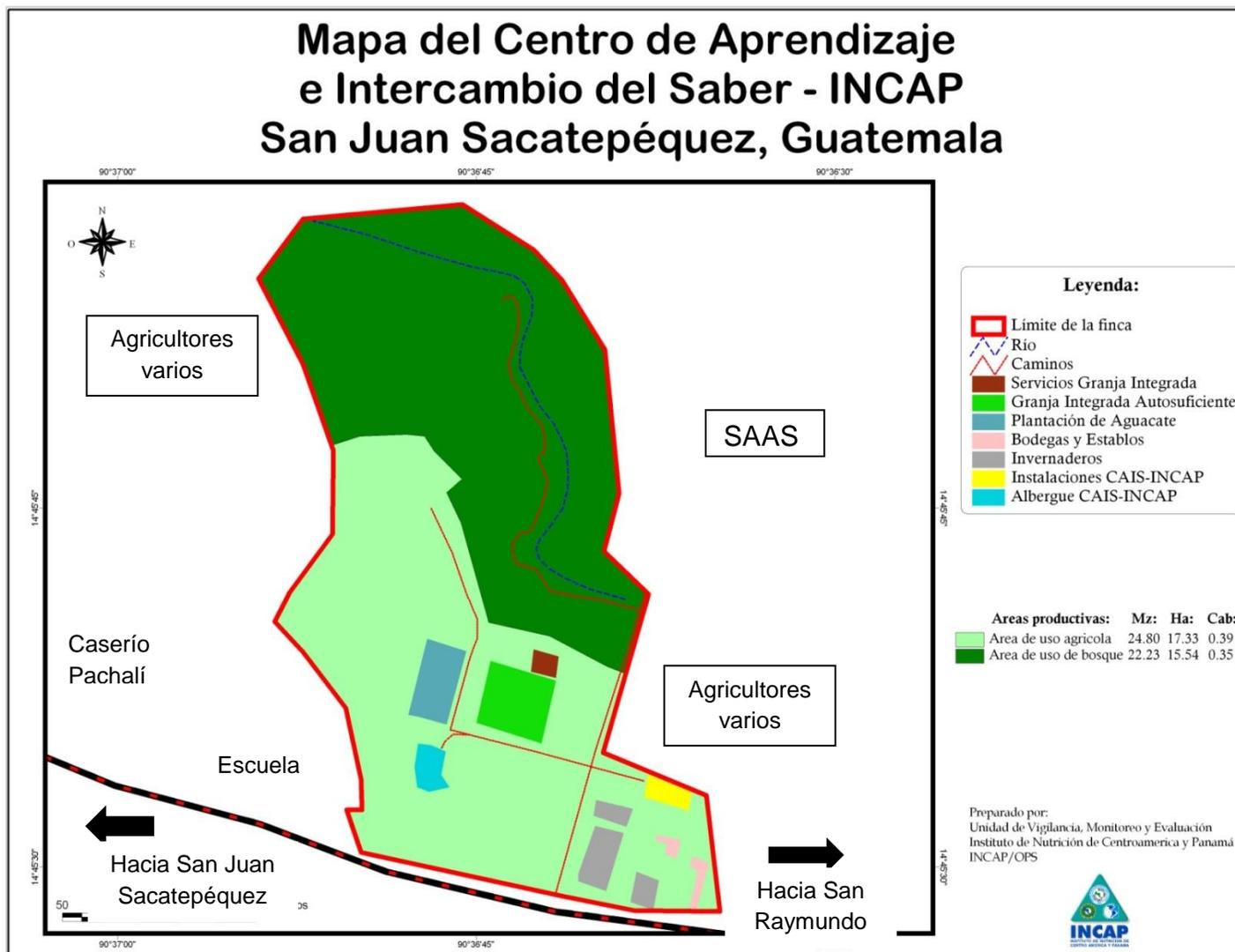


Figura 2: Mapa de ubicación y colindancias del CAIS

Fuente: Unidad de Vigilancia, Monitoreo y Evaluación del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP/OPS.

El CAIS, se encuentra localizado en el km 41.5, de la carretera que conduce hacia el municipio de San Raymundo, Guatemala, del caserío Pachalí municipio de San Juan Sacatepéquez, de la carretera que conduce de San Juan Sacatepéquez hacia San Raymundo.

1.3. DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA

El CAIS en su misión por servir y capacitar a la población en el tema de ecotecnologías debe actualizarse constantemente en tecnología agrícola así como en realizar investigaciones que ayuden a mejorar la calidad de vida de la población y promocionar e implementar actividades de seguridad alimentaria.

Actualmente el centro se encuentra en un período de inactividad en cuanto a nivel de investigaciones y registros de ecotecnias. No existe investigación alguna sobre la implementación de sustitutos de materiales (sustratos hidropónicos, organopónicos, materias primas, implementos agrícolas) para elaborar y hacer funcionar las ecotecnias. Así como no se han llevado registros de cultivos (tiempo de producción, calidad, rendimiento) ni el registro de una metodología adecuada para implementar ecotecnias.

La infraestructura utilizada para la producción de hortalizas bajo cubierta se encuentra en mal estado, provocando un rendimiento inferior al esperado. Los invernaderos no cuentan con el diseño apropiado para soportar fuertes vientos, por lo que hay que repararlos constantemente, por otro lado no se cuenta con un plan de mantenimiento de los mismos.

Por lo tanto, la realización del presente diagnóstico pretende dar a conocer las realidades del Centro y ayudar a solucionar los problemas a partir de la descripción de estos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Identificar, ordenar y priorizar los problemas más importantes que existen en el Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber, CAIS-INCAP y que afectan al cumplimiento de sus líneas programáticas.

1.4.2 Objetivos específicos

Identificar problemas y oportunidades a través de una descripción del Centro, para determinar el estado actual en que se encuentra el CAIS.

Priorizar los problemas encontrados en el CAIS, para darle solución a los de mayor importancia.

1.5. METODOLOGÍA

1.5.1. Caminamiento

El Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber, CAIS, cuenta con una extensión de 42 manzanas aproximadamente, dentro de estas se encuentran comprendidas varias áreas de trabajo y estancia. Dentro de las áreas que comprende el Centro se encuentran: el área de invernaderos, de bosque, centro de capacitación, albergue, oficinas, área de cultivos perennes, área de hortalizas, área de ecotecnologías, la granja integral autosuficiente, área de granos básicos y el área de lombricultura. Se realizó un caminamiento a través de todas las áreas para observar y recopilar información sobre su uso, capacidad de producción, actual funcionamiento, estado en el que se encuentran. Se tomaron fotografías digitales para su análisis posterior así como notas en una libreta de campo.

1.5.2. Entrevistas

Las entrevistas con trabajadores del Centro, así como con los dirigentes del mismo, sirvieron para recabar ideas y puntos de vista de estos hacia el CAIS. Se realizaron entrevistas en lugar de encuestas con el fin de no preguntar directamente ya que esto podía llegar a confundir a los entrevistados o a incomodarlos hasta cierto punto. La información se recabó haciendo una entrevista en forma de conversación.

Debido a que en el CAIS hay trabajadores de bastantes años de antigüedad, se pudo obtener información de cómo era el centro, cómo es y cómo quisieran que fuera.

1.5.3. FODA

Se realizó un análisis FODA, (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) para el Centro de aprendizaje e Intercambio del Saber, CAIS. Gran parte de la información para realizar el análisis FODA se obtuvo de entrevistas con los trabajadores del centro. Para completar la recopilación de información se citó a los trabajadores a una reunión donde se realizó un foro de discusión sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del CAIS.

Para la elaboración del análisis FODA también se entrevistó a los dirigentes del CAIS para obtener información de relaciones sociales, cooperaciones con Ong's, situación financiera y de mercado, para tener así conocimiento más detallado del CAIS.

Se obtuvo información administrativa y financiera por medio del Administrador del centro, P. Agr. Rudy Guzmán, quien fue de gran colaboración en la obtención de datos y situación actual del centro, así como de los objetivos al futuro de éste.

El análisis FODA se realizó con el grupo de trabajadores del Centro, 6 trabajadores en total, el guardián no estuvo presente ya que solo llega por las noches.

1.5.3.A. Análisis de la información

Se determinó cuáles eran las FODA del centro, para esto se realizó una matriz de relación entre la información, luego se ordenaron por importancia cada uno de los elementos a efecto de que quedaran los que presentan mayor importancia para el Centro.

La Matriz FODA, indica cuatro estrategias o alternativas conceptualmente distintas las que son: MINI-MINI, Mini-Max, Max. Mini, Mas. Max.

Para propósitos de discusión, el enfoque está sobre las interacciones de los cuatro conjuntos de variables, las cuáles son las siguientes:

a) **La Estrategia DA** (Mini-Mini).

En general, el objetivo de la estrategia DA (Debilidades –vs- Amenazas), fue el de minimizar tanto las debilidades como las amenazas.

b) **La Estrategia DO** (Mini-Maxi).

La segunda estrategia, DO (Debilidades –vs- Oportunidades), intenta minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades.

c) **La Estrategia FA** (Maxi-Mini).

Esta estrategia FA (Fortalezas –vs- Amenazas), se basa en las fortalezas que puede presentar el centro las que pueden terminar con las amenazas del ambiente externo. Su objetivo es maximizar las fortalezas mientras se minimizan las segundas.

d) **La Estrategia FO** (Maxi-Maxi).

Esta es la situación ideal en la que podría estar el centro, siempre en la situación donde se puede maximizar tanto sus fortalezas como sus oportunidades, es decir aplicar siempre la estrategia FO (Fortalezas -más- Oportunidades).

1.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.6.1 Caminamiento

El centro tiene una extensión aproximada de 42 manzanas de terreno, estas se encuentran dividida en varias áreas, la división se puede resumir en:

- 34 manzanas dedicadas a bosque.
- 3 Manzanas dedicadas a frutales, aguacate y naranja.
- 4 Manzanas disponibles para cultivo de vegetales al aire libre.
- 3,500 Metros cuadrados están dedicados a la producción de hortalizas en invernaderos.

- El resto está ocupado por infraestructura, los albergues, bodegas, producción animal y oficinas.

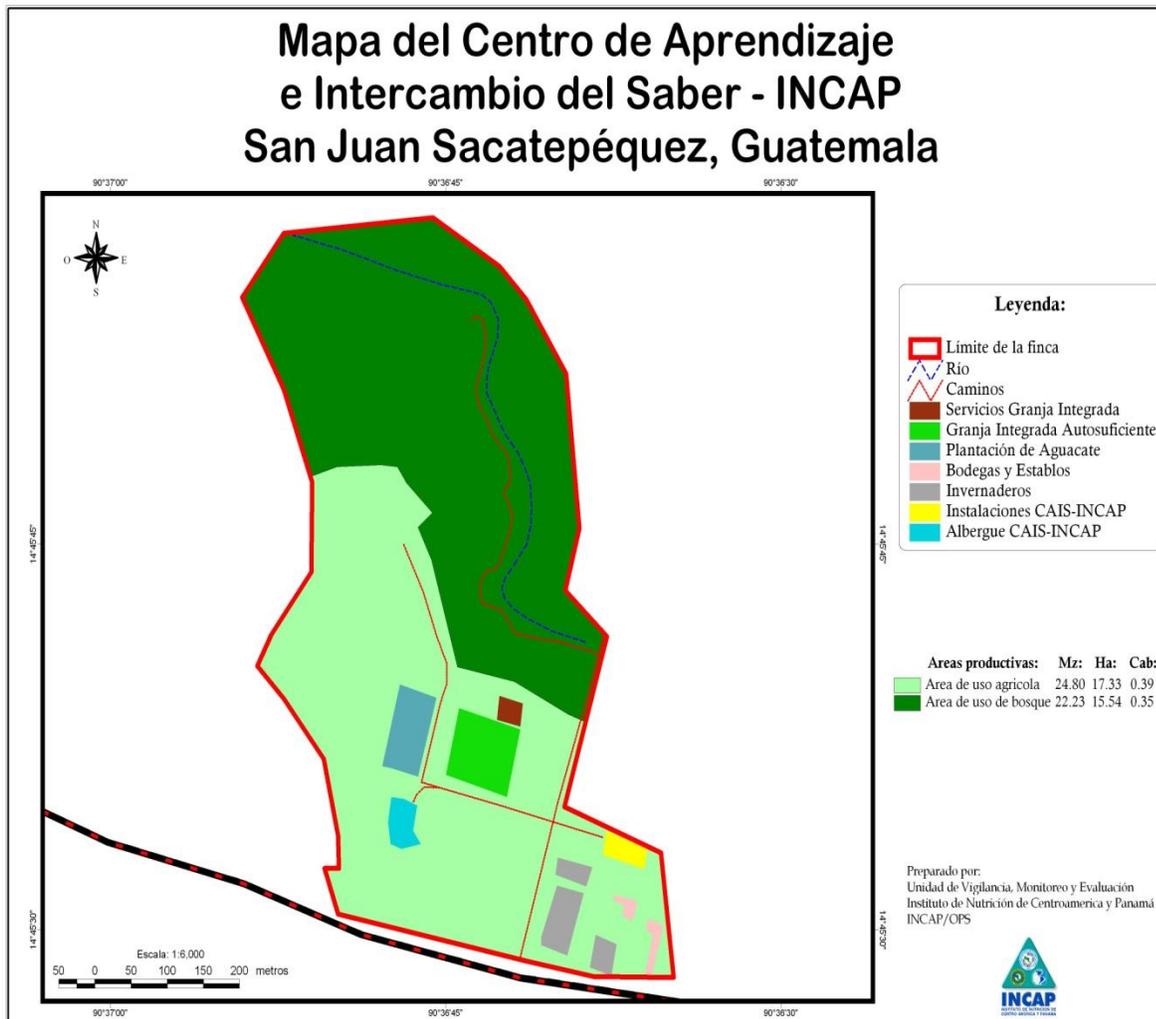


Figura 3. Mapa del Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saberes, CAIS-INCAP.

En el mapa se pueden visualizar algunas de las áreas de trabajo que tiene el Centro, así como las instalaciones de éste.

El caminamiento y observación de las áreas determinó los siguientes resultados por área.

1.6.1.A. Área de invernaderos

El centro cuenta con 9 invernaderos, de los cuales ocho se encuentran en producción ya que hay un invernadero que debe ser construido nuevamente en su totalidad.

De los ocho invernaderos en funcionamiento, 2 son invernaderos relativamente pequeños, menores a 200 metros cuadrados. Los otros 6 invernaderos se encuentran comprendidos entre 300 y 700 metros cuadrados.

La estructura de los invernaderos es obsoleta y se encuentra en pésimas condiciones, únicamente 3 invernaderos se encuentran en adecuadas condiciones para trabajar, el resto tiene problemas principalmente en el techo: vigas podridas, quebradas y faltan algunas. El plástico del techo se encuentra rasgado, lo cual provoca la entrada de plagas y enfermedades así como un inadecuado manejo de iluminación y humedad para el cultivo interno.

Es de hacer notar que ningún invernadero cuenta con “antecámara” en buen estado y funcionando, para desinfección de herramientas y personal de trabajo. Esto aumenta el porcentaje de ingreso de una enfermedad o plaga al cultivo.

Los invernaderos cuentan con sistema de riego por goteo, este se encuentra en muy mal estado ya que las mangueras que lo componen se encuentran rotas en su mayoría, esto provoca fugas y exceso de humedad lo que provoca encharcamientos, focos de enfermedades, sin mencionar la incorrecta descarga de caudal.

La fuente de agua para el área de invernaderos es por medio de un depósito principal con capacidad de 2,000 L, este es alimentado por un pozo mecánico. El depósito principal alimenta 3 depósitos secundarios de los que sale el agua para los invernaderos. Los depósitos secundarios distribuyen el agua a los invernaderos por medio de gravedad, esto conjunto a que las mangueras de riego no tienen goteros auto compensados y se encuentran en mal estado, provoca una incorrecta distribución del líquido ya que la presión

que se crea por la gravedad no es suficiente para que la distribución del agua y/o solución sea uniforme en todo el invernadero, esto solo provoca la incorrecta nutrición e hidratación del cultivo.

Actualmente los invernaderos tienen cultivos de tomate y de fresa.

1.6.1.B. Área de producción animal

El área de producción animal cuenta con 2 galeras cada galera tiene compartimientos que pueden ser utilizados para la producción de cerdos, gallinas ponedoras, pollos de engorde y conejos.

La galera A tiene techo de lámina en correcto estado y paredes de block, en el fondo de cada compartimiento posee una estructura metálica para fines de ventilación y extracción de residuos. Las puertas de los compartimientos de la galera A no se encuentran en buen estado y algunos compartimientos no tienen puertas.

La galera B tiene techo de lámina en mal estado, las divisiones de los compartimientos están hechas por block. Las puertas de los compartimientos están en mal estado y algunos ya no tienen puertas.

Actualmente las galeras se encuentran en completo abandono y algunos compartimientos funcionan como bodegas, desperdiciando un gran potencial de infraestructura que podría servir para generar ingresos económicos, investigaciones y ser fuente de capacitaciones para las personas interesadas.

1.6.1.C. Área de bosque

Actualmente el área de bosque es de 34 manzanas las que se encuentran en la parte noroccidente al del centro, el bosque se puede clasificar como bosque primario,

posee pinos, cipreses, encinos en su mayoría. Al bosque no se le da ningún manejo forestal. Debido a la falta de manejo los arboles no han crecido de forma homogénea, se observan diámetros diferentes, esto indica la diferencia de edades entre los árboles. Se debería darle mantenimiento, quitar arboles viejos, plantar nuevos, y darle manejo a los que queden, el manejo y/o supresión de los arboles dependerá de la ubicación, diámetro, consistencia y edad de estos. Se deben crear corredores o brechas anti incendios para disminuir la vulnerabilidad ante estos en verano.

1.6.1.D. Área de frutales

En el centro existen dos áreas de cultivos perennes, aguacate y naranja.

Aguacate: el área destinada para aguacate es de manzana y media, el cultivo tiene aproximadamente 4 años de edad y se encuentra en buenas condiciones. Actualmente se le da manejo fitosanitario básico. El problema que se encuentra en el área del cultivo es la falta de un sistema de riego formal, ya que este solo cuenta con un sistema de riego a base de una bomba de agua diesel y tiene como fuente de abastecimiento de agua un rio que pasa abajo del bosque. Hoy en día la bomba está descompuesta lo que impide el riego del cultivo en la etapa hídrica más crítica para este.

Naranja: el área de la naranja se divide en dos, pero esta no está definida completamente, esto se debe a que gran parte de los árboles de naranja se encuentran en completo abandono y están enmontados.

El cultivo de naranja no cuenta con un sistema de riego y mucho menos con un plan de manejo fitosanitario y de podas, esto provoca una deficiente producción, tanto de cantidad como de calidad de fruto.

1.6.1.E. Área de hortalizas al aire libre

El área de hortalizas al aire libre comprende la parte nor-occidente, la parte occidente y la parte central del Centro. El cultivo de hortalizas al aire libre cuenta con una extensión aproximada de 4 manzanas de las cuales únicamente se encuentra sembrada media manzana. En la poca extensión de cultivos hortícolas que hay en el centro, se encontraron cultivo de cebolla, apio, rábano y remolacha.

La limitante que se encuentra para sembrar al aire libre es la falta de un sistema de riego en la extensión antes mencionada.

1.6.2 FODA

Luego de las entrevistas y la reunión con los trabajadores se llegó a lo siguiente en el FODA:

Cuadro 1: Lista plana de FODA, CAIS.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Los trabajadores con los que cuenta el Centro, tienen bastante trayectoria en el centro, por lo que conocen el trabajo a realizar así como presentan voluntad de trabajo hacia las actividades que haya que desarrollar. • Debido a que el grupo de trabajadores tiene bastante tiempo de trabajar juntos, han formado un equipo unido de trabajadores. • El CAIS cuenta en su totalidad con una extensión de 42 manzanas, las que están distribuidas en 5 áreas: <ul style="list-style-type: none"> • Área de invernaderos • Área de bosque • Área de frutales • Área de producción animal • Área cultivos hortícolas • El CAIS, cuenta con 6 trabajadores que conocen los principios básicos de cultivar plantas, este conocimiento en 	<ul style="list-style-type: none"> • El clima del centro es adecuado para la siembra de una gran variedad de cultivos. • Actualmente con la creciente demanda de tierra para cultivar, se tiene una gran demanda de arrendamiento por parte de aldeanos o bien de cooperativas, asociaciones y del sector privado. • Hoy en día el mercado de semillas ofrece gran variedad de cultivares, variedad e híbridos para la producción hortícola principalmente. Al tener semillas certificadas y de alto rendimiento, se podría satisfacer de forma más efectiva la demanda del mercado. • Producción de verduras orgánicas o libres de químicos, para el creciente mercado de productos orgánicos que se ha venido desarrollando en la actualidad.

su mayoría empírico y de años de experiencia. Se cuenta con un Perito Agrónomo como administrador.

- Se cuentan con conocimientos suficientes para proporcionar capacitaciones en tecnología agrícola (hidroponía, lombricultura, cultivo en invernaderos) así como en ecotecnias.
- El Centro cuenta con la infraestructura necesaria para iniciar un programa de explotación avícola así como de porcinos y de conejos. A pesar de que la infraestructura está dañada, con una inversión baja las instalaciones se podrían poner en adecuadas condiciones.
- Producción de verduras hidropónicas que pudiera tener un creciente mercado de productos inocuos.

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • No existen canales de comercialización en el Centro, los productos son entregados a intermediarios. • No se ha implementado el uso de materiales genéticos de alto rendimiento y resistencia. • No existe un plan formal de siembra y de manejo fitosanitario para los cultivos. • No se ha logrado establecer una constante producción de productos agrícolas así como de productos de procedencia animal. • Falta de inversión hacia investigación, producción y establecimiento de cultivos y proyectos de ecotecnias. • El Centro tiene una deficiencia en mano de obra, ya que no se cuenta con los suficientes trabajadores para realizar las actividades necesarias para el correcto funcionamiento del mismo. • Las ecotecnias no cuentan con un mantenimiento adecuado en gran parte, además de una adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> • Una de las principales fuentes de ingresos económicos del Centro es la producción de tomate en invernadero. Este se ve amenazado principalmente por la Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>), que es difícil de controlar y disminuye en gran medida el rendimiento de las plantas. • Los otros productores de hortalizas poseen alto grado de tecnificación en la producción de éstas, así como la utilización de variedades mejoradas de hortalizas. • La constante fluctuación de los precios en el mercado, hace que el ingreso por ventas sea inconstante. • La problemática actual de escasez de tierras hace que el área del Centro sea codiciado por campesinos. Al ser el terreno del Estado se corre el riesgo de que parte del terreno sea cedido a otras instituciones o invadido. • Recorte de presupuesto por medio del INCAP

- infraestructura para que funcionen adecuadamente.
- No existe un registro de rendimiento y producción en ecotecnias.
- El centro no cuenta con un programa de capacitación hacia los trabajadores.

1.6.2.A. Selección y análisis de los problemas

Con la participación de los trabajadores se identificaron un total de 8 problemas dentro del Centro, se presentan a continuación:

Cuadro 2: Selección de problemas, Diagnóstico CAIS.

Integrantes del CAIS	1	2	3	4	5	6	7	8
Problema								
Falta de canales de comercialización	x	x		x	x		x	x
No existe plan de siembra	x		x	x		x	x	x
Falta de inversión	x	x	x	x	x	x	x	x
Falta de mano de obra		x	x	x	x	x	x	x
Abandono de ecotecnias	x	x	x	x		x		
No existe un plan de manejo fitosanitario	x		x	x	x		x	x
Inadecuado sistema de riego	x	x		x	x		x	
Invernaderos en mal estado	x	x	x	x			x	x

1.6.2.B. Ordenamiento y evaluación de problemas

Luego de identificar los principales problemas en el Centro, se asignó un número para clasificar la importancia de éstos, siendo el número 1 el problema más importante a tratar y el número 5 se le asignó al que presenta menor grado de dificultad para el Centro. Se realizó una sumatoria de los valores para cada problema. A continuación se presentan los resultados.

Cuadro 3: Ordenamiento y evaluación de problemas, Diagnóstico CAIS

Problema	Integrantes del CAIS								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Falta de canales de comercialización	2	1	0	3	3	0	4	3	16
No existe plan de siembra	2	0	1	1	0	2	1	1	8
Falta de inversión	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Falta de mano de obra	0	2	1	2	1	1	2	1	10
Abandono de ecotecnias	2	4	3	3	0	3	0	0	15
No existe un plan de manejo fitosanitario	3	0	1	1	2	0	2	1	10
Inadecuado sistema de riego	2	1	0	3	3	0	3	0	12
Invernaderos en mal estado	1	2	1	1	0	0	2	1	8

1.6.2.C. Priorización de problemas

Los problemas se ordenaron de menor a mayor tomando en cuenta los puntos que les asignó cada trabajador a los problemas en una escala de 1 a 5, siendo el número 1 el valor más alto en cuanto a calificación problemática, luego se hizo la sumatoria de cada valor por problema, el problema con mayor sumatoria es el que representa mayor dificultad para el desarrollo adecuado de las actividades del CAIS.

Cuadro 4: Priorización de problemas, diagnóstico CAIS

Problema	Integrantes	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Invernaderos en mal estado		1	1	1	1	0	0	2	1	7
No existe plan de siembra		2	0	1	1	0	2	1	1	8
Falta de inversión		1	3	1	1	1	1	1	1	10
Falta de mano de obra		0	2	1	2	1	1	2	1	10
No existe un plan de manejo fitosanitario		3	0	1	1	2	0	2	1	10
Abandono de ecotecnias		2	1	3	3	0	3	0	0	12
Inadecuado sistema de riego		2	3	0	3	3	0	3	0	14
Falta de canales de comercialización		2	2	0	3	3	0	4	3	17

Tomando como base el cuadro de priorización de problemas, se encuentra que el mayor problema en el Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber, CAIS, es el mal estado en el que se encuentran los invernaderos debido a la inadecuada construcción y a que el diseño no es el más adecuado para resistir vientos fuertes.

Falta de plan de siembra formal. Este problema se debe a que no se ha elaborado un plan de siembras basándose en las etapas fenológicas de los cultivos, esto mejoraría enormemente la producción del centro y la disponibilidad de éstos para la comercialización.

Los siguientes 3 problemas obtuvieron la misma clasificación por punteo:

- a) Falta de mano de obra: El problema de Falta de mano de obra, se encuentra ligado a la poca producción en el Centro, los trabajadores del centro opinan que no se dan abasto con las actividades diarias y por esto algunos cultivos no avanzan o no están cuidados correctamente. Se deben analizar las extensiones de las áreas de trabajo y en base a esto se descifra si la mano de obra existente es la suficiente o si realmente se necesita más personal.
- b) Falta de inversión en el Centro, ya sea en el área de producción, restauración, mantenimiento de estructuras o bien en el área de investigación. El INCAP no tiene recursos suficientes para invertir en las necesidades prioritarias del Centro.
- c) No existe un plan Fitosanitario para los cultivos. El Centro por su enfoque a lograr el establecimiento y divulgación de la salud alimentaria no abusa de la utilización de los programas fitosanitarios químicos, esto no quiere decir que no se pueda emplear un programa fitosanitario con fundamentos orgánicos o bien con cuidados culturales, los cuales reducirían la incidencia de plagas y enfermedades y aumentarían la producción de los cultivos.

El quinto problema es el Abandono de ecotecnias: la falta de mantenimiento de las ecotecnias ha provocado mal funcionamiento de parte de estas y la mayoría ya no se encuentra funcionando (Sutrane, bomba de mecate, depósito de ferrocemento, ahumador y deshidratador). La capacitación en ecotecnias es una de las principales misiones del Centro, al no existir o encontrarse en mal estado no se pueden realizar las capacitaciones.

El sexto problema es el Inadecuado sistema de riego: En el Centro existe una red de riego por goteo, tanto en los invernaderos como en gran parte de la producción de hortalizas al aire libre, el problema es que los componentes del sistema no son los correctos y algunos (como lo son las mangueras de goteo) se encuentran en mal estado. Por otro lado la distribución se realiza únicamente con la fuerza de la gravedad, esta presión no es suficiente para que los goteros descarguen la misma cantidad de líquido en cada planta, a partir de esto la hidratación así como la nutrición de las plantas es la incorrecta.

El último problema clasificado es Falta de canales de Comercialización, este problema es a consecuencia de que en el Centro no existe un plan mercadeo. Actualmente los productos se comercializan a través de intermediarios, reduciendo la ganancia por los productos hacia el Centro.

1.6.2.E. Alternativa estratégica

Una vez planteados los principales problemas se deben identificar las soluciones y alternativas que se van a dar para darle solvencia a estos, para esto se realiza una combinación de factores, se describe a continuación:

Cuadro 5. Matriz FODA

	Fortalezas	Debilidades
FACTORES INTERNOS 	F1: Trabajadores con voluntad y larga trayectoria. F2: Equipo unido de trabajadores, armonía en equipo. F3: Personal capacitado en producción agrícola. F4: Gran extensión de terreno. F5: Infraestructura necesaria tanto para producción como para albergue y conferencias.	D1: No existen canales de comercialización. D2: No se utilizan materiales genéticos de alto rendimiento. D3: No existe plan de siembra. D4: Falta de inversión para producción y sostenibilidad adecuada. D5: Falta de mano de obra. D6: Abandono en manejo y registro de ecotecnias.
FACTORES EXTERNOS 	F6: El Centro cuenta con el respaldo del INCAP. F7: El clima con el que cuenta el Centro, cálido-templado. F8: Tiene alcance en toda Centro América.	D7: No se dan capacitaciones a los trabajadores.

Oportunidades	FO (Maxi-Maxi)	DO (Mini-Maxi)
<p>O1: Oportunidad de arrendamiento de tierra.</p> <p>O2: En el mercado actual de semillas, existe gran variedad de hortalizas de alto rendimiento.</p> <p>O3: Capacitaciones tecnograrías difíciles de obtener en otro lugar.</p> <p>O4: Creciente demanda de consumidores orgánicos.</p> <p>O5: Gran demanda en capacitación en agricultura orgánica.</p> <p>O5: Demanda de capacitaciones en agricultura orgánica</p>	<p>FO1: Proponer la utilización del terreno no cultivado para el arrendamiento a campesinos, asociaciones o empresas privadas. (F3,O2)</p> <p>FO2: Planificar la producción orgánica al aire libre. (F3, F4, O1, O5)</p> <p>FO3: Planear la producción de hortalizas de alto rendimiento bajo invernadero. (F5, O3)</p> <p>FO4: Ofrecer capacitaciones tecnograrías de tiempo prolongado. (F5, O4).</p>	<p>DO1: Por el clima adecuado del centro se pueden sembrar la mayoría de materiales genéticos. (D2,O1)</p> <p>DO2: La falta de inversión para la producción se puede solventar con la oportunidad de arrendar que se presenta. (D4,O4)</p> <p>DO3: Con las capacitaciones tecnograrías se pueden capacitar a los trabajadores del centro. (D7,O4)</p> <p>DO4: La falta de inversión se puede compensar con cultivos de alto rendimiento. (D4,O3)</p>
Amenazas	FA (Maxi-Mini)	DA (Mini-Mini)
<p>A1: Gran cantidad de plagas, principalmente Mosca blanca.</p> <p>A2: Alto grado de tecnificación por parte de productores/competidores, el Centro a tener como línea fundamental las ecotecnologías no puede utilizar tecnología de punta para su producción.</p> <p>A3: Constante fluctuación de los precios en el mercado de productos agrícolas, no se puede proyectar adecuadamente el rendimiento económico de los cultivos.</p> <p>A4: Posible invasión por parte de los aldeanos</p>	<p>FA1: Utilizando la infraestructura disponible se puede reducir la incidencia de plagas. (F5,A1)</p> <p>FA2: Con la infraestructura necesaria (invernaderos) se puede lograr producción constante y en momentos en que la demanda se encuentre insatisfecha.</p> <p>FA3: Utilizar la mano de obra en el Centro para lograr tecnificar las áreas productivas del Centro. (F2,A2)</p>	<p>DA1: Utilizar materiales genéticos que sean resistentes a plagas y enfermedades. (D2,A1)</p> <p>DA2: Utilización de un plan de siembra para controlar la fluctuación de los precios en el mercado. (D3,A3)</p>

<p>cercanos hacia el Centro.</p> <p>A5: El terreno es propiedad del estado y solo se le da al INCAP en usufructo, el tiempo de contrato está por terminar.</p> <p>A6: El presupuesto con el que cuenta el CAIS por parte del INCAP es bastante limitado y no da lugar a inversión.</p>		
--	--	--

1.7. CONCLUSIONES

Las diferentes áreas que posee el Centro son: área de invernaderos, área de producción animal, área de bosque, área de frutales y área de hortalizas al aire libre, estas se encuentran descuidadas, principalmente por falta de recursos para su mantenimiento y por falta de mano de obra.

Área de invernaderos: abarca 3,500 metros cuadrados, está dividida en 9 invernaderos, principalmente sembrados por tomate y fresa. Se encuentran en muy mal estado de su estructura externa (vigas, plástico, malla antiviral) y de su estructura interna (pediluvio, manguera de goteo)

Área de producción animal: se encuentra en completo abandono a no ser por unos tramos que tienen gallinas ponedoras y conejos, la mayoría de tramos tiene problema en techo y puertas.

Área de bosque: comprende 34 manzanas, es el área con mayor extensión en el centro, no tiene manejo forestal, ni se tiene un inventario forestal de este.

Área de frutales: comprende 2 cultivos, aguacate y naranja. La naranja es un cultivo viejo, sin podas de mantenimiento y sin un programa de fertilización. El aguacate no tiene un programa de fertilización ni un programa de manejo fitosanitario. El principal problema que afronta el área de frutales es el inadecuado funcionamiento del sistema de riego.

Área de hortalizas: únicamente se siembra media manzana de cuatro manzanas, esto se debe a la falta de un sistema de riego.

Se realizó una recopilación de datos geográficos así como de clima y altura del centro para tener información necesaria al momento de proponer una variedad de cultivo y de esta forma no desperdiciar tiempo y espacio en el CAIS. Los datos de tipo de suelo fueron obtenidos de un análisis realizado en el año 2007 por parte de la Facultad de Agronomía, USAC.

Se realizó un análisis FODA conjunto al grupo de trabajadores del centro así como con el administrador del centro, esto ayudó a descubrir, describir y priorizar los factores externos e internos con los que cuenta el Centro y poder llegar a concluir con los principales problemas.

Luego de realizar la priorización de problemas, se encontraron los problemas de mayor importancia, se indican a continuación:

- Invernaderos en mal estado
- No existe plan de siembra
- Falta de inversión
- Falta de mano de obra
- No existe plan de manejo fitosanitario
- Abandono de ecotecnias
- Inadecuado sistema de riego
- Falta de canales de comercialización

El principal problema que tiene el Centro es el mal estado de los invernaderos, este problema influye en las malas cosechas que se tienen y en no poder realizar un plan de siembra ya que los invernaderos no se encuentran funcionando en su totalidad lo que dificulta la correcta rotación de cultivos.

El Centro no cuenta con plan de siembra en los invernaderos, esto dificulta el manejo fitosanitario ya que siempre se siembra el mismo producto lo que aumenta las poblaciones de plagas y enfermedades. Al no contar con un plan de siembra se desaprovechan los

buenos precios en los mercados, ya que el cultivo esta produciendo cuando los precios están bajos y está en etapa de crecimiento cuando los precios están altos.

La falta de inversión en el Centro se debe principalmente a que el Centro no ha mostrado una producción sostenible y mucho menos ganancias, lo que ha hecho que los directivos del INCAP pierdan fé en este.

1.8. RECOMENDACIONES

El Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber, CAIS-INCAP, depende económicamente del financiamiento que le da INCAP. El financiamiento es bastante bajo y generalmente solo alcanza para costos fijos como lo es el pago de la planilla. Se recomienda crear un fondo para costos variables que puede ser compra de fertilizantes, insecticidas, fungicidas o concentrado para el área pecuaria, esto ayudaría en momentos de infecciones de enfermedades o de ataques repentinos de plagas en los cultivos, principalmente en el tomate y de este modo combatir el problema de forma inmediata y no esperar a que se permitan los fondos.

Las actividades en el Centro son bastante variadas, desde el mantenimiento de invernaderos, cosecha, siembra, control de enfermedades, hasta el mantenimiento de los animales en el área pecuaria. Se recomienda darle capacitación a los trabajadores para que estos puedan aprovechar mejor su tiempo y aumentar su eficiencia para realizar trabajos en las diferentes áreas del Centro.

La gran extensión de terreno que posee el Centro así como la diversificación de áreas y actividades que se realizan en él no tienen una planificación anual, lo que crea incertidumbre y tiende a improvisar actividades. Se recomienda crear planes anuales de los diferentes cultivos, que comprendan: época de siembra de los cultivos, fertilización de estos, riego, podas de mantenimiento así como de formación, época de cosecha y preparación del terreno para nuevas siembras en el caso de cultivos anuales y control de malezas y riego para cultivos perennes.

Una de las principales actividades del Centro es la siembra de tomate determinado, este cultivo se realiza bajo invernadero, se recomienda el cambio de tomate determinado por tomate de tipo indeterminado esto dará más opción de conseguir buenos precios en el mercado ya que el ciclo de cultivo es más largo, lo que da un mayor tiempo de cosecha aprovechando los buenos precios del mercado.

El Centro posee una gran área de terreno sin uso, este se podría dar a la renta para obtener recursos para el mantenimiento del mismo, estos recursos se podrían utilizar en el pago de insumos para los cultivos así como mantenimiento de las instalaciones.

Por otro lado tiene varias instalaciones sin uso como: tramos para la crianza de cerdos o para estabular ganado, galeras para la crianza de pollo de engorde y grandes salones sin uso alguno, estos se podrían alquilar para tener ingresos extras.

El área de ecotecnologías al encontrarse descuidada es poca atrayente para el público que visita el centro, se recomienda realizar actividades de mantenimiento a las ecotecnologías así como tener manuales de construcción, funcionamiento y mantenimiento de estas.

Se debe aprovechar el área de ecotecnologías y el área de salones para dar capacitaciones sobre ecotecnologías a gente de diversas clases sociales, enfocando principalmente los cursos al área rural. Se recomienda crear manuales de los posibles cursos a impartir en el Centro, que contengan el contenido de cada curso. Estas capacitaciones serían una buena fuente para recaudar recursos monetarios para el Centro.

1.9. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro, N; Ardón, E. 2005. Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber. Guatemala. Anexo A. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá INCAP. Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber (CAIS/INCAP). 124p. (PDF).
2. Barrera, D. 2002. Informe de servicios prestados en la Finca Experimental del INCAP, Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Facultad de Agronomía, Ejercicio Profesional Supervisado (EPSA). Informe de servicios. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, (USAC). 117 p.
3. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. IPN (Instituto Politécnico Nacional, mx).2002. Metodología para análisis de FODA (en línea). México. Consultado 10 feb 2008. Disponible en: http://uventas.com/ebooks/Analisis_Foda.pdf.
5. IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base referencial mundial del recurso suelo: primera actualización 2007 (en línea). Roma, Italia, FAO. Informes sobre recursos mundiales de suelos no. 103. Consultado 12 mar 2008. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0510s/a0510s00.pdf>.
6. López, V. 2006. Guía para la elaboración del Plan de Diagnóstico en el Ejercicio Profesional Supervisado, Facultad de Agronomía (en línea). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. Consultado 10 feb2008. Disponible en: http://cete.iespana.es/pub/plan_diagnostico_eps.pdf.
7. Simmons, Ch. S; Tárano, JM, Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional (IAN). 1000 p.

CAPÍTULO II INVESTIGACIÓN

**ESTUDIO PRELIMINAR DEL USO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM'S)
PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO PARA ALIMENTO DE LOMBRIZ (Eisenia
foetida) A PARTIR DE DESECHOS DE DESTACE AVÍCOLA EN EL CASERÍO
PACHALÍ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA”**

**PRELIMINARY STUDY ON THE USE OF EFFICIENT MICROORGANISMS (EM'S) FOR
THE PREPARATION OF SUBSTRATUM FOR WORM FOOD (Eisenia foetida) FROM
WASTE OF POULTRY IN THE VILLAGE PACHALÍ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA**

2.1. PRESENTACIÓN

Los pobladores del caserío Pachalí se dedican al destace de pollos de engorde actividad que les proporciona fondos económicos para sobrevivir, actividad que realizan por lo menos 3 días a la semana. En la comunidad no existe un basurero municipal y mucho menos las condiciones de sanidad adecuadas para el depósito de desechos de destace de pollos.

A consecuencia de la falta de un sitio adecuado para el depósito de desechos, se ha creado un basurero clandestino de aproximadamente 150 metros de largo al lado de la vía pública. El basurero consiste principalmente en plumas y vísceras de pollos, los cuales crean focos de enfermedades y contaminación ambiental.

La presente investigación se enfoca en proporcionar lineamientos para disminuir los efectos de la contaminación por el destace de aves, al obtener una alternativa que acelere la descomposición de la queratina, el cual es el principal compuesto de las plumas que retrasa su descomposición.

Inicialmente se esperaba que con el tratamiento previo de las plumas con Microorganismos Eficientes (EM's) se lograra obtener un sustrato que sirviera de alimento a las lombrices Coqueta roja (*Eisenia foetida*) y así aprovechar este recurso en la elaboración de compost a partir de los desechos avícolas que serían fuente de nutrientes, principalmente azufre, principal componente de las plumas. Compost que de acuerdo al contenido de elementos de las plumas, sería adecuado para la restauración de suelos.

La investigación se realizó durante los meses de junio y diciembre del año 2008 en las instalaciones del Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber (CAIS), que pertenece al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Las instalaciones del CAIS se encuentran localizadas en San Juan Sacatepéquez, municipio de Guatemala.

2.2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El caserío Pachalí se encuentra localizado en el municipio de San Juan Sacatepéquez, sus pobladores tienen como fuente de ingreso económico el destace de pollos de engorde, estos pollos son comercializados en mercados de los municipios cercanos, San Juan y San Pedro Sacatepéquez y San Raymundo.

Las plumas de las aves están compuestas en su mayoría por queratina la cual es una sustancia proteica con alto contenido de azufre, esta proteína es de lenta degradación por lo que la pluma se ha convertido en un problema ya que su acumulación y traslado por el viento la convierte en un contaminante del ambiente así como foco de enfermedades.

Por otro lado el basurero al estar compuesto en su mayoría por plumas y vísceras es la fuente de alimento de perros callejeros que se han vuelto una amenaza para los animales domésticos de la aldea así como para los habitantes de esta, ya que se han reportado casos de rabia.

El Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber (CAIS) tiene en sus actividades la elaboración de abono orgánico a partir de lombricultura, actualmente no se tiene el alimento suficiente para la lombriz “coqueta roja”, por lo que se está buscando una fuente de alimento para las lombrices, la cual podría ser los desechos de destace avícola.

2.3. JUSTIFICACION

Actualmente el caserío Pachalí cuenta con más de 100 familias de las cuales por lo menos 40 familias se dedican al destace de pollos de engorde, actividad que realizan por lo menos 3 días a la semana. Las plumas y entrañas del destace son depositadas en un basurero clandestino de más de 150 metros de largo al lado de la vía pública.

La queratina resulta beneficiosa en la elaboración de abonos orgánicos ya que les da consistencia y mejora la estructura de los suelos. Utilizando el tratamiento adecuado de descomposición se puede convertir los desechos en abono orgánico, esto le daría uso a los desechos y eliminaría un problema de contaminación.

Actualmente los fertilizantes químicos han aumentado de precio debido a que las materias primas son escasas, esto provoca que los costos de producción se eleven, realizando correctamente la degradación de la pluma se podría convertir un producto de desecho en una forma de ingreso económico al poder crear abono orgánico para luego comercializarlo.

2.4. MARCO TEORICO

2.4.1 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1A Compost

El compost es un abono orgánico, producto de la descomposición de restos de cosechas y animales, los cuales se convierten en elementos nutritivos más asimilables para las plantas (Cooperband, 2008)

Inoculador

Un inoculador es un cultivo de microorganismos que se agrega a una pila de compost para acelerar el proceso de compostaje. Los inoculadores usualmente buscan proveer un mejor balance nutricional o ambiental para los microorganismos que están presentes. Para ser útil un inoculador debería lograr cualquiera de lo siguiente:

- a) Suministrar un tipo de microbio que se necesita y no está presente en el material que se va a compostar.
- b) Incrementar micro organismos cuando se tiene población deficiente de los mismos.
- c) Introducir un grupo de microorganismos más efectivo que los ya presentes.

Es posible acelerar el proceso inoculando la pila con microorganismos ya presentes. (Cooperband, 2008)

Activadores

Los activadores o catalizadores como el excremento de vaca, suministran una fuente de nutrición para acelerar la reproducción de microorganismos y por consiguiente la descomposición de la materia, son útiles particularmente donde hay materiales con alto contenido de carbono.

Algunos activadores se venden sobre la base que tienen hormonas o enzimas para acelerar el proceso de compostaje, pero no hay evidencia de esto en la literatura. La cal es un activador que sirve para reducir el grado de acidez de la pila de compost.

Al inicio la pila se vuelve ácida (un indicador conocido como pH baja) porque los materiales de carbono se van descomponiendo en ácidos orgánicos, luego la acidez se reduce (el pH sube), cuando otros microorganismos consumen estos ácidos orgánicos. (Cooperband, 2008)

A menos que los materiales originales sean demasiado ácidos como desechos de fruta, o que tengan gran cantidad de carbohidratos fácilmente degradables, el compost final terminará con un pH cercano al neutral. Elevar el pH de la pila agregándole cal va a ocasionar la pérdida de nitrógeno, por el escape de amoníaco. (Cooperband, 2008)

2.4.1.B Vermicompost

Es el fertilizante orgánico por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestor de la lombriz. Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque. Es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción.

Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.

Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de plones. El lombricompost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nemátodos.

Entre las cualidades que aporta el lombricompost al suelo, se encuentran las siguientes:

- Favorece la formación de micorrizas.
- Aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.

- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y diversificación de la micro flora y micro fauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Protege al suelo de la erosión
- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- Aumenta la resistencia a las heladas.

- Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos. Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante, se lo está empleando en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que tienen estas instalaciones. (CAIS, 2007)

2.4.1.C Valores biológicos

La coqueta roja consume residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir, predigeridos por microorganismos especializados: bacterias, hongos y otros. Estos degradan las proteínas y la celulosa transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aeróbica de las proteínas), también se nutren con diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos que le sirven al animal para inmunizarse y crecer (Okumoto, 2003)

Cuando la lombriz elimina mediante la excreción las moléculas de estos antibióticos, dejará una masa bacteriana antibiotizada, compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma de los hongos y microorganismos fúngicos en disminución. Se calcula la presencia de 2 billones de bacterias por gramo de vermicompost.

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta.

Estos "agentes reguladores del crecimiento" son:

- La *Auxina*, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos;
- La *Gibberelina*, favorece el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos;
- La *Citoquinina*, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos. (Okumoto, 2003)

2.4.1.D Establecimiento de lombricultura

Cunas

Los lechos suelen ser simples montículos alargados o pueden estar construidas con alambre tejido o placas metálicas para una mayor protección contra posibles predadores y facilitar su manejo. En los lugares de bajas temperaturas y donde la lluvia no constituye un peligro se hacen las cunas bajo tierra, cavando un pozo de más de 1m de ancho por 50 cm de profundidad. (CAIS, 2007)

Preparación de los lechos

Primero se deberá colocar un colchón de paja o pasto de 1.20 m. de ancho y 10 cm. de largo. Este colchón sirve de refugio a la lombriz californiana en el caso de sufrir cambios medioambientales en su medio de crianza.

Posteriormente se colocará un cúmulo de estiércol de 1 m. de ancho y 0.70 m. de alto, se regará y por último se cubrirá con 10 cm. de paja para evitar la evaporación.

Al poco tiempo comenzará el proceso de fermentación pudiéndose alcanzar hasta los 70° C. Transcurridos diez días será necesario mover y airear el estiércol y aplicar un riego. Cuando la temperatura vuelva a bajar se deben colocar las lombrices.

La temperatura óptima es de 20° C, no debiendo superar los 70° C ni ser inferior a 15° C. Para las medidas dadas anteriormente se colocarán aproximadamente 40000 lombrices que producirán 2 Kg de lombricompuesto por día. (CAIS, 2007)

Mantenimiento de los lechos

La cantidad de agua suministrada deberá tener en cuenta la época del año, siendo en primavera y otoño una vez por semana; en invierno una vez cada 15-20 días y en verano hasta dos veces al día.

La humedad deberá mantenerse en torno al 75% y la temperatura no deberá superar los 32° C. (CAIS, 2007)

Consumo diario

La coqueta roja es capaz de consumir el equivalente a la mitad o la totalidad de su propio peso corporal cada día, según las condiciones de crianza y edad o madurez de la lombriz. Las lombrices que han alcanzado la madurez (son las que tienen una hinchazón en forma de anillo alrededor del cuerpo, llamada "Clitelo") consumen la totalidad de su peso al día, es decir que si una lombriz pesa 1 gramo consumirá un gramo de alimento diariamente. Las lombrices pequeñas tardarán aproximadamente 3 meses en alcanzar la madurez total y comerán menos alimento diariamente.

Madurez sexual de las lombrices

La característica principal al alcanzar la madurez sexual es el clitelo (latín clitellum) esta es una estructura tegumentaria glandular característica de los anélidos Clitelados. Se trata de un área glandular más o menos amplia en forma de anillo completo (casi siempre) que abarca un número determinado de segmentos contiguos (de dos a varias decenas). Esta área glandular no es visible durante toda la vida del animal, ya que se desarrolla cuando el gusano alcanza la madurez sexual o en los periodos reproductivos.

Su espesor varía de unas especies a otras y su posición en el cuerpo del animal es también variable aunque se sitúa en la zona de los poros genitales femeninos o más atrás. Su función está relacionada con la reproducción e interviene tanto en la unión de los individuos durante el emparejamiento (mediante la secreción de moco), como en la formación del capullo y la elaboración de los fluidos que van a nutrir la puesta de su interior (CAIS, 2007)

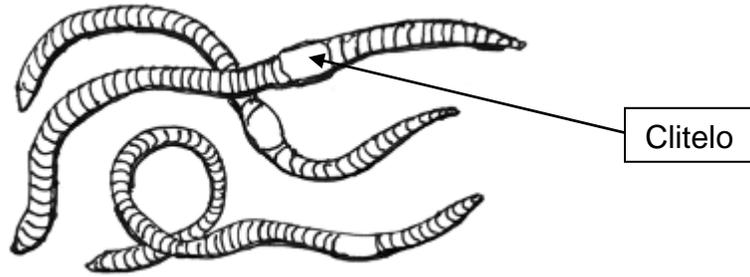


Figura 4: Clitelo de una lombriz en edad reproductiva

2.4.1.E Componentes del Sustrato

Estiércol

Proveen nitrógeno, como los alimentos semidigeridos que se extraen de los estómagos de bovinos sacrificados (librillo o panza), o las deyecciones de los animales criados en establecimientos rurales (estiércol de corral) (Cooperband, 2008).

Fibras

Básicamente aportan carbono (celulosa) como las cáscaras de cereales y la cama de caballo. Se emplean para acondicionar el material haciéndolo más esponjoso y aireado, facilitando su fermentación. Además, una vez finalizado el proceso de elaboración, dejan finas partículas de fibra que mejoran las cualidades agrícolas del material.

Hay ciertas reglas que se deben cumplir en el tratamiento de los residuos orgánicos. Si estos no se acondicionan bien las lombrices tardarán en ingresar al alimento, lo que resulta antieconómico (Cooperband, 2008).

Todo estiércol se debe desmenuzar, mezclar con fibra y posteriormente picar. Aunque haya estado acumulado por un tiempo en el establo, si no se mezcla y airea no fermentará.

No es conveniente adquirir estiércoles viejos (con más de 20 días de producidos) porque el material tendrá un pH más ácido y favorecerá la aparición de plagas. Se suelen indicar

largos períodos para la maduración de los distintos tipos de estiércoles. Por ejemplo 6 meses para el estiércol vacuno y 12 a 16 meses para el de aves. Este plazo es excesivo por los riesgos que veíamos anteriormente y porque después de una maduración tan prolongada queda muy poca proteína a disposición de las lombrices.

El estiércol de corral se endurece con el tiempo formando bloques y la máquina trituradora no tiene suficiente potencia para desmenuzarlo. Por eso hay que prestar mucha atención con el estiércol de corral que no se retira regularmente. Lo ideal es traerlo de los lugares donde se realiza una higiene día por medio, como ocurre en las ferias de remates de hacienda.

Al estiércol de cama de pollo se lo debe dejar seca un poco y para que no se apelmace agregar cáscara de arroz y picar.

La fibra (de la viruta, cáscara de arroz) ayuda a que el estiércol quede más esponjoso y aireado acelerando la fermentación. De esta forma se puede manejar cualquier tipo de estiércol(Cooperband, 2008).

Acondicionamiento de la materia prima

La materia prima para la elaboración del humus de lombriz debe pasar por un periodo previo de acondicionamiento antes de colocarse en las cunas.

Luego de que la materia prima perdió parte del líquido con el que llega (1-2 días) se mezcla con la fibra. Cuando se utiliza estiércol de corral no hay que esperar para realizar la mezcla.

Después de 5 días de fermentación se pasa todo el material por la picadora. Obviamente, este procedimiento vuelve a mezclar el material y ocurre una nueva fermentación que puede ser muy intensa.

Si el invierno es moderado, se espera 5 días antes de disponer el material dentro de las cunas (después del picado). Si el invierno es crudo el tiempo se reduce a 3 días para aprovechar el calor del material.

Si es verano la demora en disponer del material es de alrededor de 20 días (no había problema si por causas operativas la demora fuera un poco mayor). El tiempo en definitiva depende de la temperatura que registre el material: no debe ser mayor de 32° C ni menor a 15° C; la óptima es 20° C. Durante esta etapa se debe mezclar el material cada 5 días. No hace falta regar.

En síntesis, durante el invierno el proceso total de acondicionamiento del material dura alrededor de 15 días, mientras que en verano tarda un mes (Cooperband, 2008).

2.4.1.F Condiciones de manejo

Control del pH y viabilidad.

El valor de pH del estiércol debe estar comprendido entre 6,5 y 7,5 siendo los valores óptimos 6,8 y 7,2 (CAIS, 2007).

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 malas hierbas, procurando que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos (CAIS, 2007).

Riego

La cuna debe regarse con regularidad teniendo en cuenta la época del año. La humedad del medio es óptima cuando al apretar un puñado de material totalmente húmedo no caen gotas. Las lombrices pueden sobrevivir con menos humedad, pero disminuye su actividad. Una humedad superior al 85 % es perjudicial ya que se compactan los lechos y disminuye la aireación. Por otra parte los riegos excesivos arrastran las proteínas perdiendo el alimento parte de su valor nutricional.

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 micro aspersores no son indicados para el riego debido a que no proporcionan un control suficiente sobre la cantidad de agua esparcida. Conviene regar en forma manual con un aspersor tipo ducha. La lluvia no afecta, salvo que se produzcan inundaciones.

Lo que interesa regar son los 10-15 cm superiores de la cuna ya que allí se encuentran la mayor parte de las lombrices alimentándose (CAIS, 2007).

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.

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.

Se pueden aplicar diferentes tipos de sustratos orgánicos, que incluyen recortes de césped y jardín, restos de cosechas, purines de cerdo, estiércol vacuno, gallinaza, R. S. U (Residuos sólidos urbanos), etc. (CAIS, 2007).

Hay que tener cuidado con alimentar a las lombrices con productos de fuente desconocida. Los estiércoles de caballos, ganados, aves o perros alimentados con ciertos balanceados pueden contener vermícidias activos que, así como matan a los gusanos parásitos en el animal, también pueden matar a todas las lombrices en un día. Si se van a utilizar ese tipo de abonos animales, hay que dejarlo fermentar unos cuantos días y hacer

una prueba de supervivencia con unas pocas lombrices antes de aplicarlo a gran escala (Okumoto, 2003).

Extracción de las lombrices

El ciclo de producción en la cuna es de 3 meses. Cuando falten de 15 a 7 días para realizar la cosecha se alimenta a las lombrices con un *cebo* para atraer al mayor número de las mismas a la superficie de la cuna y proceder a su extracción.

Para extraer las lombrices se coloca sobre la cuna entre 3 y 4 cm de sebo. Se moja y se lo cubre con la media sombra. Al cabo de 72 horas se llenará de lombrices. Con una horquilla carbonera se sacan de 5 a 7 cm de la capa superior. Este material constituye un nuevo núcleo que se podrá usar para sembrar una nueva cuna (CAIS, 2007).

Relación carbono nitrógeno

Los procesos de fermentación de materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos generados en cualquier población cumplen con el doble objetivo de tratar convenientemente los citados residuos, así como revalorizarlos obteniendo un producto final útil para la agricultura. Este producto, el compost, debe cumplir una serie de propiedades que garanticen su calidad, entre ellas, temperatura, granulometría, cantidad de elementos extraños, etc. pero es la relación carbono-nitrógeno del compost una de las más importantes, ya que tanto el carbono como el nitrógeno son dos elementos esenciales para la nutrición de cualquier organismo, en esta caso las especies vegetales, por lo que para una correcta fermentación deben encontrarse en las proporciones idóneas.

Esta relación indica la fracción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno. Prácticamente la totalidad del nitrógeno orgánico presente en un residuo orgánico es biodegradable y, por tanto disponible. Con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se engloba en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad en la agricultura.

El rango óptimo en los residuos orgánicos para un correcto compostaje se encuentra entre 20 y 50 a 1. Los excesos de cualquiera de los dos componentes con lleva a una situación de carencia. Si el residuo de partida es rico en carbono y pobre en nitrógeno, la fermentación será lenta, las temperaturas no serán altas y el carbono se perderá en forma de dióxido de carbono. Para el caso contrario, en altas concentraciones relativas de nitrógeno, éste se transformará en amoníaco, impidiendo la correcta actividad biológica (Higa, 1994).

En Cuadro adjunta se muestran valores de relación C/N para diversos residuos orgánicos. (Datos de Nitrógeno y Carbono total de la fracción seca). Según el tipo de residuo orgánico, el cálculo de la relación C/N no es muy fiable ya que, aunque todo el Nitrógeno esté disponible, o sea biodegradable, solamente una fracción de Carbono puede serlo. De este modo, la relación C/N puede variar (incluso duplicarse) según se considere el Carbono Orgánico Total o el Carbono Orgánico Disponible.

Un proceso de fermentación de materia orgánica procedente de residuos sólidos urbanos realizado correctamente tiene un índice C/N en la masa fermentable entre 25 y 35. Para valores menores, deben agregarse materiales ricos en carbono (paja, virutas de madera, etc.), y en el caso contrario, materiales ricos en nitrógeno (estiércoles, lodos de depuradora, etc.)

Cuadro6: Nitrógeno y relación C/N en varias materias (13)

NITRÓGENO Y RELACIÓN C/N EN VARIAS MATERIAS			
MATERIAL		% N ₂	C/N
Residuos de comida	Fruta	1,52	34,80
	Mataderos	7,0-10	2
Estiércoles	Vaca	1,70	18
	Cerdo	3,75	20
	Aves	6,30	15
	Oveja	3,75	22
Fangos activados	Digeridos	1,88	15,70
	Crudos	5,60	6,30
Madera y paja	Serrín	0,10	200-500
	Paja trigo	0,30	128
	Madera pino	0,07	723
Papel	Mezclado	0,25	173
	Periódico	0,05	983
	Revistas	0,07	470
Residuos de jardín	Césped	2,15	20,10
	Hojas caídas	0,5-1	40-80
Biomasa	General	1,96	20,90

Durante el proceso de fermentación, la relación C/N disminuye hasta valores entre 12 y 18 por pérdidas de carbono como dióxido de carbono (Estructuplan, 2000)

2.4.1.G Plumase de las aves

Los desechos de destace avícola están compuestos en su mayoría por plumas, estas son estructuras queratinosas de la piel de las aves. Su estructura es más compleja de la de cualquier otro apéndice integumentario de los vertebrados (escamas, pelo, cuernos, etc.).

Partes de una pluma:

1. Vexilo
2. Raquis
3. Barbas
4. Plumón
5. Eje hueco, cálamo



Figura 5. Partes de una pluma

Las plumas están formadas por un cañón o raquis, con el que se insertan al cuerpo, y un estandarte formado por barbas dispuestas a los lados del raquis. De las barbas salen unas barbillas que pueden engancharse entre sí (Wikipedia, 2007).

2.4.1.H Queratina

Es una sustancia proteica, muy rica en azufre, que constituye el componente principal de las capas más externas de la epidermis de los vertebrados y de otros órganos derivados del ectodermo, como pelos, uñas, plumas, cuernos o pezuñas.

La queratina es la responsable de la dureza y resistencia de los cuernos y uñas.

Es una proteína con una estructura secundaria, es decir, la estructura primaria de la proteína, se pliega sobre sí misma, adquiriendo tres dimensiones. Ésta forma nueva, tiene forma de espiral, llamándose así proteína α -hélice. Esta estructura se mantiene con esa forma tan característica gracias a los puentes de hidrógeno y a las fuerzas hidrofóbicas,

que mantienen unidos los aminoácidos de dicha proteína. Todo esto unido, le da a la proteína esa especial dureza característica (Wikipedia, 2007).

2.4.1.I Microorganismos eficientes

La tecnología EM fue desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Japón.

Estudiando las funciones individuales de diferentes microorganismos, encontró que el éxito de su efecto potencializador estaba en su mezcla.

Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada a una multitud de usos agropecuarios y ambientales, siendo utilizada en más de 80 países del mundo.

Los microorganismos eficientes o EM son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se han utilizado tradicionalmente en la alimentación, o que se encuentran en los mismos. Contiene principalmente organismos beneficiosos de cuatro géneros principales:

- Bacterias fototróficas
- Levaduras
- Bacterias productoras de ácido láctico
- Hongos de fermentación

Estos microorganismos efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes.

Además mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y ésta se transforme a su vez en suelo azimógeno.

A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus.

El EM viene únicamente en forma líquida y contiene microorganismos útiles y seguros. No es un fertilizante, ni un químico, no es sintético y no ha sido modificado genéticamente. Este se utiliza junto con la materia orgánica para enriquecer los suelos y para mejorar la flora y la labranza. Dichos microorganismos se encuentran en estado latente y por lo tanto se utiliza para hacer otros productos secundarios de microorganismos eficientes (Reátegui, 2006).

Modo de acción de los EM

Los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo.

Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Cuando los microorganismos eficientes incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriqueciendo la microflora, balanceando los ecosistemas microbiales, suprimiendo microorganismos patógenos (Reátegui, 2006).

Tipos de microorganismos presentes

Bacterias Fototróficas

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía.

Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes (Bioquímica y Microbiología, 2005).

Bacterias Ácido Lácticas

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras.

El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica.

Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso (Bioquímica y Microbiología, 2005).

Levaduras

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas.

Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto.

Los productos que contienen el EM no plantean ningún peligro al medio ambiente, ni a los seres humanos y a la vida salvaje que son una parte de él. Estos microbios beneficiosos analizan y consumen las sustancias que causan la putrefacción, malos olores y enfermedades, eliminando la mayoría de microbios patógenos por medio de la exclusión competitiva.

El EM se hace inactivo por el oxígeno, así que prospera en la contaminación y muere en condiciones limpias. Es auto reductor lo cual significa que (especialmente en purificación de aguas) los microbios mismos, son consumidos en el proceso por las enzimas naturalmente presentes dentro de ellos, por lo tanto no hay acumulación del lodo microbiano. No existe contaminación secundaria asociada a usar el EM (Bioquímica y Microbiología, 2005).

Activación de Microorganismos Eficientes

Materiales necesarios para la activación de EM'S

Cuadro 7: Materiales necesarios para la activación de EM's

Materiales	Porcentaje	Nota
EM original	1 a 5%	A más % de EM más éxito
Melaza	1 a 5%	Medio como alimento para el EM
Agua		Agua pura, sin cloro

Se recomienda utilizar sal natural (0.3% del total) como elementos naturales para mejorar la calidad del EM activado (Castrillón, 2006).

Un ejemplo de la mezcla de activación sería la siguiente

Recipiente plástico de 20 Lt.	1
EM solución	1 Lt.
Melaza	1 Lt.
Agua	18 Lt.

Método de preparación

- Diluir bien la melaza en una parte de agua y vaciarla en el recipiente
- Agregar el EM al recipiente con la mezcla anterior
- Agregar agua hasta llenar el recipiente mezclando bien
- Dejar fermentar la solución durante una semana en condiciones anaeróbicas
- Liberar el gas de vez en cuando
- Confirmar el cambio de color, la presencia de buen olor (agridulce) y el pH inferior a 3.5

Almacenamiento de la solución activada (EMA)

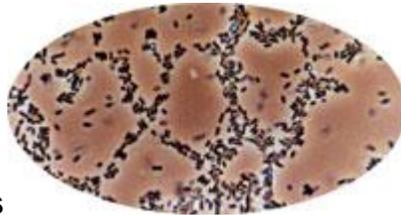
- Almacenar en ambiente fresco y oscuro y en un recipiente bien cerrado para mantener la condición anaeróbica
- Evitar la exposición al sol, al polvo y al aire
- No utilizar si el pH está por encima de 4.0 y tiene malos olores, ya que presenta contaminación.

2.4.1.J. Descripción EM • 1 ®

EM • 1 ® es un líquido que contiene muchos microorganismos co-existentes. Los principales grupos de microorganismos en EM • 1 ® son las bacterias ácido-lácticas, levaduras y bacterias fotótrofas. EM ™ fue desarrollado por primera vez en 1982 como una alternativa a los productos químicos en el ámbito de la agricultura. A través de extensas investigaciones y experimentos con el tiempo, se convirtió a EM, reconocido como eficaz en diversas esferas, incluidas la rehabilitación del medio ambiente, el compostaje de residuos orgánicos, la reducción del olor en explotaciones ganaderas, el tratamiento de aguas residuales y muchos más (Higa, 1994).

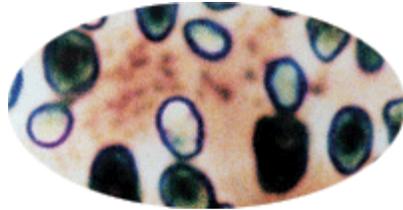
Microorganismos en EM • 1 ®

Al mencionar la palabra microorganismo o bacterias, se puede imaginar los gérmenes nocivos. Sin embargo los microorganismos utilizados en EM • 1 ® son producido (bacterias ácido-lácticas, levaduras, bacterias fotótrofas) excluyendo cualquier patógenos y microorganismos genéticamente modificados que son perjudiciales para los seres humanos, animales y plantas. EM • 1 ® se compone sólo de microorganismos seguros que se han utilizado, ya sea intencionalmente o no, desde tiempos antiguos(Higa, 1994).



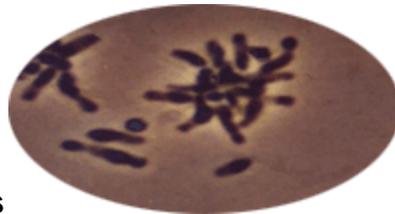
Las bacterias ácido-lácticas

Las bacterias ácido-lácticas es decir, taxonómicamente, es un término genérico para las bacterias que convierten grandes cantidades de azúcares en ácido láctico a través de la fermentación del ácido láctico. A través de la producción de ácido láctico, las bacterias ácido-lácticas también inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y otros microorganismos de diversas escalas del pH. Las bacterias ácido-lácticas son ampliamente conocidas en la producción de alimentos fermentados como el queso y el yogur que puede ser natural en conserva durante un largo periodo de tiempo(Bioquímica y Microbiología, 2005).



Levadura

Conocidas como un arranque de la fermentación, la levadura es un microorganismo necesarios para la elaboración de cerveza de alcohol y la elaboración de pan. La levadura fue descubierta por el comerciante holandés Antony van Leeuwenhoek (1632-1723), que descubrió por primera vez el mundo de los microorganismos. Taxonómicamente, la levadura es un eucariota. Se diferencia de hongo en el sentido de que en general es unicelular a lo largo de su vida. En el mundo microbiano se trata de un pequeño grupo de microorganismos, sin embargo, es esencial para la vida humana. Levaduras viven en sectores ricos en azúcar, en entornos tales como el néctar y en la superficie de frutos. En EM • 1 ®, la levadura produce muchos agentes biológicamente activas, como los aminoácidos y polisacáridos(Bioquímica y Microbiología, 2005).



Bacterias fotótrofas

Bacterias fotótrofas (también conocidas como bacterias fotosintéticas) son un antiguo tipo de bacterias en existencia desde antes que la Tierra tuvo su actual concentración de oxígeno. Como su nombre lo indica, estas bacterias utilizan la energía solar para metabolizar sustancias orgánicas e inorgánicas. Fotótrofas bacterias existentes en los campos de arroz y lagos, y en todas partes de la Tierra. En términos prácticos, las posibilidades de bacterias fotótrofas en particular es visto en los campos del medio

ambiente. Debido a que los materiales orgánicos se descomponen así, entre estas aplicaciones es su uso en el tratamiento de aguas residuales. La investigación también ha informado sobre su eficacia en el uso aplicado en la agricultura, la acuicultura y la ganadería. Investigaciones en marcha también demuestran su uso en la producción de hidrógeno y su capacidad para descomponer sustancias persistentes. Están involucrados en diversos sistemas metabólicos, y desempeñan un papel importante en el ciclo de nitrógeno y el ciclo del carbono. Debido a que esta función permite que los otros microorganismos en EM • 1 ® a co-existir, son bacterias fotótrofas el elemento esencial de EM • 1 (Bioquímica y Microbiología, 2005).

2.4.1.K Prueba DL50

También conocida por sus siglas en inglés LD (Lethal dose), es una forma de expresar el grado de toxicidad de una sustancia. Se expresa como la dosis tal a la que una población de una muestra dada, cierto porcentaje de la muestra muere.

Generalmente se utiliza la dosis semiletal o DL_{50} que indica en toxicología los miligramos de una sustancia necesarios por kilogramo de peso de un animal para matar al 50% de la población.

DL50: Dosis letal mediana para la toxicidad aguda por ingestión es la dosis única obtenida estadísticamente de una sustancia de la que cabe esperar que, administrada por vía oral, cause la muerte de la mitad de un grupo de ratas albinas adultas jóvenes en el plazo de 14 días. El valor de la DL_{50} se expresa en términos de masa de la sustancia suministrada por peso de animal sometido al ensayo (mg/kg).

Los valores de DL_{50} dependen de varios factores: el sistema biológico o animal, la raza, sexo, edad, dieta, etc. (Wikipedia, 2003)

PL50 lombricultura

Antes de poner a las lombrices en contacto directo con el alimento a las camas, debemos asegurarnos que la fermentación del material se haya ultimado para lo cual se procede a

realizar una prueba, esta prueba garantiza la supervivencia de las lombrices y se llama comúnmente Prueba de 50 Lombrices (PL50).

Para realizar la prueba PL50 se procede a colocar en una caja de madera (dimensiones de 30 x 30 x 15 cm), suficiente cantidad del alimento preparado hasta tener un grosor de 10 cm, luego se colocan 50 lombrices pudiendo ser adultas y jóvenes en una sola bola, colocándose en el centro de la caja. Posteriormente se riega con cuidado y adecuadamente pero sin encharcar. Las lombrices se introducen solas y tratarán de descubrir si el nuevo ambiente es adecuado para garantizar primero su permanencia y después su acción productiva. Pasadas 24 horas hay que verificar si las 50 lombrices se encuentran en condiciones óptimas de salud, es aceptable encontrar 48 lombrices vivas porque puede ser que se murieran 2 en el trasiego o por haber cumplido los 16 años de vida. Si mueren más de 2 quiere decir que el alimento no reúne aún las condiciones adecuadas y hay que proceder a unificar las oportunas correcciones. Por el contrario si todas las lombrices están vivas o al menos 48 y se han distribuido en el medio, el alimento ha sido correctamente preparado y se puede proceder a la inoculación de las lombrices en el alimento (CAIS, 2007).

2.4.1.L. Hongos Queratinolíticos

Los hongos Queratinolíticos son aquellas especies fúngicas que presentan capacidad para destruir y/o descomponer la queratina. Los hongos queratinolíticos más activos son los dermatofitos (particularmente especies de *Microsporum* y *Trichophyton*) y los relacionados con estos (*Aphanoascus*, *Chrysosporium*, *Geomyces*, *Malbranchea*, *Gymnoascus*, y *Myceliophthora*, entre otros). Los dermatofitos son un grupo de especies conformadas en los géneros pertenecientes a *Epidermophyton*, *Microsporum* y *Trichophyton*. (Mitola, 2001).

2.4.2 MARCO REFERENCIAL

2.4.2.A Localización y descripción del area experimental

La investigación se realizó en CAIS, del INCAP. El Centro se encuentra ubicado en el kilómetro 41 del caserío Pachalí de la aldea Sacsuy del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala. Se localiza en las coordenadas geográficas de 90 grados 36 minutos y 15 segundos longitud Oeste y 14 grados 45 minutos y 29 segundos latitud Norte, a una altitud de 1575 msnm y sus coordenadas UTM son longitud 758 y latitud 1633.

Condiciones climáticas

La clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holdridge, el Centro se encuentra en el Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. El lugar se caracteriza por tener un patrón de lluvias que varían entre 1,057 y 1588 mm de precipitación anual, la biotemperatura va de 15 a 23 grados centígrados, la evapotranspiración puede estimarse en promedio de 0.75 (Cruz, 1982).

Relieve y vegetación

El relieve en general es plano y está dedicado a cultivos agrícolas tradicionales como maíz y frijol (Cruz, 1982)

Suelos

Según Simmons, Tárano y Pinto, (1959) los suelos del centro pertenecen a la serie Cauqué de la altiplanicie central, estos se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica de color claro, con relieve fuertemente ondulado a escarpado, clase textural franca friable de 20 a 40 cm de profundidad, el suelo superficial tiene drenaje interno bueno y color pardo muy oscuro.

El subsuelo es de color pardo amarillento oscuro, de consistencia friable, clase textural franco arcillosa con espesor aproximado de 60 a 75 cm. Entre las características que influyen en el uso está el relieve, debido que varía de 15 a 19% lo cual hace susceptible a la erosión, el drenaje a través del perfil del suelo es regular y alta capacidad de retención de humedad y fertilidad natural (Simmons, 1959)

Según la clasificación de “Base referencial mundial del recurso suelo” de la FAO/UNESCO, los suelos del CAIS pertenecen al grupo de los Andosoles los cuales son suelos que se desarrollan de eyecciones volcánicas. Típicamente, son suelos negros de paisajes volcánicos.

Material parental: Vidrios y eyecciones volcánicas (principalmente ceniza, pero también, pómez y otros) u otro material rico en silicato.

Ambiente: Ondulado a montañoso, húmedo, con amplio rango de tipo de vegetación.

Desarrollo del perfil: La meteorización rápida de eyecciones volcánicas resulta en la acumulación de complejos órgano-minerales estables o minerales de bajo grado de ordenamiento como alofano, imogolita y ferrihidrita. La meteorización ácida de otro material rico en silicato en climas húmedo y perhúmedo también lleva a la formación de complejos órgano-minerales estables.

Manejo y uso de Andosoles

Los Andosoles tienen un alto potencial para la producción agrícola, pero muchos de ellos no se usan hasta su capacidad. Los Andosoles generalmente son suelos adecuados para la agricultura, particularmente los Andosoles en ceniza volcánica intermedia o básica y no expuestos a lavado excesivo. La fuerte fijación de fósforo de los Andosoles (causada por Al y Fe libres) es un problema. Las medidas de mejora para reducir este efecto incluyen la aplicación de material calcáreo, sílice, material orgánico, y fertilización fosfatada.

Los Andosoles son fáciles de cultivar y tienen buenas propiedades de enraizamiento y almacenamiento de agua.

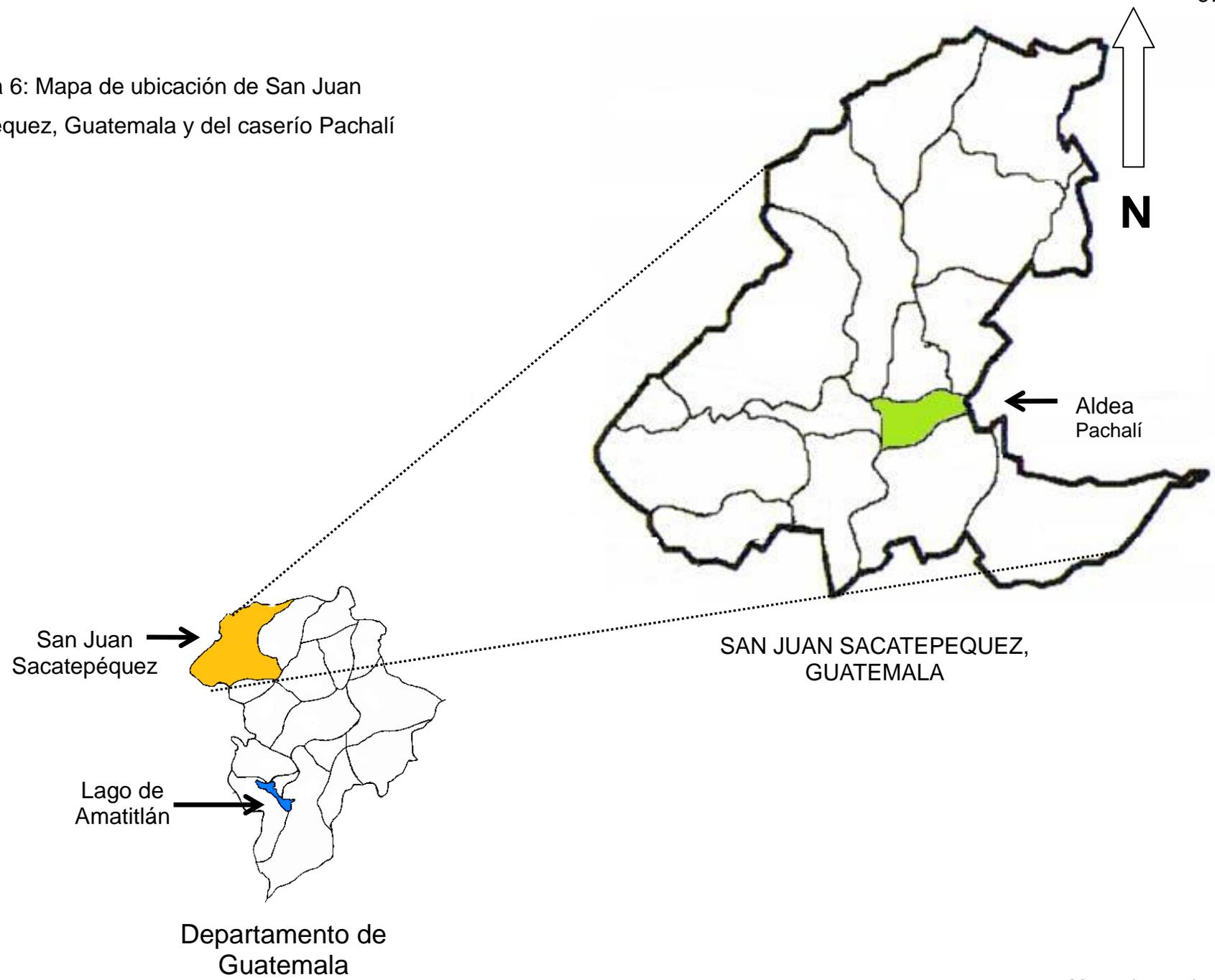
Los Andosoles se cultivan con una variedad amplia de cultivos incluyendo caña de azúcar, té, trigo y cultivos hortícolas. Los Andosoles en pendientes pronunciadas se mantienen mejor bajo cobertura boscosa.

2.4.2.BCaserío Pachalí

El caserío por encontrarse situada a escasos minutos de San Raymundo, municipio con gran cantidad de granjas avícolas, ha encontrado el destace de pollos de engorde como fuente de ingreso económico. El destace se realiza por lo menos 3 días a la semana, actividad que la realizan aproximadamente 40 familias de forma clandestina y sin condiciones sanitarias adecuadas.

El caserío no cuenta con un basurero adecuado para tratar desechos ya sean orgánicos e inorgánicos, por lo que el depósito de la basura se realiza a lo largo de la carretera que conduce hacia San Raymundo en terrenos desocupados.

Figura 6: Mapa de ubicación de San Juan Sacatepéquez, Guatemala y del caserío Pachalí



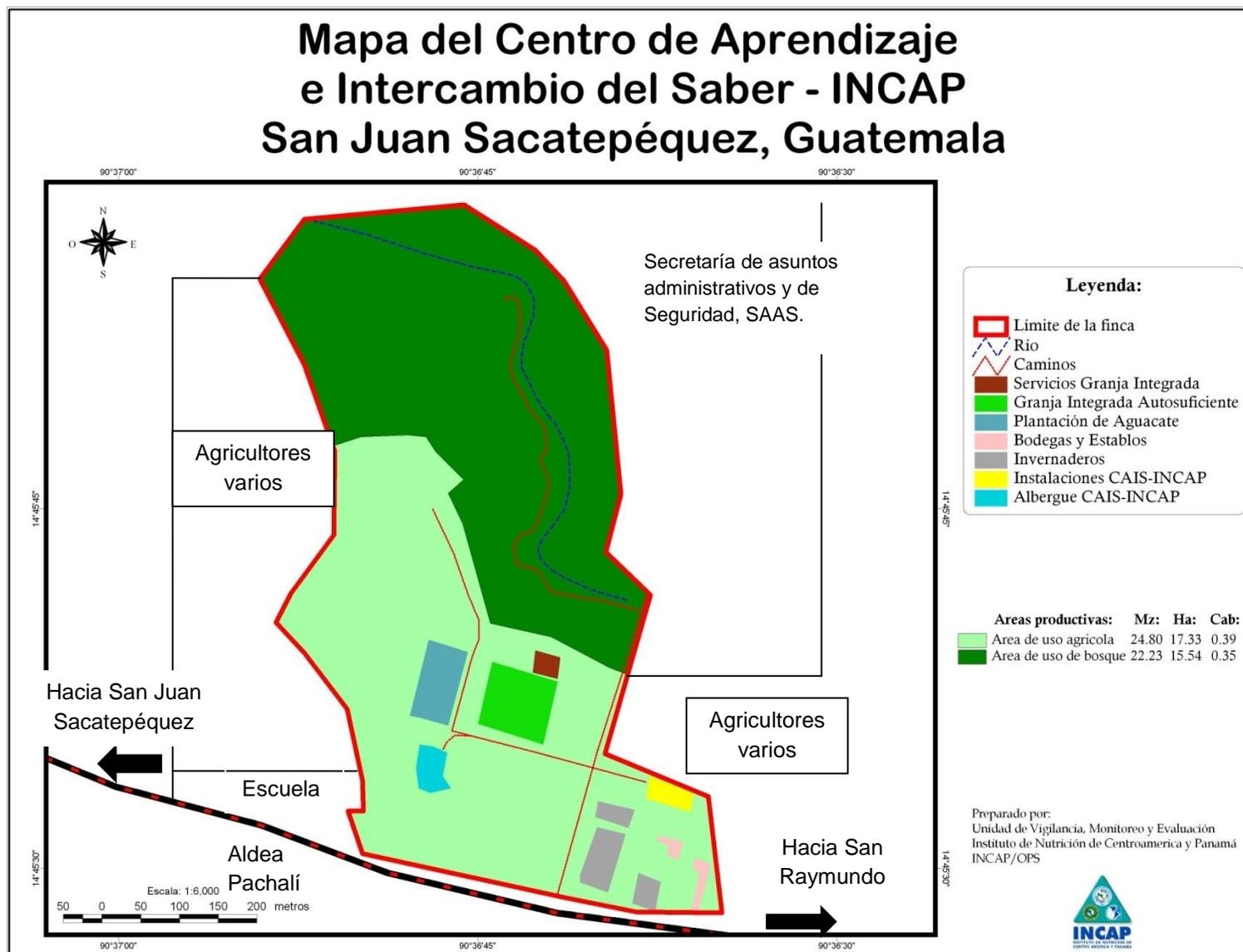


Figura 7: Mapa de ubicación y colindancias del CAIS

El CAIS, se encuentra localizado en el km 41.5, del caserío Pachalí municipio de San Juan Sacatepéquez, de la carretera que conduce de San Juan Sacatepéquez hacia San Raymundo.

2.4.2.C Experiencias en la utilización de EM

“Granja Avícola Los Pollitos”

Con el propósito de solucionar los problemas de moscas, en Costa Rica se ha utilizado el producto químico llamado Larvadex, que controla la incidencia de moscas atacando a las larvas, para lo cual lo suministraban en el concentrado y este al ser ingerido por la gallina, pasa directamente al intestino sin ser desintegrado, uniéndose así a las heces del animal. La cantidad de producto que utilizaban era de 0.92 Kg/ tonelada y con una frecuencia de mes intermedio.

Cabe recalcar que este producto únicamente controlaba la presencia de moscas, pero los malos olores persistían, lo que ocasionaba problemas de índole social, puesto que la granja al encontrarse cerca de una zona residencial, afectaba con la emanación de olores desagradables que llegaban a las viviendas, provocando molestias a los habitantes del lugar quienes constantemente se quejaban (Microemprendimientos, 2004).

Efectos de EM

Después de dos semanas de realizadas las aplicaciones se pudo notar una gran disminución de malos olores, debido a reducción en la concentración de amoníaco, por el paso de NH_3 (gas) a nitrato de amonio NH_4 (líquido)(Microemprendimientos, 2004).

Además se controló la incidencia de moscas, después de dos meses de iniciado el tratamiento, por lo que la finca dejó de utilizar el producto químico Larvadex.

La gallinaza tratada con EM, es recopilada cada cambio de lote nuevo de gallinas, por lo regular se hace después de un año y es vendida como abono.

Efectos en los Costos

Los costos al utilizar EM son menores a los costos utilizando Larvadex, y los efectos en el control de la incidencia de moscas es similar que con Larvadex, además el EM redujo el mal olor emanado de la gallinaza, lo que no ocurre en el caso de Larvadex.

Ventajas de EM

- Reducción de costos
- Eliminación de malos olores
- Control en la cantidad de moscas
- Fácil manejo
- Secado más rápido de gallinaza.
- Producción de abono orgánico fermentado, al ser inoculado EM en la gallinaza (Microemprendimientos, 2004).

“Granja Avícola Tabarcia.”

En la granja avícola Tabarcia se obtuvieron iguales resultados que en la granja anteriormente expuesta, de esta forma se puede concluir que la utilización de EM's en el control de mosca en las camas de pollos es efectivo y de menor costo que utilizando productos químicos (Microemprendimientos, 2004).

2.5. OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo general

Evaluar diferentes frecuencias de aplicación de Microorganismos Eficientes (EM's), para la degradación de la queratina contenida en los desechos de destace avícola, para ser utilizados como alimento de la lombriz *E. foetida* con el fin de elaborar abono orgánico y reducir de esta manera el efecto negativo al medio ambiente por los desechos en mención.

2.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar si el sustrato elaborado a partir de desechos de destace avícola es aceptado por *E. foetida* en su dieta.
- Evaluar la frecuencia de aplicación de Microorganismos eficientes que se requiere para la preparación del sustrato.
- Cuantificar el tiempo que requiere la coqueta roja para convertir el sustrato en compost.
- Identificar el tratamiento más conveniente a utilizar desde el punto de vista económico.
- Evaluar el compost obtenido a través de un análisis de nutrientes.

2.6. HIPOTESIS

- El tratamiento con mayor frecuencia de aplicación de microorganismos eficientes produce una degradación más rápida en los desechos de destace avícola, debido a que tiene mayor población de microorganismos los cuales desintegran más rápidamente los desechos de destace.
- El sustrato elaborado con desechos de destace avícola y aplicaciones de microorganismos eficientes no interfiere en el uso como sustrato alimenticio de *E. foetida*.

2.7. METODOLOGIA

2.7.1 Sustrato

2.7.1.A Recolección de desechos avícolas

La recolecta de desechos avícolas se realizó por medio de costales que se les proporcionaron a los destazadores de pollos, se buscaron a las personas que destazaran la mayor cantidad de pollos para obtener mayor homogeneidad en los desechos. Los desechos que se utilizaron se recolectaron en una semana, esto para que el tiempo de degradación al momento que se aplicaran los tratamientos no variara.

2.7.1.B Recolección de estiércol

Se buscó estiércol bovino ya que es el más adecuado para realizar el sustrato para la coqueta roja, este no tenía más de 2 días de maduración. El estiércol se colectó en costales y luego en el lugar definitivo se colocó en un montículo para el proceso de fermentación que duró 40 días, durante los cuales se aplicaron riegos constantes para que estuviera húmedo, se le daba vueltas para una fermentación correcta. El estiércol se obtuvo de la finca lechera “San Gerónimo” que se encuentra en las cercanías de San Juan Sacatepéquez.

2.7.1.C Activación Microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes por cuestión de costos se adquirieron sin activar, para la activación se mezclaron los EM's con agua y una fuente de energía, en este caso se utilizó melaza debido a que su costo es bajo. El procedimiento fue el siguiente:

Se mezcló 1 parte de EM's con 18 partes de agua y 1 parte de melaza (fuente energética). Luego la solución creada se depositó en un contenedor hermético, para realizar una fermentación anaeróbica, la fermentación se llevó a cabo en 12 días. (11)



Figura 8. Materiales para la activación de EM's

Foto: Gabriel Gálvez

2.7.1.D Lombrices

Se utilizaron coquetas rojas (*Eisenia foetida*) de aproximadamente 3 o más meses de edad, para esto se eligieron únicamente las lombrices que tenían clitelo. Las lombrices se obtuvieron de lechos de lombricultura establecidos en el Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber, CAIS.



Figura 9. Recolección de Coquetas rojas para realizar la prueba letal 50

Foto: Gabriel Gálvez

2.7.2. Establecimiento

2.7.2.A Tratamientos

A los tratamientos se les aplicaron dosis al quince por ciento de EM's, para lograr esta dosis se diluyeron 30 mililitros de EM's activado en 200 mililitros de agua. A todos los tratamientos se les aplicaron las mismas dosis solo que en diferente número de aplicación.

T1: testigo, desechos de destace avícola sin tratamiento de EM's.

El tratamiento 1, no contó con aplicación de EM's, únicamente estaba compuesto por desechos de destace avícola.

T2: Desechos de destace avícola con una semana de aplicación de EM's.

Al tratamiento 2 se le aplicó solución de EM's durante la primera semana de tratamiento, se le aplicaron Microorganismos eficientes en 4 oportunidades.

T3: Desechos de destace avícola con dos semanas de aplicación de EM's.

El tratamiento 3 estuvo compuesto por desechos de destace avícola con dos semanas de aplicación de EM's. Se le aplicaron Microorganismos eficientes durante la primera y segunda semana de tratamiento se aplicaron 4 veces por semana, para un total de 8 aplicaciones.

T4: Desechos de destace avícola con tres semanas de aplicación de EM's.

Compuesto por desechos de destace avícola y microorganismos eficientes aplicados durante 3 semanas de tratamiento, se aplicaron 4 aplicaciones por semana, tuvo la mayor cantidad de aplicaciones con un total de 12 aplicaciones.

Cuadro 8: Fecha y cantidad de aplicaciones en tratamientos

	Fecha de aplicación		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Julio	Martes	15	Sin aplicación de EM's	X	X	X
	Jueves	17		X	X	X
	Sábado	19		X	X	X
	Lunes	21		X	X	X
	Miércoles	23			X	X
	Viernes	25			X	X
	Domingo	27			X	X
	Martes	29			X	X
	Jueves	31				X
	Sábado	2				X
	Lunes	4				X
	Miércoles	6				X
Total de aplicaciones de EM's			0	4	8	12

2.7.2.B Repeticiones

De cada tratamiento hubo 4 repeticiones para obtener los grados de libertad necesarios y así minimizar el error experimental y lograr obtener medias más representativas.

2.7.2.C Croquis de campo

La asignación de tratamientos se realizó de forma aleatoria, los tratamientos y repeticiones quedaron distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 9: Croquis de campo

T2R3	T3R4	T2R2	T1R4
T4R1	T1R2	T3R1	T4R2
T3R4	T1R1	T2R1	T3R3
T1R3	T3R2	T4R3	T2R4



Figura 10. Distribución de tratamientos y repeticiones del experimento

Foto: Gabriel Gálvez

2.7.2.D Tratamiento del sustrato

Al sustrato se le aplicaron las mismas dosis de EM's, la dosis por aplicación por unidad experimental fue de 30 mililitros de EM's activado disuelto en 200 mililitros de agua, pero en diferentes número de aplicaciones, las aplicaciones se realizaron en cajas de plástico calado, de 50 cm de largo, por 35 cm de ancho y 30 cm de alto, aproximadamente 0.053 metros cúbicos, el uso efectivo de las cajas quedó en 0.0301 metros cúbicos. Las aplicaciones se hicieron desde la primera semana que se establecieron los desechos de destace avícola en las cajas, hasta la cuarta semana del establecimiento de las unidades experimentales. Las aplicaciones de EM's se realizaron con bomba de mochila, para que el contacto de la solución con el sustrato fuera homogéneo, se le dio vuelta al sustrato al momento de realizar las aplicaciones. Se aplicó la solución de EM's hasta que estuviera húmeda la materia orgánica a tratar.



Figura 11. Desechos de destace avícola

Foto: Gabriel Gálvez

2.7.2.E Preparación del sustrato

La relación de materiales, estiércol/desechos de destace, que se utilizó para la elaboración del sustrato fue de 2:1.

Para elaborar el sustrato se colocó una capa de desechos de destace tratados al fondo de la caja y luego una capa de estiércol sobre esta, al final se colocó una última capa de desechos de destace. El estiércol tenía 40 días de fermentación para evitar altas temperaturas. El sustrato se preparó en las mismas cajas que se utilizaron para la aplicación de los tratamientos.



Figura 12. Preparación del sustrato con desechos de destace avícola y estiércol bovino.

Foto: Gabriel Gálvez

2.7.2.F Prueba Letal 50

La prueba para determinar si el estado de descomposición del sustrato así como las condiciones de humedad, temperatura y pH son las adecuadas para alimentar las lombrices, se realizó luego de finalizar los tratamientos, aproximadamente 35 días después, se realizó usando una caja forrada de plástico de aproximadamente 30 cm de largo por 30 cm de ancho y 15 cm de alto, en esta se colocó una muestra tomada de los sustratos de cada tratamiento hasta completar 10 cm de espesor y se colocaron 50 lombrices agrupadas en el centro de la caja. Luego de colocar las lombrices, la caja se tapó con plástico negro. Luego de 24 horas se destapó la caja y se contaron cuantas lombrices se encontraban con vida en la caja.

2.7.3 Modelo estadístico

2.7.3.A Diseño completamente al azar

Los tratamientos se asignaron en forma completamente al azar a las unidades experimentales. Se escogió el diseño completamente al azar ya que todas las unidades experimentales se encontraban bajo las mismas condiciones ambientales, ya que se realizó en una galera cerrada (García, 2003)

2.7.3.B Variables respuesta

2.7.3. *Ba Prueba DL50*

Esta variable se midió luego de 30 días de haber iniciado el experimento. Se realizó la prueba en cada tratamiento, tomando una muestra de cada repetición para tener una muestra representativa del tratamiento. El indicador de la prueba DL50 fue el número de lombrices vivas que se encontraban en las cajas de prueba.

2.7.3. Bb Tiempo de compostaje

Se midió el tiempo que tardó cada tratamiento en tener condiciones adecuadas para poder ser consumido por las lombrices. Otras características que se observaron para medir el tiempo de compostaje fueron color del compostaje, olor de este y consistencia de los componentes.

2.7.3. Bc Elementos contenidos en el compost

Se realizó un análisis del compost para obtener los nutrientes contenidos en él y poder compararlo con compost hecho a base de otros materiales.

2.7.3. Bd. Costos parciales de producción

Se realizó un análisis económico para determinar los tratamientos más adecuados económicamente, las variables respuesta de costos parciales son variables cuantitativas continuas.

2.7.3. B.eAcidez

El pH se midió al final de los tratamientos, luego de 30 días, se midió en cada unidad experimental, se tomaron pequeñas muestras por repetición y se dejaron en agua a una relación sustrato: agua 1:5 en volumen (Castrillón, 2006)

Las variables de respuesta como lo son la prueba DL50, pH y tiempo de compostaje (se midió en días como un total) son variables cuantitativas discretas.

2.7.4 Análisis de la información

2.7.4.A Análisis estadístico

Se realizó un Análisis de varianza para determinar si dos o más tratamientos son similares en cuanto al nivel de acidez obtenido al finalizar las aplicaciones de EM's de cada tratamiento, para observar si existe diferencia significativa entre éstos se efectuó el Análisis de varianza y Tukey, para los tratamientos que presentaran diferencias significativas (García, 2003)

2.7.4.B Análisis del compost

Luego de realizar el composteo se tomó una muestra de 2 libras de compost al cual se le realizó un análisis de elementos contenidos en él, tanto de elementos mayores y menores así como de materia orgánica y pH.

La muestra de compost estuvo compuesta por submuestras de cada unidad experimental de los tratamientos con microorganismos eficientes con la finalidad de obtener una muestra representativa del abono.

Este análisis tuvo el fin de evaluar las propiedades del abono elaborado a partir de desechos de destace avícola degradados con EM's.

2.7.4.C Análisis económico

Se realizó un registro de costos de establecimiento, costo de producto aplicado y producción, para determinar cuál de los tratamientos presenta menor costo final al momento de elaborar abono orgánico. El análisis económico diferenció cual de los tratamientos es más factible seleccionar en función del costo más bajo, si no existe diferencia significativa en el tiempo y calidad de degradación de éstos.

Se elaboró un presupuesto parcial, considerando costos que variaron entre tratamientos. Para el costo de aplicación de la solución de los microorganismos eficientes se determinaron los costos variables (CV) para los tratamientos, incluyendo en éste los costos del producto aplicado (CP), costos de aplicación (CA) (Martínez, 2005)

$$CV = CP + CA$$

El Costo Total (CT) por tratamiento se determinó al sumar los Costos Fijos (CF) más los Costos que Varían (CV), siendo los Costos Fijos todos aquellos gastos que fueron los mismos por tratamiento.

$$CT = CF + CV$$

2.8 RESULTADOS

2.8.1 PRUEBA LETAL 50 Lombricultura, PL50

La Prueba Letal 50 se realizó para garantizar la supervivencia de las lombrices al momento que éstas se alimentaran del sustrato elaborado a partir de estiércol bovino y desechos de destace avícola.

La Prueba se realizó a los treinta días de haberse iniciado las aplicaciones con microorganismos eficientes a los tratamientos. Luego de depositar las submuestras tomadas de cada repetición por tratamiento, se colocaron en las cajas 50 lombrices Coqueta Roja de edad adulta y se taparon con plástico negro durante 24 horas. Al terminar el tiempo de espera se vació el compost muestreado conteniendo las lombrices, en un plástico de color transparente y se procedió a contar el número de lombrices que se encontraron vivas. Este procedimiento se realizó en los cuatro tratamientos del experimento.

Cuadro 10. Efectos obtenidos por la alimentación con sustrato de desechos de destace avícola en Coqueta roja.

Tratamiento	Cantidad de lombrices	Lombrices vivas	Lombrices muertas	Resultado de la prueba
Tratamiento 1	50	0	50	Sustrato no adecuado
Tratamiento 2	50	1	49	Sustrato no adecuado
Tratamiento 3	50	0	50	Sustrato no adecuado
Tratamiento 4	50	0	50	Sustrato no adecuado

Como se puede observar en el cuadro anterior la Prueba Letal 50 dio como resultado que el sustrato tratado con EM's bajo ninguno de los tratamientos es adecuado para la alimentación de lombrices *E. foetida*. Esto quiere decir que el compost creado a partir de desechos de destace avícola no era apto para alimento de las lombrices.

Luego de conocer que el sustrato creado para alimento de lombrices no era apto para éstas, se decidió compostar el sustrato por 30 días más, luego de este tiempo se practicó nuevamente la prueba letal 50 obteniendo el mismo resultado, el sustrato elaborado tampoco era apto para alimento de las lombrices.

El compost creado no es apto para la lombriz Coqueta roja, no porque los microorganismos eficientes le hagan algún daño a ésta, ya que el Tratamiento 1 que no incluye aplicación de microorganismos eficientes tampoco fue adecuado como alimento, lo que comprueba que no es la aplicación de los EM's lo que afecta a la lombriz.



Figura 13. Contenedor plástico con muestra de sustrato elaborado a partir de desechos de destace para realizar la prueba letal 50

Foto: Gabriel Gálvez

2.8.2 Variación del pH en los tratamientos

Al finalizar los 35 días de compostaje y tratamiento de los desechos de destace avícola con microorganismos eficientes se midió el pH. El valor de pH entre Tratamientos no varió significativamente, tanto en los tratamientos con aplicaciones de EM's así como en el testigo que no tenía aplicación alguna.

Cuadro 11. Valores de pH obtenidos en cada tratamiento

Tratamiento	Repetición	pH
Tratamiento 1	1	7
Tratamiento 1	2	7
Tratamiento 1	3	8
Tratamiento 1	4	7
Tratamiento 2	1	6
Tratamiento 2	2	6
Tratamiento 2	3	7
Tratamiento 2	4	6
Tratamiento 3	1	5
Tratamiento 3	2	7
Tratamiento 3	3	5
Tratamiento 3	4	6
Tratamiento 4	1	6
Tratamiento 4	2	5
Tratamiento 4	3	6
Tratamiento 4	4	6

Cuadro 12. Valores obtenidos del análisis de varianza para la variable pH de los tratamientos, para la producción de sustrato para alimento de lombriz.

F.V.	SC	gl.	CM	F	F- tabulada	p-valor
Tratamiento	0.5	3	0.17	0.8	3.49	0.5174
Error	2.5	12	0.21			
Total	3	15				

Como se puede observar en el cuadro de análisis de varianza el valor de F es menor al valor de F tabulada lo que quiere decir que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, incluyendo el testigo.

Se puede inferir que los tratamientos aplicados a los desechos de destace avícola no afectan significativamente el valor final de pH. El tratamiento 1, testigo, presenta valores semejantes de pH a los tratamientos con aplicaciones de EM's.

Los tratamientos al presentar valores de pH cercanos a neutro y ligeramente ácidos muestran alto grado de degradación o maduración de los componentes del sustrato, se esperaba que el tratamiento testigo presentara valores de pH significativamente diferentes ya que al no tener aplicaciones de EM's iba a presentar degradación más lenta de los desechos avícolas y por lo tanto iba a encontrarse en una etapa de degradación inferior a la presentada por los sustratos con aplicaciones de EM's, sin embargo la degradación de los desechos fue similar en todos los tratamientos (Castrillón, 2006)

Durante el proceso de aplicación de microorganismos eficientes a los tratamientos se pudo observar, aproximadamente al finalizar la tercer semana de aplicación, la aparición de hongos, tanto en los sustratos con aplicaciones de EM's así como en el sustrato que no tenía ningún tratamiento, por lo que se deduce que no son del tipo de hongos que contienen los EM's sino que son hongos que se encuentran en el ambiente.

Estos hongos también se encontraron en los lugares de destace. La aparición de estos en el sustrato a descomponer, se puede justificar ya que las plumas fueron obtenidas de dos lugares en el caserío Pachalí donde el destace avícola es frecuente, y debido a que el lugar donde se realizó el experimento se encuentra próximo al basurero clandestino de el caserío el cual es un gran foco de contaminación (Mitola, 2001)



Figura 14. Presencia del hongo queratinolítico en los desechos de destace avícola

Foto: Gabriel Gálvez

2.8.3 Análisis de abono orgánico

Luego de finalizar los tratamientos con los microorganismos eficientes y de compostar los desechos avícolas tratados con estiércol bovino durante 30 días, sin la acción de las lombrices, se tomaron submuestras de repeticiones de tratamientos y se llevaron al Laboratorio de Suelos y Nutrición Mineral, ANALAB de ANACAFE para la determinación de nutrientes del abono orgánico.

Los resultados se muestran a continuación

Cuadro 13. Valores obtenidos del análisis de nutrientes en el compost

			Referencia
	pH	6.4	6.5 a 7.3 Neutral
	C/N	7.26	9-11 Buena
%	C.O.	35	
	M.O.	64	80% en suelos orgánicos
	Ceniza	36	
	K ₂ O	4.93	3-7% Fertilidad alta
	N	4.9	menores a 1% alto
	P ₂ O ₅	1.35	0.00025% alto
	S	2.2	1% en suelos orgánicos
	CaO	1.36	0.4% alto
	MgO	1.08	0.1-4%
ppm	Cobre	13.4	0.8- 1.0 alto
	Hierro	1076	4.6-10 alto
	Manganeso	101	2.1-4.0 alto
	Zinc	199.1	1.1-2.0 alto

2.8.3.A Concentración de elementos en el compost

Acidez

El compost final presenta un pH que se interpreta como ligeramente ácido, la mayoría de nutrientes necesarios para las plantas se encuentran asimilables para estas en pH ligeramente ácidos. El pH ligeramente ácido o cercano a la neutralidad demuestra una posible madurez del abono orgánico elaborado.

Relación C/N

La relación carbono/nitrógeno se encuentra ligeramente por debajo del rango normal a pesar de haber iniciado los tratamientos con una correcta relación de 25:1 la cual es adecuada en el inicio de una compostera, la baja relación de C/N es indicador de la madurez del compost realizado, también indica un alto contenido de nitrógeno, la relación carbono nitrógeno es

buena, ya que a valores altos, relaciones mayores de 40 ó 50 a 1, se impiden el desarrollo acelerado de la población microbiana, haciendo el proceso lento (Estructuplan, 2000)

Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica es bastante alto, (64%) el alto porcentaje de Materia orgánica tiene efecto positivo sobre la fertilidad del abono, así como del suelo donde será aplicado, ya que interviene directamente en características físicas y químicas de los suelos, así como mejorar las condiciones para la micro flora y fauna del suelo.

Calcio

El aporte de calcio por parte del compost es alto, 1.36%, mayor a 0.4% el cual es el rango mayor que se encuentra en muchos suelos.

Potasio

El porcentaje de potasio que presenta el compost se encuentra por encima de los porcentajes de potasio presentado por lombricomposts, el lombricompost presenta concentraciones menores de 1.1%. El porcentaje que presenta el compost elaborado a partir de desechos avícolas se encuentra en el rango de la mayoría de suelos, de 3-7% y es superior a los requerimientos de algunos cultivos como el del café (Salamanca, 1999).

Magnesio

El contenido de magnesio puede indicarse como alto ya que de cada 100 libras de compost estaremos aportando 1 libra de magnesio, sobrepasando los niveles adecuados de concentración en el suelo. El rango alto en el suelo se encuentra entre 0.1 y 4%.

Nitrógeno

La cantidad de nitrógeno que aporta el compost elaborado, es significativamente alta, considerando que los niveles altos del suelo inician en 0.18%, y el porcentaje que presentan la mayoría de compost en el mercado se encuentran en porcentajes menores del 3.5%. La alta concentración de nitrógeno se debe en parte al aporte de este elemento de parte del

estiércol bovino y de algunos desechos de destace, como vísceras y piel. El compost elaborado a partir de desechos de destace presenta un valor de nitrógeno mayor que el presentado por algunos lombricomposts que presentan regularmente un 3%(Salamancas, 1999).

Fósforo

La cantidad de fósforo aportado por el compost es alta, 1.35%, en relación a algunos abonos orgánicos, los cuales presentan valores de 0.4-0.5%.

Cobre

Los niveles de cobre que presenta el compost, son niveles altos para algunos cultivos como lo es el cultivo del café, y los pastos y forrajes que necesitan valores menores de 1ppm en su fertilización, es uno de los pocos elementos que se encuentra en menor proporción que los encontrados en lombricompost (Salamancas, 1999).

Hierro

Se puede observar que los niveles de hierro que aporta el compost son niveles bastantes altos, sobrepasan los requerimientos de algunos cultivos como el cultivo de café y la mayoría de hortalizas que tienen un requerimiento máximo de 300ppm durante todo el ciclo de vida. La alta cantidad de hierro puede llegar a limitar hasta cierto punto la disponibilidad del fósforo, debido a su baja concentración en el compost.

Zinc

El nivel de zinc es uno de los niveles que se encuentran más altos en el análisis, el nivel adecuado para una planta es de 20ppm, esto demuestra que el compost elaborado a partir de desechos de destace avícola como un compost alto en zinc para muchos cultivos.

Azufre

El compost elaborado a partir de desechos de destace avícola, presentó alto porcentaje de azufre en el análisis, esto se debe al alto porcentaje de azufre contenido en la queratina que forma las plumas de las aves.

El compost presenta 2.2 por ciento de azufre, esto quiere decir que cada 100 libras de compost contienen aproximadamente 2 libras de azufre, este contenido es alto si se considera que 40 ppm de azufre es considerado un nivel alto en el suelo y que los cultivos culturales que mayor cantidad de azufre absorben del suelo, no absorben más de 40 kilogramos por hectárea.

El azufre juega un papel importante en la nutrición de los cultivos, constituyendo tres aminoácidos importantes que intervienen en la formación de proteínas, formación de azúcares, síntesis de grasas y aceites (Colacelli, 1999).

Algunos efectos favorables que se logran al incluir un fertilizante con alto contenido de azufre son los siguientes:

- Mayor uniformidad y calidad de hortalizas.

- Incremento en la resistencia al frío.

- Incremento en la tolerancia a la sequía.

- Aumento en la descomposición de residuos vegetales (Colacelli, 1999).

Como se observó anteriormente el compost elaborado a partir de desechos de destace avícola presenta gran cantidad de nutrientes, especialmente de Potasio, Nitrógeno, Hierro, Zinc y Azufre. Por otro lado tiene un pH bastante adecuado para la disponibilidad de varios micronutrientes y buen contenido de materia orgánica, esto crea condiciones adecuadas para el crecimiento de los cultivos y desarrollo de micro flora y fauna en el suelo.

2.8.3.B Aspectos físicos

El compost final elaborado posee color oscuro, el porcentaje de materia orgánica del que se partió es reducido, aún se pueden observar pequeños restos de raquis de pluma pero son mínimos y se desintegran fácilmente. El volumen del que se partió inicialmente se redujo aproximadamente en un 40%.

El olor que presenta el compost es bastante parecido al de tierra negra, diferente al olor presentado al inicio de los tratamientos, el cual era un olor bastante fuerte a desechos descompuestos en mal estado, tanto el olor como la presencia de moscas se vio reducido en gran medida por la aplicación de los EM's.

2.8.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

Se contabilizaron los costos para la producción de un metro cúbico y diez metros cúbicos de compost a base de estiércol y desechos de destace avícola, para tener una mejor idea de los costos de producción al momento de realizar la elaboración de abono de forma comercial. Los costos se realizaron haciendo una relación con los datos obtenidos con los tratamientos del experimento.

El tratamiento 1 es el que presenta menor costo de producción ya que para su elaboración únicamente se invierten gastos fijos como lo fueron, tiempo de riego y volteo del sustrato y costo de los materiales a emplear para la elaboración del compost. El tratamiento 4 presenta los mayores costos de producción ya que en él se incrementan los costos de los Microorganismos eficientes debido que es el que mayor cantidad de aplicación de EM's lleva.

En el cuadro 14 se puede observar los costos del producto por tratamiento así como los costos de aplicación del producto por tratamiento, teniendo en cuenta que el tratamiento uno no presentó ninguna aplicación, el tratamiento dos tuvo 4 aplicaciones, el tratamiento tres tuvo 8 aplicaciones y el tratamiento cinco contó con 12 aplicaciones.

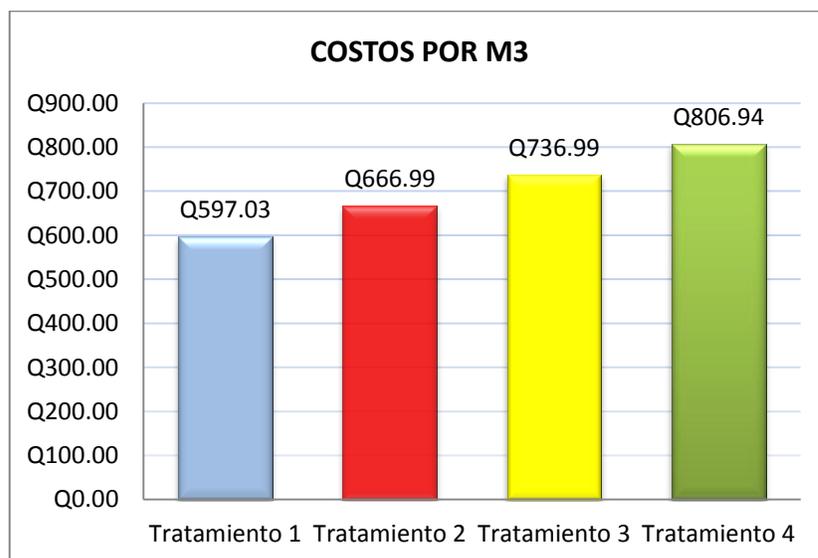
Cuadro 14. Costo de producción por un m3

TRATAMIENTO	POR 1 M3			
	COSTO PRODUCTO	COSTO APLICACIÓN	COSTO FIJO	COSTOS POR M3
Tratamiento 1	0.00	0.00	597.03	Q597.03
Tratamiento 2	15.94	54.02	597.03	Q666.99
Tratamiento 3	31.89	108.05	597.03	Q736.97
Tratamiento 4	47.84	162.07	597.03	Q806.94

Como se puede observar en el cuadro anterior los costos van aumentando proporcionalmente con los tratamientos ya que se aumenta la cantidad de aplicaciones de EM's lo que equivale a mayor costo de producto así como mayor costo de aplicación en tiempo de riego y volteo. El tratamiento 4 tiene un aumento de Q209.91 por metro cúbico, respecto al tratamiento testigo ya que en el testigo no se aplican microorganismos eficientes por lo que no hay costo de producto.

A continuación se muestra una gráfica para tener una mejor idea de los costos de producción en un metro cúbico de abono.

Cuadro 15. Costos de producción para 1 m3 de compost



Como se puede observar en el tratamiento 4 el costo para obtener un metro cúbico de compost elaborado a partir de estiércol bovino con desechos de destace avícola y tratamiento con EM's tiene un costo de producción de Q806.94. Haciendo una relación por diez metros cúbicos, teniendo en cuenta que aproximadamente diez metros cúbicos pesan 165 quintales, da un valor aproximado de Q49 por quintal de compost producido.

Actualmente el precio de un quintal producido de lombricompost cuesta aproximadamente cuarenta quetzales, si se compara con el precio del compost elaborado, el precio del compost de desechos avícolas es más caro, pero contiene mayor cantidad de nutrientes.

2.9. CONCLUSIONES

1. Los resultados de la Prueba Letal 50 para lombrices muestran que el alimento no es apto para las lombrices, tanto en los sustratos elaborados con tratamientos de EM's así como en el sustrato testigo a relación 2:1, el sustrato debería contener una mayor proporción de estiércol, (relación de 20 a 25:1) para contrarrestar los posibles químicos contenidos en las plumas de destace avícola. Por lo tanto el sustrato elaborado en proporción estiércol/desechos de destace avícola de 2:1 no es apto para suministrar como alimento a las coquetas rojas (*Eisenia foetida*).
2. Al finalizar el experimento, todos los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas. El nivel de acidez actúa como un indicador de la actividad microbiana en los desechos y como un indicador de madurez del proceso de degradación, se pudo observar que todos los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas en cuanto al nivel de acidez, por lo tanto se concluye que los microorganismos eficientes no aceleran la degradación de desechos de destace avícola, esto puede deberse a que los desechos de destace avícola son inoculados por microorganismos que se encuentran en los desechos avícolas de forma natural y no es necesaria la inoculación con microorganismos eficientes.
3. El tiempo de degradación de los desechos de destace avícola de los tratamientos con EM's y el tiempo de degradación de los mismos con el testigo fue el mismo. Se observó que el tiempo de descomposición de los desechos de destace avícola en el tratamiento testigo es el mismo que en los tratamientos con EM's, se puede concluir que los microorganismos eficientes no aceleran la descomposición de los desechos de destace avícola. Por lo que el costo de producción de compost con microorganismos eficientes no es rentable y/o justificado.
4. El análisis de nutrientes en el compost final, muestra alto contenido de nutrientes minerales, tanto macro nutrientes como micro nutrientes, resaltando el contenido de azufre que posee el compost, el cual se debe a que este elemento forma en un 14% la

queratina, de las plumas de las aves, se puede observar el pH ligeramente ácido que tienen los tratamientos, así como alto porcentaje de materia orgánica. La relación carbono/nitrógeno se presenta levemente baja pero entre el rango correcto, presenta buenas características tanto químicas como físicas y es apto para la aplicación en cultivos tanto anuales como perennes.

5. Las hipótesis propuestas se pueden rechazar, ya que la mayor frecuencia de aplicación de microorganismos eficientes no produce degradación más rápida en los desechos de destace avícola. En cuanto a la segunda hipótesis se puede concluir que el sustrato elaborado con desechos de destace avícola y aplicaciones de microorganismos eficientes no era apto para usarse como alimento para *E. foetida*.

2.10. RECOMENDACIONES

1. El sustrato elaborado a partir de desechos de destace avícola y estiércol bovino en una proporción de 2:1, no es apto para ser utilizado como alimento para la *Coqueta roja*, ya que estas mueren al ingerir o entrar en contacto con el sustrato, no se recomienda la utilización de desechos de destace avícola para la elaboración de sustrato con estiércol bovino a proporción de 2:1.

Se recomienda investigar una mejor proporción de estiércol: desechos de aves (20-25:1) para evaluar si al modificar la proporción el sustrato se vuelve tolerante para las lombrices.

2. Se recomienda la elaboración de abono orgánico a partir de desechos avícolas por el alto contenido de nutrientes que presenta, tanto macro como micro nutrientes, resaltando el alto contenido de azufre y nitrógeno. Estos se pueden descomponer a través de composteras correctamente manejadas sin necesidad de la aplicación de ningún agente acelerador para su tratamiento.
3. Por su alto contenido de nitrógeno y de azufre, el compost elaborado se puede utilizar en cultivos con altos requerimientos de azufre como lo son las leguminosas y brassicas, cultivos con requerimientos moderados que pueden ser desde la caña de azúcar, el café, pastos hasta cereales forrajeros y cereales de granos.
4. Se recomienda realizar una evaluación con desechos de destace de aves de patio ya que estas son criadas culturalmente, sin la utilización de agentes químicos que pueden afectar el desarrollo de las lombrices, las gallinas de patio al no utilizar vacunas, hormonas de crecimiento, su consistencia es diferente a las de granja, esta evaluación ayudaría a comprobar que son los residuos veterinarios los intolerables para las

lombrices, utilizando una mayor relación estiércol/desechos de destace avícola que la utilizada.

2.11. BIBLIOGRAFIA

1. Arévalo, G; Castellanos, M; Cruz, EA. 2008. Interpretación de los resultados de un análisis de suelo (slideshare). US, Slideshare. Consultado 23 set 2008. Disponible en www.slideshare.net/myfert2010/interpretación20de20los20resultados20de20un20análisis20de20suelo#text-version.
2. Bioquímica y microbiología industrial. US. 2005. Bacteria fototrófica, ácido láctica (en línea) Florida, US. Prentice Hall. Consultado el 10 abr 2008. Disponible en: <http://html.rincondelvago.com/microorganismos-eficientes.html>
3. Cariello, ME; Castañeda, L; Riobo, I; González, J. Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. Argentina. Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Ingeniería. p. 26-37.
4. Castrillón, O; Bedoya, O; Montoya, D. 2006. Efecto del pH sobre el crecimiento de microorganismos durante la etapa de maduración en pilas estáticas de compost. Colombia. Universidad de Antioquía. p. 87-98.
5. CAIS (Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber, GT); INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, GT). 2007. Manual de lombricultura. Guatemala. 56p
6. Colacelli, N. 1999. Suelos: el azufre como nutriente para las plantas. Universidad Nacional de Tucumán. (en línea). Argentina, Universidad Nacional de Tucumán. Consultado el 31 Jul 2010. Disponible en: http://www.produccion.com.ar/1999/99jul_10.htm.
7. Cooperband, L. 2008. Biología del compostaje. US. Universidad de Wisconsin-Madison. Departamento de Ciencias de Suelo. 32 p.
8. Cruz de la J.R. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. 1982 Guatemala. Ministerio de Agricultura y alimentación. Instituto Nacional Forestal. Dirección General de Servicios Agrícolas. 42. P
9. Estrucplan. 2000. Relación carbono nitrógeno (en línea). Consultado 10 abr 2008. Disponible en <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=433>.
10. Franco, K. 2008. Microorganismos eficientes (entrevista). Guatemala. EMTEC
11. Fundación de asesorías para el sector rural. 2003. Compostaje con EMS (en línea). Consultado 6 abr de 2008. Disponible en <http://www.fundases.com/p/pub-compostaje03.html>

12. García Cué, JL; Márquez, MJ. 2003. Estadística en línea: análisis de diseños experimentales básicos (en línea). México, FES Zaragoza. Consultado 9 abr 2008. Disponible en: <http://colposfes.z.galeon.com/est501/dca/dca.htm>
13. Higa, Dr. Teruo. (1994) EM Research organization. (en línea) Consultado 18 may 2008. Disponible en: <http://emrojapan.com/howemworks.php>
14. López Bautista, EA. 2008. Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en Agronomía. Guatemala. USAC. Facultad de Agronomía. 163 p.
15. Manual de lombricultura. Microorganismos eficientes (en línea). Consultado 9 abr 2008. Disponible en <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/13927.html>.
16. Martínez Solís, AR. 2005. Evaluación de diferentes sustratos, empleando la técnica de tubete para producir plántulas de café (*coffea arábica l.*) Var. Catuaí, en etapa de vivero, finca Monte María, San Juan Alotenango, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala. USAC. Facultad de Agronomía. 67
17. Microemprendimientos. 2004. Humus de lombriz o Vermicompost (en línea). Consultado 8 abr 2008. Disponible en: http://www.agrobit.com/microemprendimientos/cria_animales/lombricultura/MI000006lo.htm.
18. Mitola, G; Escalona, F; Ledesma, A. 2001. Queratinolisis causada por hongos no dermatofitos aislados de una tenería y un matadero en Maracaibo, Venezuela, revisión de la expresión morfológica. Venezuela. Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias. 22 p.
19. Okumoto, Shuichi. Lombricultura. Universidad EARTH Costa Rica. (en línea) Consultado 20 may 2008. Disponible en: es.scribd.com/doc/53691714/versión-electronic-a-memoria
20. Reátegui, K; Zenteno, H; Hernández, C; Quirós, L. 2006. Evaluación del sistema de producción de em-compost utilizando aireación forzada y residuos de banano. Guácimo, Limón, Costa Rica. Universidad EARTH. p. 169-175.
21. Salamancas, R. 1999. Suelos y fertilizantes. Santa fe de Bogotá. Ediciones USTA. 345 p.
22. Sanzo, C De. 2007. Preguntas frecuentes sobre lombricultura: lombrices rojas californianas (en línea). Argentina. Consultado 17 may 2008. Disponible en: <http://www.lombricesrojas.com.ar/libro/consumo.htm>
23. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducida por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000p.

24. Wikipedia. 2003. Dosis letal (en línea). Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/DL50>. Consultado 6 abr 2008.
25. _____2007. Generalidades sobre la pluma (en línea). España. Consultado 8 abr 2008. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pluma>.

CAPITULO 3

**INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN EL CENTRO DE APRENDIZAJE E
INTERCAMBIO DE SABER, -CAIS/INCAP-, PACHALÍ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,
GUATEMALA**

3.1. PRESENTACIÓN

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala se proyecta en diferentes comunidades e instituciones del país a través del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- el cual a lo largo de diez meses los estudiantes se desempeñan en tres áreas de trabajo que son: el diagnóstico, los servicios y la investigación.

Dentro del EPS, se desarrollaron una serie de servicios en el Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber, -CAIS/INCAP- en el caserío Pachalí del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, a través de diversas actividades relacionadas a la agricultura, como lo son las ecotecnias, cultivos bajo protección, cultivos al aire libre, agricultura orgánica y capacitaciones en ecotecnologías para el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria. Los objetivos comprendían solucionar los diferentes problemas que había en el CAIS así como participar en las actividades diarias de éste, obteniendo y recabando información, todo esto enfocado a la seguridad alimentaria y nutricional y desarrollo de ecotecnologías.

Dentro de los logros obtenidos con el desarrollo de los servicios se puede mencionar, la creación de programas de cursos para realizar en el CAIS, la elaboración y mejoramiento de diversas ecotecnologías como un ahumador, un deshidratador solar indirecto, riego por goteo artesanal, bomba de mecate, entre otros. Por otro lado se propuso un plan de siembra y manejo fitosanitario para una granja integral autosuficiente, así como la elaboración de diferentes insecticidas, fungicidas y fertilizantes orgánicos. Uno de los servicios más importante que se realizó fue la creación de un huerto medicinal el cual sirve como fuente de semillas y plantas para la propagación de plantas medicinales para el caserío Pachalí.

Al realizar el diagnóstico del CAIS se conocen algunas limitaciones que presenta la institución, por lo que se hace necesaria la implementación de servicios o prácticas que contribuyan al desarrollo del mismo.

A continuación se realiza una descripción de los servicios prestados en el Centro durante la duración del EPS.

3.2 SERVICIO 1

PROPUESTA DE PRESUPUESTO PARA LA RESTAURACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS INVERNADEROS EN EL CAIS

3.2.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL SERVICIO

Los invernaderos que se encuentran en el Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber, CAIS/INCAP tienen varios años de haber sido construidos por lo que su estructura y diseño no son los más recomendados para el cultivo de hortalizas a gran densidad.

La estructura de los invernaderos es a base de madera sin un tratamiento químico o impermeabilizante lo que causa que se pudra o quiebre fácilmente con el paso de los meses. La dirección que tienen los invernaderos es en contra del viento, de cara al Este, esto los hace vulnerables a los fuertes vientos que hay en el CAIS.

No existe un plan de mantenimiento que haga a los invernaderos más durables o resistentes y de esta forma aumentar su vida útil.

Las plagas y enfermedades representan los mayores costos de producción de las principales hortalizas de la región (tomate y chile), al reducir la incidencia de plagas y enfermedades los costos de producción disminuirían y la producción aumentaría debido a que la planta no sería afectada por los fitopatógenos.

El invernadero es de las mejores estructuras para proteger cultivos de plagas y enfermedades al crear una barrera material alrededor de la siembra.

Los costos de implementación de los invernaderos son bastante altos pero se justifican con la reducción de costos de producción y mano de obra, además los invernaderos modernos tienen gran durabilidad.

3.2.2 MARCO TEÓRICO

Cada vez más los invernaderos forman parte de procesos productivos que involucren a especies vegetales; tanto en grandes empresas como en el hogar para producción de hortalizas para el autoconsumo.

Hasta hace un tiempo, los invernaderos eran una práctica costosa, que solo se justificaba para cultivos muy valiosos. Hoy, gracias a la existencia en el mercado de nuevos materiales, los invernaderos constituyen una herramienta útil y económica con la cual es posible prolongar los períodos de crecimiento de las plantas en general.

3.2.4.A ¿Para qué sirve un invernadero?

Un invernadero es una construcción especial que sirve para crear y mantener las condiciones ambientales apropiadas para el cultivo de especies vegetales; sean verduras, plantas ornamentales o pilones para forestación.

3.2.4.B ¿En qué consiste?

Los invernaderos consisten en una estructura simple, con una cobertura transparente a la luz y que a su vez ofrece protección contra algunos factores agresivos del clima, (p.ej. viento, lluvias, bajas temperaturas) que afectan la vida de las plantas (Schinelli, 2004).

3.2.4.C La estructura

Puede estar constituida por diversos materiales, los más comunes son el metal y la madera.

Actualmente, el costo entre estos dos materiales mantiene una relación de 3:1, es decir que una estructura de metal cuesta tres veces más que una de madera.

Con respecto a la vida útil de estas estructuras, la de metal está estimada en 25 años, con un pequeño mantenimiento cada tres años; mientras que en madera podemos esperar una duración de 5, con mantenimiento cada 2 años.

3.2.4.D La cobertura

Es el elemento que ejerce la verdadera protección del cultivo, porque si bien permite el paso de la luz y el calor, constituye una barrera para el frío, el viento, y cualquier otra condición climática y de organismos biológicos como lo son plagas y enfermedades, que no favorezca el buen desarrollo de las plantas.

La cobertura debe cumplir los siguientes requisitos fundamentales:

- Resistencia física.
- Duración suficiente para que su utilización sea rentable.
- Máxima transparencia a la radiación de onda corta, que es la luz solar que se recibe durante el día.

Esta última característica es la que conducen a que la temperatura del interior sea superior a la del exterior.

Los materiales más comunes utilizados como cobertura son el plástico y el vidrio, cada uno con sus ventajas y sus limitaciones.

El plástico puede ser:

1. El plástico rígido (policarbonatos, PVC, etc.) se utiliza por lo general con estructuras metálicas. Tienen un costo elevado.
2. El plástico flexible (polietileno), es el más difundido debido a su menor costo y amplias variedades existentes en el mercado. Se utiliza por lo general con estructuras de madera.

Por otro lado el vidrio tiene una muy larga duración debido a que no se desgasta, pero es el material más caro (Schinelli, 2004).

3.2.4.E Ubicación

Para elegir el lugar donde construir un invernadero debemos tener en cuenta:

- Exposición al sol y duración del fotoperíodo.
- Vientos predominantes, debemos lograr la exposición mínima.
- Suelo con profundidad efectiva apta para producción de pilones.
- Área libre de anegamientos (inundaciones) estacionales.
- Accesibilidad vehicular.
- Cercanía a fuente de agua y energía eléctrica.

3.2.4.F Orientación

Uno de los factores que más incide en la producción de cualquier especie vegetal es la luz, por lo que debemos procurar que ésta llegue lo mejor posible al invernadero. La orientación del mismo hará que los rayos solares penetren en mayor o menor grado. La orientación más conveniente es ESTE – OESTE, o sea el lado más largo del invernadero mire hacia el NORTE.

Otro factor a tener en cuenta al decidir la orientación del invernadero es el viento.

Como mencionáramos anteriormente al hablar de la ubicación, debemos intentar tener una mínima exposición a los vientos predominantes. El viento fuerte trae el peligro de daño tanto en la estructura como en el material de la cubierta. Lo ideal es que el invernadero presente la menor resistencia posible, esto se logra orientando el invernadero con su lado más largo en la misma dirección que el viento o bien, en diagonal (Schinelli, 2004).



3.2.4.G La forma

La forma del invernadero se elige en función de:

- Los materiales que se utilizaran para su construcción.
- La mayor comodidad para la instalación de ventilación.
- El volumen de aire que quede en el interior. (Lo ideal es mantener una relación de 3 m^3 de aire/ 1 m^2 de superficie cubierta, con lo que se puede garantizar que el aire del interior amortiguará mejor los cambios de temperatura).

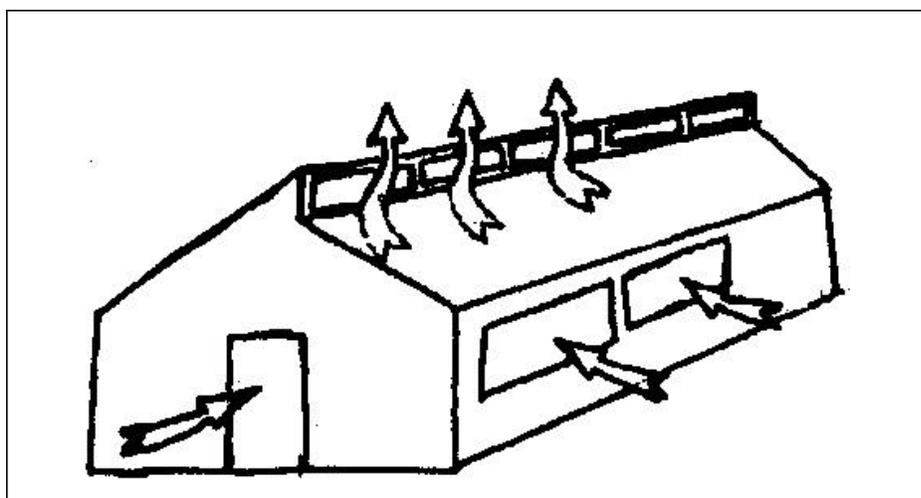
3.2.4.H El tamaño

- La superficie cubierta se determina calculando la superficie que se necesitará para el cultivo.

3.2.4.I La ventilación

- La ventilación es un aspecto básico a tener en cuenta para el manejo de ambientes controlados. Esto se debe a que no sólo es el método más económico de refrigerar un invernadero sino que regula también la humedad del aire y favorece la renovación de dióxido de carbono.
- El área total de ventilación, incluyendo puertas y ventanas debe ser como mínimo equivalente al 20 % de la superficie cubierta del invernadero.

□□ Para zonas poco ventosas donde pueda dificultarse la ventilación del invernadero es conveniente optar por un sistema de ventilación cenital, ésta consiste la ubicación de las ventanas en la parte más alta del techo para crear un efecto de tiraje en el cual no necesitamos de la acción del viento para lograr la renovación del aire. El aire caliente se concentra en la parte superior del invernáculo, y al abrir las ventanas éste sale, simplemente porque sigue subiendo, y a la vez se crea una succión de aire fresco desde las aberturas de abajo, que ocupa el lugar del aire que está saliendo. De ésta manera, con solo abrir las ventanas cenitales, y las puertas o las ventanas laterales, logramos una renovación constante del aire del invernadero inclusive durante los días totalmente calmos (Schinelli, 2004).



3.2.5. OBJETIVOS

General

Planificar la restauración y mantenimiento de los invernaderos del Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber -CAIS/INCAP-.

Específicos

Observar cuales son los principales daños de los invernaderos del Centro.

Crear un plan de mantenimiento para los invernaderos en el Centro.

Proponer 3 presupuestos de restauración de la infraestructura de los invernaderos del Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber-CAIS/INCAP-.

3.2.6. RESULTADOS

3.2.6.A Daños en invernaderos

Por medio de observación y caminamiento, tanto externo como interno, se pudo hacer un recuento de los principales daños que tienen los invernaderos, los principales son los siguientes:

Plástico del techo dañado, cortado y con agujeros, tanto en el techo como en las paredes, los mismos daños presenta la malla antiviral en las paredes.

La antecámara de los invernaderos no funciona del todo bien, ya que en su interior no presentan limpieza ni orden, el pediluvio no tiene solución desinfectante.

El sistema de riego que se utiliza en los invernaderos es por goteo, la manguera que se utiliza es una manguera de segundo uso, por lo que tiene varios goteros tapados y tiene cortadas por varios lados.

Estos son principalmente los problemas que presentan la mayoría de invernaderos.

3.2.7.B Presupuesto

Se realizaron 2 presupuestos con empresas privadas y se hizo el presupuesto para ser implementado en el Centro.

Empresa Popoyán

Tiene una división para hacer invernaderos de metal colado importado de Israel. La empresa Popoyán debido a la utilización de alta tecnología y de insumos traídos del exterior tiene un tiempo de entrega de 3 a 4 meses desde el día de pedido, ya que los materiales del invernadero son mandados a hacer a Israel.

El costo promedio por metro cuadrado de un invernadero construido con metal colado, plástico uv, sarán antiviral y antecámara con desinfección, tiene un precio promedio de \$40 - \$60 por metro cuadrado.

Inverconstrucciones “Orval”

La empresa “Orval” tiene gran trayectoria en la construcción de invernaderos en Guatemala, utilizan materiales de alta calidad y duración para la construcción de invernaderos, garantizando alta duración, para la estructura del invernadero se utiliza tubos de hierro galvanizado y canaletas especiales en los cuatro costados para incrementar la resistencia contra vientos fuertes.

La empresa “Orval” se compromete en entregar el invernadero armado 30 días después del inicio de actividades. El precio promedio que manejan por metro cuadrado es de \$18 - \$22 por metro cuadrado.

CAIS/INCAP

Los invernaderos del CAIS han sido hechos por el personal del centro, utilizando materiales de la finca como la madera que se aserra en el centro, el plástico así como la malla antiviral es comprada por parte del INCAP. El costo promedio por metro cuadrado es de \$7, el precio por metro cuadrado es bajo debido a que se utilizan materiales de menor calidad y duración como la madera, que se pudre con rapidez.

Sin embargo para una institución como el CAIS/INCAP que no cuenta con recursos económicos grandes para la implementación de invernaderos durables y resistentes, esta es la mejor opción.

3.2.6.B Plan de mantenimiento de invernaderos

El Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber-CAIS/INCAP- cuenta actualmente con 9 invernaderos los cuales se encuentran en condiciones adecuadas para su siembra.

Los invernaderos construidos por el personal del centro y utilizando recursos obtenidos por el centro, tienen una duración promedio de 2 años.

En el Centro no existe un plan de mantenimiento de invernaderos para aumentar la vida útil de éstos y que tanto la estructura como el plástico que lo rodea no se deteriore tan rápido y/o que no sufra condiciones adversas de manejo.

A continuación se propone un plan de mantenimiento

3.2.6.B.a Área cercana al invernadero

El área que rodea las naves debe ser chapeada a ras de suelo por lo menos a 1 metro de distancia de la pared de la nave, esto para evitar contacto del plástico con arbustos y/o ramas que puedan perforar el plástico. Al chapear el área circundante del invernadero se reducen plagas y enfermedades que utilizan las plantas cercanas como hospederos.

3.2.6.B.b Madera a utilizar

La madera que se utiliza para la construcción de los invernaderos debe ser “curada” o impermeabilizada antes de trabajarla, esta práctica aumentaría la resistencia de la madera ante la humedad. Esta práctica se puede realizar con la aplicación de un sellante químico así como con la utilización de aceite quemado de motor, este es fácil de obtener y su costo es bastante económico.

La madera que se debe utilizar en la construcción de los invernaderos debe tener cortes lisos y de preferencia debe estar cepillada para evitar astillas o superficies ásperas que lesionen o rompan el plástico.

3.2.6.B.c Plástico a utilizar

El plástico que se utilizará para el tapado de los invernaderos no debe tener perforaciones o cortadas ya que esto incrementaría la susceptibilidad a desgarres y por lo tanto a cambiarlo continuamente.

El plástico debe ser flexible o de polietileno de 5 a 8 micras para mejor duración.

3.2.6.B.d Colocación de parales

Los parales que se colocarán para el sostén de la estructura del invernadero deben ser colocados en la tierra y tapados con concreto para evitar la entrada de agua o humedad de la tierra.

3.2.6.B.e Limpieza del plástico

Los invernaderos al ser estructuras que se encuentran dispuestas ante las inclemencias del tiempo, se ensucian de polvo y otras partículas muy seguido. Para la limpieza del plástico y de la malla antivirus se recomienda la utilización de una escoba de cerdas finas y suaves con un poco de detergente espumoso.

La limpieza debe realizarse al finalizar cada cosecha, se debe limpiar de afuera y de adentro para permitir un mejor paso de la luz así como para desinfectar de cualquier espora de hongo o huevo de alguna plaga.

3.2.6.B.f Antecámara

Los invernaderos deben tener una antecámara en la entrada de éstos, la antecámara no es más que un cuarto con dos puertas opuestas que sirve para evitar el paso de plagas y enfermedades al invernadero. La limpieza de la antecámara es fundamental ya que en esta se deben quedar atrapadas las plagas o las esporas de enfermedades, es importante que la antecámara se desinfecte seguido, por lo menos 1 vez cada semana, este proceso se puede

realizar con una solución de cloro al 1% o bien con una solución de formol al 1%. La desinfección evitará la proliferación de plagas y enfermedades en la antecámara.

En el piso de la antecámara debe haber dispuesta una pequeña pila que servirá para la desinfección de calzado del personal que ingrese al invernadero. Esta debe tener una solución de cloro o una solución de cobre, como una opción más barata pero menos efectiva se puede utilizar cal (UCYMAT, 2006).

Luego de proponer los presupuestos para la elaboración de invernaderos, se logró conseguir los fondos para la restauración de algunos de estos, la construcción total de uno de estos, se pudo cambiar la manguera de riego por goteo que estaba en los invernaderos por una manguera nueva. Se estableció el manejo de mantenimiento de estos, y la creación de antecámaras para los que no tenían y la reparación para los que contaban con antecámara pero estaba en abandono.

3.2.8. RECOMENDACIONES Y EVALUACIÓN

Para las condiciones económicas del Centro, así como por su visión de ser un Centro de ecotecnias se deben seguir implementando los invernaderos con estructura de madera, por otro lado la construcción de estos invernaderos es la más económica ya que sus principales materiales son de bajo costo, como la madera, la mano de obra es más barata ya que no se necesita mano de obra calificada para su construcción. La construcción de un invernadero a base de madera y con mano de obra que se encuentra en el CAIS, tiene un costo de 7 dólares el metro cuadrado, los invernaderos del CAIS tienen como promedio un área de 210 metros cuadrados, con un costo total de 1470 dólares.

Se recomienda darle mantenimiento al invernadero, a la estructura principal o madera así como a la cobertura, esto minimizará los daños y aumentará la vida útil del invernadero. El

mantenimiento que se recomienda son pequeñas reparaciones y cambios de piezas dañadas así como la aplicación de pintura a las bases de los pilares para aumentar su durabilidad.

Al implementar el plan de manejo de invernadero se reduce la mano de obra por establecimiento de uno nuevo y solo se utiliza poca mano de obra para las reparaciones.

3.3 SERVICIO 2

ESTABLECIMIENTO DE CURSOS CONTINUOS DE CAPACITACIONES EN ECOTECNOLOGÍAS A NIVEL COMUNITARIO Y DE MUNICIPIOS GUATEMALTECOS

3.3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber tiene como principal misión la generación, adaptación y transferencia de Ecotecnologías a través de procesos participativos o la metodología “Aprender-Haciendo”, por medio de la cual los participantes aprenden a realizar ecotecnologías para la producción y sostenibilidad agrícola a través de sesiones teóricas y prácticas a nivel de campo.

En el Centro no existe una cartera actualizada de cursos que se puedan impartir tomando en cuenta los recursos físicos y humanos con los que cuenta éste, así como la disposición de tiempo con el que cuentan las personas a capacitarse. Es necesario que se analice la situación actual del Centro así como las tendencias que muestran las personas hacia ciertos cursos.

Por otro lado en el Centro no se ha dado la implementación de nuevas ecotecnologías o la descripción del funcionamiento de algunas. Es necesario que el Centro genere, implemente o desarrolle nuevas ecotecnologías para proponer y brindar a los asistentes las mejores herramientas para mejorar la situación en la que viven.

3.3.2. JUSTIFICACIÓN

El Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber–CASI-, debe ser reconocido como una entidad promotora y fomentadora de aprendizaje a nivel de ecotecnologías así como una fuente de nuevos recursos para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional en el medio rural. Es por esto que es necesario crear una cartera actualizada de cursos que cumplan y

satisfagan las necesidades de las/los capacitados desde el punto de vista de desarrollo alimentario y nutricional.

3.3.3. OBJETIVOS

General

Planificar el establecimiento de cursos sobre ecotecnologías, realizando una cartera de posibles cursos a impartir en el Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber - CAIS/INCAP-

Específicos

Elaborar programas de cursos sobre ecotecnologías y agricultura sostenible.

Implementar nuevas ecotecnologías en el Centro.

Realizar manuales de construcción de las nuevas ecotecnologías.

3.3.5 RESULTADOS

3.4.5.A PROGRAMA DE CURSOS A IMPARTIRSE EN EL CENTRO DE APRENDIZAJE E INTERCAMBIO DE SABER -CAIS/INCAP-

Agricultura orgánica

El curso capacita sobre la funcionalidad de los sistemas agrícolas como entes vivientes, en el cual todos los elementos están estrechamente vinculados. Se explican los principios, los métodos y los insumos permitidos para la producción de alimentos orgánicos. Se incluye la enseñanza de prácticas de manejo sostenible y de inocuidad de alimentos.

Cuadro 16. Curso Agricultura orgánica

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Agricultura orgánica	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón.	3 días (24 horas hábiles)
Introducción		
Conceptos y objetivos		
El enfoque de la agricultura orgánica.	Azadones, palas, piochas, bieldos, regaderas,	
Principios y fundamentos.	mangueras de goteo,	
La granja orgánica	carbón, cascarilla de arroz, estiércol de	
Diseño del huerto orgánico	bovinos,	
Funcionamiento	lombricompost,	
Ciclo de nutrientes en la Granja Orgánica	compost, insumos para elaborar	
Desechos huerto	insecticidas y	
Estiércoles	fungicidas orgánicos,	
Composteras	bomba de mochila.	
Restos de cosecha		
El Manejo del suelo orgánico		

<p>Enmiendas orgánicas</p> <p>Camas de doble excavación</p> <p>Conservación de suelo</p> <p>Curvas a nivel</p> <p>Terrazas</p> <p>Manejo de pendientes</p> <p>Elaboración de bio-fertilizantes</p> <p>Bokashi</p> <p>Lombricultura</p> <p>Bio-fertilizantes foliares</p> <p>Control de plagas, enfermedades y malezas en Cultivos orgánicos</p> <p>Identificación de plagas</p> <p>Identificación de insectos benéficos</p> <p>Repelentes orgánicos</p> <p>Identificación de enfermedades: hongos, bacterias, virus.</p> <p>Triangulo de la enfermedad</p> <p>Control de los factores causantes de la enfermedad</p> <p>Preventivos de enfermedades</p> <p>Control cultural de malezas</p> <p>Certificación de productos orgánicos</p> <p>El porque de la certificación</p> <p>Beneficios de la certificación</p> <p>Pasos para la certificación orgánica</p> <p>Principios de permacultura</p> <p>Conceptos</p>		
--	--	--

Integración de sistemas Diseño de permacultura		
---	--	--

Cultivos Hidropónicos

La Hidroponía es un conjunto de tecnologías para cultivar verduras y vegetales en agua y materiales distintos a la tierra. Son una buena solución económica para huertos comerciales y para incrementar el consumo familiar de alimentos de alto valor nutritivo.

Cuadro 17. Curso cultivo hidropónico

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Cultivos hidropónicos		3 días (24 horas hábiles)
Introducción a los Cultivos hidropónicos	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón.	
Bases científicas, tecnológicas, culturales y comerciales de los cultivos hidropónicos	Azadones, palas, piochas, bieldos, regaderas,	
Macronutrientes	mangueras de goteo,	
Micronutrientes	carbón, cascarilla de	
Los nutrientes en la planta	arroz, estiércol de	
Nutrición vegetal	bovinos,	
Ventajas de los sustratos inertes	lombricompost,	
Valor agregado en cultivos hidropónicos	compost, insumos para elaborar	
Sustratos hidropónicos	insecticidas y	
Principios	fungicidas orgánicos,	
Desinfección de componentes	bomba de mochila.	
Mezcla y proporción de		

componentes Tipos de sustratos Sistemas de cultivos hidropónicos Torres hidropónicas Cajas hidropónicas Raíz flotante NFT Acuaponía Manejo del huerto hidropónico Siembra: directa e indirecta Identificación de plagas y enfermedades Control de plagas Control de enfermedades		
--	--	--

Conservación de Suelo y Agua

El curso capacita a los participantes sobre los mecanismos de la erosión del suelo y promueve la aplicación de prácticas conservacionistas de carácter vegetativo, mecánico y edáfico para la conservación del suelo y del agua.

Cuadro 18. Curso Conservación de Suelo y Agua

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Conservación de Suelo y Agua	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón.	2 días (16 horas hábiles)
Introducción		
Objetivos y fundamentos de Conservar el suelo y agua	Azadones, palas,	
Conociendo el suelo	piochas, bieldos,	

Tipos de suelo	regaderas,	
Estructura del suelo	mangueras de goteo,	
Textura del suelo	carbón, cascarilla de	
El mecanismo de la erosión	arroz, estiércol de	
El por qué de la erosión	bovinos,	
Proceso de la erosión	lombricompost,	
Consecuencias de la erosión	compost, insumos	
Factores que influyen en la erosión	para elaborar	
Tipo de suelo	insecticidas y	
Pendiente	fungicidas orgánicos,	
Precipitación	bomba de mochila.	
Cobertura vegetal		
Principios de manejo del suelo para la conservación del suelo y agua		
Prácticas de conservación del suelo para cultivo en laderas		
Finalidad de las técnicas		
Curvas a nivel		
Terrazas		
Manejo de pendientes suaves		
Mulching		

Principios de organoponía

El curso enseña un conjunto de técnicas para la elaboración de abonos, fungicidas e insecticidas orgánicos que se usan como insumos para la producción de hortalizas, flores y frutas.

Cuadro 19. Curso Principios de organoponía

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Principios de organoponía		3 días (24 horas hábiles)
Introducción a la organoponía ¿Qué es? ¿Dónde se realiza? Bases científicas, tecnológicas, culturales y económicas ¿En qué se fundamenta? ¿Qué técnicas se utilizan? ¿Qué insumos se utilizan? Beneficios económicos Costos producción Bocashi Principios y fundamentos Insumos Elaboración Modo de empleo Beneficios Costos de producción Lombricultura Fundamentos y objetivos Canteros Alimentación Cuidados básicos Cosecha de abono Modo de empleo Composteras Principios y fundamentos Finalidad Insumos a utilizar Elaboración	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón. Azadones, palas, piochas, bieldos, regaderas, mangueras de goteo, carbón, cascarilla de arroz, estiércol de bovinos, lombricompost, compost, insumos para elaborar insecticidas y fungicidas orgánicos, bomba de mochila.	

Abonos foliares, repelentes orgánicos Principios Insumos a utilizar Elaboración Modo de empleo Finalidad		
---	--	--

Cultivos protegidos

El curso capacita sobre los principios básicos de la producción de cultivos bajo invernadero, la construcción y el funcionamiento de invernaderos y las bases para el manejo de los mismos, como herramientas de apoyo en la producción de alimentos, en diferentes condiciones ambientales.

Cuadro 20. Curso Cultivos protegidos

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Cultivos protegidos		2 días (16 horas hábiles)
Introducción Los cultivos protegidos y los invernaderos Beneficios Rentabilidad Conceptos generales Tipo de invernadero Partes de un invernadero Costos de construcción Mantenimiento Posición Manejo de condiciones	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón. Recipientes plásticos, fertilizantes solubles, mangueras de riego por goteo.	

<p>ambientales</p> <p>Altura, aireación, ventanas</p> <p>Manejo cultivos hortícolas</p> <p>Control de plagas y enfermedades</p> <p>Manejo preventivo</p> <p>Rotación y asocio de cultivos</p> <p>Preparación de sustratos</p> <p>Tipos de sustratos</p> <p>Mezcla de sustratos</p> <p>Finalidad de cada sustrato</p> <p>Riego y fertigación</p> <p>Que es fertigación</p> <p>Requerimientos hídricos</p> <p>Volumen de agua a requerir</p> <p>Lamina de riego por cultivo</p> <p>Mezcla de fertilizantes</p> <p>Tipos de fertilizantes</p> <p>Buenas prácticas agrícolas</p> <p>Que son las BPA's</p> <p>Aplicación de estas</p> <p>Beneficios de las BPA's</p>		
---	--	--

Aprovechamiento de Fuentes Energéticas Económicas

Este curso dirigido a productores agrícolas, capacita en el ahorro de energía no renovable y en el aprovechamiento de la energía renovable que nos proporciona la naturaleza.

Cuadro 21. Curso Aprovechamiento de Fuentes Energéticas Económicas

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Aprovechamiento de Fuentes Energéticas Económicas		2 días (16 horas hábiles)
Bases científicas y tecnológicas Como funcionan Razón de su implementación Beneficios Aprovechadores de energía Principios, Funcionamiento, Características y Costos de implementación de: Estufa Lorena Ahumador de carnes Deshidratadores solares Cosecha de lluvia Purificación de agua (SODIS) Bomba de mecate Demostración de funcionamiento de ecotecnologías aprovechadoras de energía.	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón. Ecotecnologías, insumos para su proceso productivo.	

Tecnología y Procesamiento de Alimentos

En este curso se aplican tecnologías para el procesamiento y conservación de alimentos, principalmente relacionadas a:

Cuadro 22. Curso Tecnología y Procesamiento de Alimentos

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Tecnología y Procesamiento de Alimentos		2 días (16 horas hábiles)
Principios, aplicaciones y beneficios Deshidratación Forma indirecta y forma directa Almacenaje de los productos deshidratados Conservas Selección de frutas y verduras Elaboración de productos en almíbar Elaboración de mermeladas Elaboración de escabeches Empaque y almacenamiento de alimentos Diferentes tipos de empaque Condiciones de almacenaje Recetas nutritivas fáciles de preparar	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón. Laboratorio, equipo de cocina, ingredientes para recetas, empaques o recipientes	

Huerto Medicinal

En este curso se aplican conceptos fundamentales para el cultivo, manejo, propagación, cosecha, preparación y uso de las plantas medicinales en el control de enfermedades y su utilización como insecticidas orgánicos.

Cuadro 23. Curso Huertos medicinales

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Huerto Medicinal		3 días (24 horas hábiles)
Introducción a las Plantas Medicinales		
Conceptos básicos		
Beneficios de la huerta medicinal		
Diseño del huerto medicinal		
Área huerto	Cañonera, laptop,	
Área semillero	marcadores, pizarrón.	
Área sombreador		
Manejo del huerto Medicinal	Azadones, palas,	
Fertilización	piochas, bieldos,	
Podas	regaderas,	
Propagación de las plantas medicinales	lombricompost,	
Recolección, secado y conservación de semillas	compost, bomba de mochila, semillas,	
Propagación asexual: Estacas, estolones	semilleros, insumos para hacer almácigos,	
Formas de prepararlas	laboratorio, y equipo	
Tés de plantas medicinales	para preparación de	
Ungüento de plantas medicinales	“remedios” o equipo de cocina.	
Compresas de plantas medicinales		
Usos de las plantas medicinales en la salud humana		
“Remedios caseros”		
Casos de aplicación		

Control fitosanitario		
Usos como Repelentes de insectos		
Usos como Fertilizantes foliares		

Granja Integral Autosuficiente

En este curso se pretende aumentar la disponibilidad de alimentos a nivel familiar y comunitario, Impulsa el concepto de sistemas integrados de producción y consumo de alimentos con énfasis nutricional para lograr el mejoramiento de la situación económica y nutricional de las familias.

Cuadro 24. Curso Granja Integral Autosuficiente

TEMA	RECURSOS	TIEMPO
Granja Integral Autosuficiente	Cañonera, laptop, marcadores, pizarrón.	4 días (32 horas hábiles)
Introducción Conceptos y objetivos		
Producción Agrícola	Azadones, palas, piochas, bieldos, regaderas,	
Introducción Conceptos		
Manejo agronómico del huerto	mangueras de goteo,	
Construcción de canteros	carbón, cascarilla de	
Siembra	arroz, estiércol de	
Labores culturales de manejo	bovinos,	
Riego (riego por goteo)	lombricompost,	
Fertilización	compost, insumos	
Control fitosanitario	para elaborar	
Abonos orgánicos	insecticidas y	
Bokashi	fungicidas orgánicos,	
Abonos foliares	bomba de mochila.	

<p>Té de lombricompost</p> <p>Té de estiércol</p> <p>Abonos verdes</p> <p>Compostera</p> <p>Manejo orgánico</p> <p>Repelentes y preventivos orgánicos</p> <p>Elaboración</p> <p>Aplicación</p> <p>Producción Pecuaria</p> <p>Introducción especies menores</p> <p>Conejos</p> <p>Gallinas</p> <p>Pelibueyes</p> <p>Piscicultura</p> <p>Ecotecnologías</p> <p>Introducción y objetivos</p> <p>Información y maneje de las siguientes ecotecnologías:</p> <p>Deshidratador</p> <p>Estufa Lorena</p> <p>Bomba de mecate</p> <p>Ahumador</p> <p>Riego por goteo</p> <p>Sodis y tippy tap</p> <p>Pintura Nopal</p>		
---	--	--

3.3.5.B. NUEVAS ECOTECNOLOGÍAS IMPLEMENTADAS EN EL CENTRO DE APRENDIZAJE E INTERCAMBIO DE SABER-CAIS/INCAP-

3.3.5.B.a Riego por goteo utilizando una cubeta de 5 gal

Actualmente uno de los problemas de mayor importancia dentro de la agricultura es la falta de agua. La temporada seca o verano cada año es más larga y la temporada de lluvia es más irregular. Este fenómeno junto con problemas de deforestación ha causado la pérdida o disminución de ríos, pozos y manantiales.

Los cultivos agrícolas principalmente las hortalizas tienen gran demanda de agua durante el ciclo de cultivo, principalmente en la etapa de semillero o germinación y en la etapa de madurez.

El riego localizado o riego por goteo es una solución a esta problemática ya que al utilizar esta técnica no se riega todo el surco o el tablón sino que se riega únicamente la hortaliza de interés. Al regar únicamente la planta productiva se disminuye la cantidad de agua por unidad de área.

A continuación se explica cómo armar sencillamente un sistema de riego por goteo utilizando una cubeta de 5 galones.

Materiales:

Madera

- 1 par de 2 metros de largo, de 2x2 pulgadas
- 1 par de 1 metro de largo, de 2x2 pulgadas
- 2 pares de 0.5m aproximadamente, de 1x1 pulgadas
- 1 metro cuadrado de plástico
- Clavos

Plástico

- 20 metros de manguera de goteo
- 2 conectores de $\frac{1}{2}$ pulgada
- 3 metros de manguera de $\frac{1}{4}$ de pulgada
- 1 tapón de hule de aproximadamente 1 pulgada

Recipiente

- 1 cubeta de plástico de 5 galones

(INCAP, 2006).

Instrucciones para la construcción de la “T”

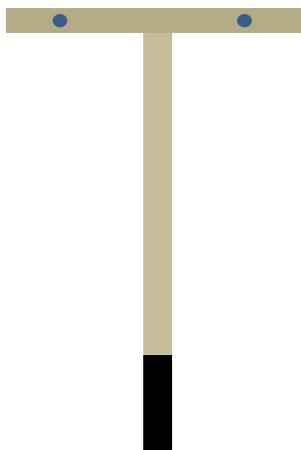
1) Un extremo del paral de 2 metros se forra con el plástico a manera de cubrir un largo de 60 centímetros, esto tiene como fin proteger de la humedad la parte de la “T” que va a ir enterrada.

Forro de plástico



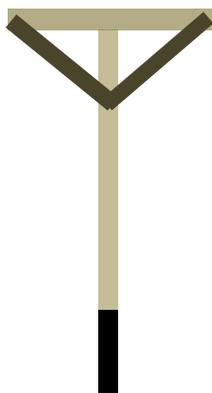
2) En el extremo del paral de 2 metros que no está forrado se va a clavar el paral de 1 metro de largo, se clavará a la mitad de este, de modo que de cada lado queden 0.5 metros.

En el paral de 1 metro de largo se ponen dos clavos de 3 pulgadas de largo, estos se colocan a 0.25 metros de cada extremo y solo se meterán hasta la mitad, estos clavos servirán para sostener la o las cubetas.



Posición de los clavos en el paral de 1 metro de largo

3) Los tensores se colocan del paral de 1 metro al paral de 2 metros a aproximadamente 45 grados, estos tensores le darán fuerza y estabilidad a la “T”.



4) En el inicio del surco o tablón donde se dispondrá el riego por goteo se debe hacer un agujero de unos 15 centímetros de diámetro por 55 centímetros de profundidad, en este

agujero se colocará la “T”, es importante mencionar que luego de sembrada se debe “macear” bien la tierra para que la “T” quede segura y no se mueva por el peso de la cubeta con agua.

La “T” correctamente armada con los tensores y con la cubeta de 5 galones y colocada en campo definitivo debe quedar de la siguiente manera:

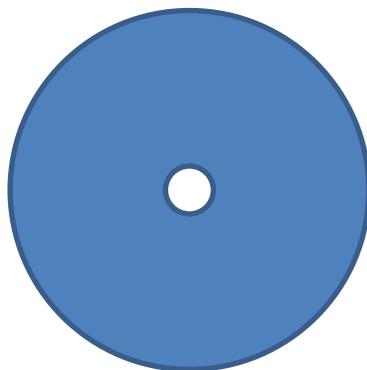


Figura 15. Estructura de madera para riego por goteo

Foto: Gabriel Gálvez

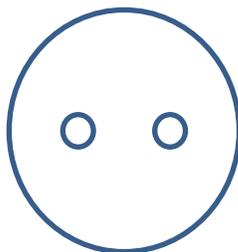
Instrucciones para colocar el tapón de hule en la manguera.

1) En el centro de la cubeta se hace un agujero de menor diámetro que el tapón de hule, 2 mm más o menos, que se utilizará para sacar las mangueras de riego. El agujero se puede hacer con una navaja o bien se calienta un tubo de metal de 1 pulgada de diámetro, cuando este se encuentre caliente rápidamente pero con cuidado se pone sobre el plástico de la cubeta hasta que el agujero quede bien formado.



El fondo de la cubeta con el agujero de aproximadamente 1 pulgada de diámetro.

2) Cuidadosamente en el tapón de hule se hacen dos agujeros de menor diámetro que el de las mangueras de plástico, estos agujeros se hacen calentando un clavo de 2 pulgadas de diámetro, luego se toma el clavo cuidadosamente y se perforan los dos agujeros, paralelamente a 1 centímetro de distancia entre ellos.



Tapón de hule con los dos agujeros a 1 centímetro de distancia.

3) Se coloca el tapón en la cubeta, este debe entrar algo forzado para evitar fugas de agua, de haber algún vacío se rellena con silicón.

Instrucciones para armar las mangueras.

1) Debido a que la cubeta queda a aproximadamente 1 metro de altura, se cortan dos mangueras de metro y medio de largo, un extremo de cada manguera es introducido en cada

uno de los agujeros del tapón de la cubeta, la manguera debe quedar a un poco más de la mitad del tapón de profundidad.



Figura 16. Mangueras introducidas en el tapón de la cubeta

Foto: Gabriel Gálvez

2) Los otros dos extremos de las mangueras son conectados por medio de los conectores a las mangueras de riego por goteo. Los conectores tienen rosca, por lo que es fácil de conectar a la manguera de riego por goteo, no debe quedar ninguna fuga en la conexión, de ser así se puede utilizar teflón o silicón para eliminarla.

3) Se extiende la manguera de riego por goteo a lo largo del surco o tablón que se va a trabajar. En el extremo final de la manguera se hace un nudo para que el agua tenga tope. Se pueden sembrar plantas debajo de cada agujero de la manguera de goteo.

Si la cubeta está elevada a 1 metro sobre la tierra, se tiene la presión necesaria para enviar el agua a una distancia de 30 metros lineales, o sea nuestro surco o tablón podrá ser de 30 metros de largo. Si la cubeta está elevada a 2 metros sobre la tierra, se tiene la presión necesaria para enviar el agua a una distancia de 60 metros lineales.



Figura 17. Cultivo de rábano con riego por goteo con cubeta de 5 gal.

Foto: Gabriel Gálvez

Cuadro 25. Cantidad de plantas y riego por día, con una cubeta de 5 galones

Litros	Caudal por gotero lt/h	Número de plantas	Litros/planta	Frecuencia de riego	Cantidad de agua a utilizar (lt/día)
20	1.1	20	1.00	1 vez por día	20
20	1.1	30	0.67	1 vez por día	20
20	1.1	40	0.50	2 veces por día	40
20	1.1	50	0.40	2 veces por día	40

3.3.5.B.b. *Deshidratador solar indirecto*

El deshidratador solar indirecto es una ecotecnología que utiliza la energía solar para deshidratar alimentos de forma segura, económica y saludable. Por medio del deshidratador solar indirecto podemos conservar plantas medicinales, frutas y verduras, así como se las puede deshidratar para darles un valor agregado si se quisieran comercializar.

El deshidratador solar indirecto consta de 2 cámaras, una cámara de deshidratado y un colector solar. La cámara de deshidratado es una cámara oscura que evita la entrada de los rayos solares y el colector solar es un cámara que recolecta los rayos solares y los transporta a la cámara de deshidratado.

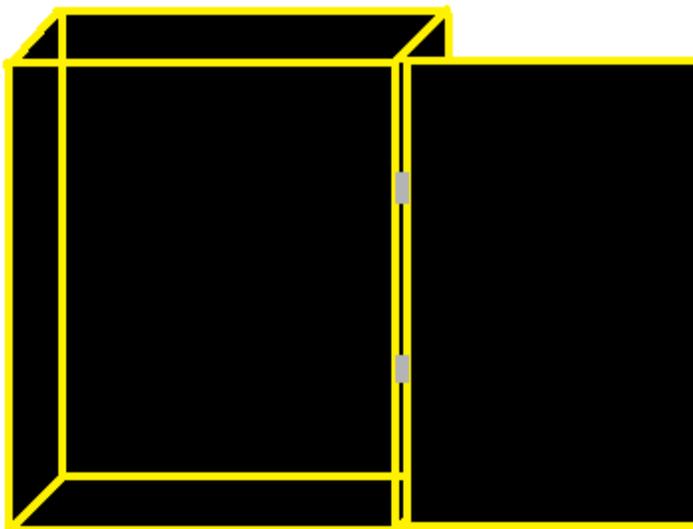
Materiales

- 14 reglas de madera de pulgada y media cuadrada y 1 metro de largo
- 6 reglas de madera de pulgada y media cuadrada y 2 metros de largo
- 2 reglas de 2 pulgadas cuadrada y 1 metro de largo
- Clavos
- Plástico negro
- Plástico transparente
- Malla de mosquitero
- 2 visagras
- 1 pasador

(Juarez, 2005)

PROCEDIMIENTO

Cámara de deshidratado: Se hace un cubo de madera de 1 metro de alto por 0.75 m de ancho y 0.25 m de profundidad. Este se forra con plástico negro, teniendo cuidado de no dejar ningún espacio abierto. No se forra el lado de enfrente, ya que en este lado se hará una puerta.



Cámara de deshidratado forrada de negro, se observa la puerta forrada de negro también

Respirador de la cámara de deshidratado

En la parte superior de la cámara de deshidratado se hace un triángulo de madera que se forrará de malla de mosquitero para permitir la salida del aire caliente.



Figura 18. Triángulo de madera forrado con malla de mosquitero.

Foto: Gabriel Gálvez

Bandejas de deshidratado

Se hacen cuatro cuadros de madera de 0.70 metros de largo por 0.20 metros de ancho y se forran de malla mosquitero. Se colocan 4 bandejas, a cada 0.25 metros una de la otra. Estas servirán para colocar las frutas, verduras o plantas a deshidratar. La malla permitirá el paso de aire caliente de arriba hacia abajo.

Se colocan dentro de la cámara con unos “tacos” que sirven para sostener las bandejas. Los “tacos” son reglas de madera que van horizontalmente a todo la profundidad de la cámara deshidratadora. Se colocan a 0.25 m de distanciamiento de abajo hacia arriba.

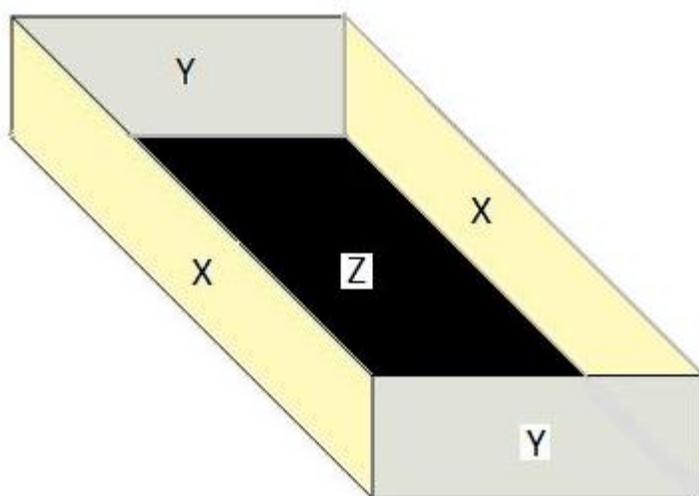


Figura 19. Bandejas de deshidratado colocadas sobre “tacos”.

Foto: Gabriel Gálvez

Cámara colectora

Se hace un cubo de madera de 2 metros de largo por 0.75 metros de ancho y 0.25 m de alto. Este debe ser forrado con plástico transparente por tres lados en el lado de abajo llevará un estructura rígida, que bien puede ser un pedazo de lámina, este se forra con plástico negro o bien se coloca un poco de carbón molido.



Cámara colectora forrada por los lados “x” con plástico transparente.

En los lados “y” con malla mosquitera.

En el lado “z” lleva un fondo de lámina y arriba plástico negro.

En este esquema se puede observar que el lado “z” está forrado con nylon negro.

Figura 20. Cámara colectora

Foto: Gabriel Gálvez

:

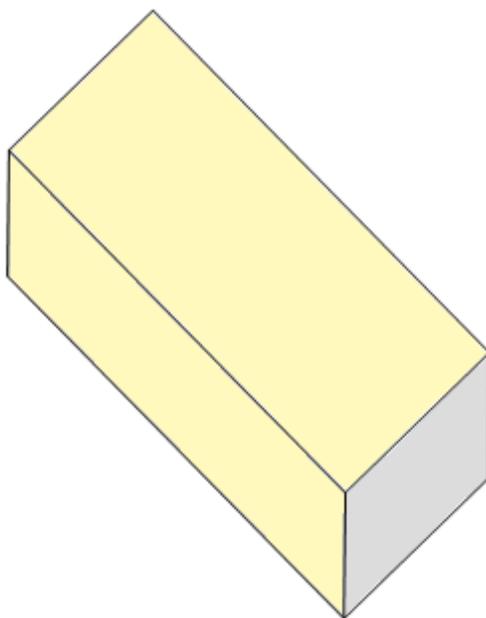


Figura 21. Cámara colectora forrada con plástico transparente, con fondo de lámina. Obsérvese la inclinación de la cámara colectora con respecto a la cámara de deshidratado.

Foto: Gabriel Gálvez

La cámara colectora se une a la cámara de deshidratado por la parte baja de ésta, a través de una pequeña entrada que es de 0.25 metros de alto por todo el ancho de la cámara de deshidratado. La cámara colectora debe tener una inclinación del 30% para que el aire caliente pueda subir y pasar a la cámara deshidratadora.

3.3.5.B.c. Forraje verde hidropónico

El sistema de forraje verde hidropónico, FHV, consiste en producir forraje para animales a grandes densidades sin la utilización de suelo. Se cultivan plantas de rápido crecimiento y con gran porcentaje de nutrientes, como el maíz, trigo, cebada y alfalfa.

Consiste en tres etapas:

Etapa de pregerminado

Etapa de germinado

Etapa de desarrollo

FACTORES A CONSIDERAR

Selección de la semilla

La semilla que se utilizará en el Forraje Verde Hidropónico, FVH, debe ser nativa de la región para evitar incrementos en los costos y facilitar el crecimiento de ésta ya que son semillas adaptadas al clima de la región. Se deben seleccionar semillas grandes y que no presenten picaduras por insectos como los gorgojos.

Lavado y desinfectado de la semilla

La semilla debe ser lavada para eliminar la basura que trae, posibles insectos o residuos de cosecha, en el lavado se aprovecha quitar semillas dañadas o que sean muy pequeñas. La

desinfección de la semilla se puede hacer con una solución de cloro al 1%, esto es 10 ml de cloro en 1 litro de agua, se sumerge la semilla en esta solución por no más de 3 minutos, luego de la desinfección se lava con abundante agua para eliminar los residuos de cloro en la semilla.

Estanterías o camas de siembra

El forraje se puede realizar en bandejas colocadas en estanterías o bien en camas de madera cubiertas por plástico. Es preferible utilizar las bandejas en estanterías ya que se puede aumentar la cantidad de forraje producido por área (FAO, 2001).

A continuación se muestra una estantería para FVH.



Figura 22. Estantería con desnivel para la caída de agua

Foto: Gabriel Gálvez

Bandejas

Las bandejas pueden ser de cualquier tamaño, es aconsejable usar bandejas pequeñas para su manejo ya que las bandejas grandes pesan mucho con el forraje.

En la bandeja se coloca una pequeña capa de cascarilla de arroz para guardar la humedad. A continuación se muestra una bandeja con una pequeña capa de cascarilla.



Figura 23 Bandeja con una pequeña capa de cascarilla de arroz

Foto: Gabriel Gálvez

Riego

Al carecer de un sustrato sólido como suelo o tierra, los riegos en el forraje verde deben ser frecuentes pero de bajo volumen. Se recomiendan riegos de medio litro por metro cuadrado unas 3-5 veces por día, dependiendo la temperatura diaria.

MATERIALES

- Bandeja plástica
- Saco de brin
- Colador

- Cubeta de 5 galones
- Cloro
- Una regadera o aspersor
- Cascarilla de arroz
- Plástico negro
- Semilla (maíz, cebada, trigo, alfalfa)

PROCEDIMIENTO

ETAPAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPONICO

ETAPA DE PREGERMINACIÓN

El proceso de Pregerminación consiste en acelerar la germinación del grano por medio de remojo en agua por un lapso de 24 horas. En estas 24 horas el embrión absorbe gran cantidad de agua que hace que la germinación se acelere.

Paso 1

Consiste en lavar el grano para eliminar impurezas como cascarilla y granos viejos o partidos.

Paso 2

Luego de lavar el grano este se debe desinfectar con una solución de cloro al 1%, o sea 10cc/ml de cloro en 1 litro de agua, el grano se deja remojar en esta solución por no más de 3 minutos. Pasados los 3 minutos se debe lavar con abundante agua para eliminar residuos de cloro.

Paso 3

Después de la desinfección se pasa a remojar el grano por un lapso de 24 horas, este proceso se puede hacer en una cubeta o depósito plástico. Se remojará el grano por 12 horas en un lugar oscuro, pasadas las 12 horas se saca el grano del agua y se ventila por

una hora, este proceso de oxigenación evita la fermentación del grano. Luego de la ventilación se vuelve a remojar por 12 horas más.

Al terminar las 24 horas el grano está listo para la siembra en bandeja.



Figura 24. Semilla en saco de brin

Foto: Gabriel Gálvez

ETAPA DE GERMINACIÓN

Paso 4

Se siembra el grano pregerminado en bandejas de plástico a densidades altas, se pueden utilizar 5 kilos de grano por 1 metro cuadrado. Las bandejas deben haber sido desinfectadas con una solución de cloro para eliminar cualquier fitopatógeno. Luego de desinfectar la bandeja, se coloca sobre esta una pequeña capa de cascarilla de arroz que servirá para guardar un poco de humedad.

Las bandejas deben ser colocadas en una estantería oscura, preferiblemente tapada con plástico negro para evitar el paso de luz y acelerar el crecimiento de las plantas. Se riega 4 veces por día.

Paso 5

A los 3 días se debe quitar el plástico negro para dar paso a la luz y que las plantas puedan desarrollarse de forma adecuada.



Figura 25 Grano pregerminado

Foto: Gabriel Gálvez

ETAPA DE DESARROLLO

Paso 6

Al cuarto día de haber colocado las semillas en las bandejas se debe regar con solución nutritiva o bien con un abono foliar orgánico, como el té de lombricompost o un té de estiércol.

Paso 7

Los riegos con abono continúan hasta el día 10 o 12.

Paso 8

A partir del día 12 se empieza a regar únicamente con agua para eliminar el resto de sales o de microorganismos para evitar posibles contaminaciones en los animales.

Paso 9

Se cosecha el FVH. En el forraje se cosecha desde la semilla, raíz y hojas.



Figura 26 Maíz a los 15 días de haber iniciado el proceso

Foto: Gabriel Gálvez



Figura 27 Raíz del Forraje al cabo de 15 días

Foto: Gabriel Gálvez



Figura 28 Pelibueyes comiendo Forraje Verde hidropónico

Foto: Gabriel Gálvez

RESUMEN DE PROCEDIMIENTO DEL FORRAJE VERDE HIDROPONICO

Procedimiento Maíz Hidropónico

Cuadro 26. Procedimiento Maíz Hidropónico

Día	Actividad	Observaciones
Día 1 Limpieza	Se debe limpiar el grano de la basura, después de esto se lava con agua, hasta que ésta quede transparente. Luego de que el grano está limpio se remoja por 3 minutos en agua con cloro, con una dosis de 10 ml por litro de agua.	Se aprovecha para retirar granos picados y que floten en el agua.

Remojo	El grano se pone a remojar en agua limpia por 12 horas, pasadas 12 horas se saca del agua por 1 hora para que se ventile. Se vuelve a remojar por 12 horas más.	Es importante ventilar por 1 hora el grano, de esta forma se evitan fermentaciones.
Día 2 y 3 Reposo	Luego del remojo el grano se escurre y se pone en una manta o saco de "brin", para que respire. Se debe colocar el saco en un lugar oscuro.	De preferencia usar un saco de brin o manta. No usar un recipiente plástico o saco de plástico.
Día 4 Siembra	Luego del reposo, el grano se encuentra listo para la siembra en bandejas. La densidad puede ser de 5 kg por 1m ² .	
Día 5 Riego y Desarrollo	Se debe regar 3 veces por día, de preferencia con un aspersor o regadera fina.	Se recomienda regar medio litro de agua por metro cuadrado.
Día 6 a 9 Desarrollo	Se observa la aparición y crecimiento de las primeras hojas. Se riega de 3 a 4 veces por día. Se riega con solución nutritiva o abono orgánico foliar.	
Día 10 a 15 Crecimiento	El germinado debe tener aproximadamente 20 cm de alto. Se les puede dar a los animales.	

3.3.5.C. ECOTECNOLOGIAS MODIFICADAS

3.3.5.C.a. Ahumador de carnes

El ahumador de carnes que se encuentra en el Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber, CAIS/INCAP estaba construido con madera de pino, la madera de pino, así como la de ciprés, no se recomienda en la construcción de ahumadores ya que son maderas muy resinosas y con alto contenido de brea, al recibir calor esta se disuelve y corre por la madera.

El ahumador del CAIS era a base de madera de pino, al iniciar el ahumado de productos el calor provocaba que la brea escurriera por todo el ahumador, dando como resultado carne ahumada con brea.

Por otra parte no contaba con una salida de humo o chimenea, lo que provocaba que la carne recibiera mucho humo, esto creaba una capa de hollín sobre la carne (INCAP, 2006)

Los cambios que se realizaron fueron los siguientes:

Se construyó un nuevo ahumador a partir de madera de matiliguete y cedro, las cuales son maderas duras y no desprenden resina al entrar en contacto con el calor.

Al nuevo ahumador se le abrieron dos agujeros en el parte superior los cuales sirven como salidas de humo o chimeneas.



Figura 29 Ahumador de pino con brea

Foto: Gabriel Gálvez



Figura 30 Ahumador de matiliguaste

Foto: Gabriel Gálvez



Figura 31 Nuevo ahumador fabricado con madera de matilisgate

Foto: Gabriel Gálvez

Funcionamiento:

El ahumador funciona a través de flujo de calor y de humo que proviene de la parte inferior de este, la cual está formada por un tonel de metal con un agujero en la parte superior que sirve de canal para el paso de calor y humo para la caja de madera, dentro de la caja de madera en la parte superior de ésta, se encuentra una varilla de metal colocada horizontalmente que sirve para colgar la carne a ahumar.

La carne a ahumar debe tener un proceso previo, en el cual se marina con diversas sales como sal mineral, sal de ajo, sal de cebolla, entre otras especies, éstas sirven para deshidratar la carne y darle una cocción previa antes del ahumado. En el ahumador la carne se cuelga de una varilla con unos ganchos de metal, el tiempo de ahumado dependerá de la cantidad de leña en el fondo del tonel y la calidad de ésta, la mejor leña para ahumar es la que proviene del árbol de encino o roble.

3.3.5.C.b .Bomba de mecate

La bomba de mecate es una ecotecnología que sirve para la extracción de agua de un pozo o de un manantial, utilizando únicamente la fuerza mecánica de una persona.

El CAIS contaba con una bomba de mecate que se encontraba situada a unos 4 metros de altura, sobre una estructura de madera, la posición elevada de la bomba imposibilitaba la operación de la bomba así como la demostración de su funcionamiento a los posibles capacitandos del Centro.

Se cambió la posición del maneral de la bomba para poder operarlo desde abajo y así poder demostrar el funcionamiento de ésta. Para realizar el cambio de posición del maneral se le agregó una nueva polea y se bajó el maneral existente a un metro del nivel del suelo.

Por otro lado se colocó una nueva salida de agua a un metro de altura para demostrar a los capacitandos el volumen de agua que se puede sacar por medio de la bomba de mecate (INCAP, 2006).

Funcionamiento:

La bomba de mecate funciona a través de un sencillo sistema de succión formado por un tubo de pvc de una pulgada, un lazo con pequeños discos de hule y una pequeña rueda o polea, el lazo con los discos de hule es girado por la polea y de esta forma entran y salen los discos de hule del tubo, en cada ingreso estos succionan un poco de agua dentro del tubo, de esta forma conforme avanza el lazo es succionada el agua hacia arriba desde el pozo de agua, en la parte de arriba del tubo se encuentra una salida de agua donde se puede colectar el agua succionada, luego el lazo continua su recorrido hacia el fondo del pozo de agua otra vez.



Figura 32. Bomba de mecate

Foto: Gabriel Gálvez



Figura 33 Nuevo sistema, incorporando una polea extra

Foto: Gabriel Gálvez



Figura 34 Nueva posición del maneral y salida de agua

Foto: Gabriel Gálvez

3.3.5.D ECOTECNOLOGIAS INTRODUCIDAS

3.3.5.D.a. *Abonos orgánicos líquidos*

Abonos foliares

Son abonos líquidos que se aplican por medio de una asperjadora o bomba de mochila a las hojas de las plantas o directamente al suelo.

Son absorbidos más rápido por las plantas que los fertilizantes granulados, porque entran directamente por los poros (estomas) de las hojas y las raíces (Ceadu, 2008).

Abono foliar con sustancias de plantas

Es un abono foliar fermentado que consiste en una base de gran cantidad de plantas picadas y mezcladas con melaza.

Proporciona a las plantas nutrientes necesarios para su desarrollo.

Aumentan la población de microorganismos benéficos en el suelo y las hojas (Ceadu, 2008).

Materiales

- ½ litro de melaza (absorbe nutrientes y preservante)
- Recipiente plástico de 1 galón (cuadrado)
- Piedra o ladrillo grande de 10 libras (para compactar)
- 3 libras de plantas de cualquier tipo (medicinales, granos básicos, hortalizas de hoja, frutas o verduras).
- Tabla y machete

Plantas más utilizadas

Cuadro 27. Plantas más utilizadas para abonos orgánicos líquidos

Tipo de planta	Elemento que proporciona
Leguminosas (frijol, gandul , chipilín)	Nitrógeno
Banano, plátano	Potasio
Granos de maíz y arroz	Fósforo
Espinaca, hojas de rábano	Hierro
Raíz de apio	Calcio
Fruta de piña o mango	Magnesio
Cascarilla de arroz, cola de caballo	Sílice

Recomendaciones para el uso de plantas

Agregar plantas medicinales como: albahaca, romero, hierbabuena, tomillo, zacate limón, menta, apazote, cola de caballo, diente de león, orégano, cilantro, eucalipto, guayabo, hinojo, linaza, manzanilla, ajeno, valeriana, sábila, jengibre, lantén, ruda, paz y flora, artemisia, quina roja, granada, hierba de sapo, etc.; ya que proporcionan gran cantidad de nutrientes y sirven como repelentes para plagas.

Las frutas que se van a utilizar deben llevar la cáscara y pulpa para proporcionar mayor cantidad de nutrientes.

No se recomienda el uso de cítricos ya que son muy ácidos y fuertes, pero en caso de utilizarlos no se deben mezclar con otras plantas.

Procedimiento

1. Colectar las plantas, de preferencia sanas.
2. Dividir por cada tipo de plantas y se pican finamente.
3. Agregar una base de plantas picadas y una base de melaza en el recipiente plástico. Repetir hasta terminar las plantas.
4. Tapar el recipiente con una tabla y colocarle la piedra o el ladrillo encima (3 veces más pesado que el contenido del plástico).
5. Cubrir el recipiente con saco por 8-10 días para su fermentación.
6. A los 10 días su cuela y está listo para usar.
7. Se guarda en un envase oscuro y tiene vida útil de un mes.

Paso 1

Picado de plantas por separado



Figura 35 Picado de plantas

Foto: Gabriel Gálvez

Paso 2

Prepara solución no mayor de 25 cc (1 copa bayer) por litro



Figura 36 Mezcla de plantas con melaza

Foto: Gabriel Gálvez

Paso 3

Se tapa la mezcla con una tabla y sobre esta se coloca una piedra o ladrillo para que haga presión a la mezcla



Figura 37. Fermentación de la mezcla

Foto: Gabriel Gálvez

Paso 4

Luego de 8-10 días se cuela la mezcla y está lista para usar o se guarda en un recipiente oscuro hasta por un mes.



Figura 38. Colado del producto final.

Foto: Gabriel Gálvez

Modo de aplicación

Preparar solución no mayor de 25 cc (1 copa bayer) por litro.

Aplicar foliarmente o al suelo una vez por semana.

Lactobacillus, bacterias benéficas

Son bacterias benéficas que aceleran la descomposición de la materia orgánica y combaten hongos dañinos en el suelo que causan enfermedades en las plantas como el mal de talluelo.

Se pueden utilizar en composteras para disminuir los malos olores y reducir el tiempo de descomposición (Quirós, 2004).

Materiales

- Una botella de plástico de 1 litro
- Un recipiente de “boca ancha” de 2 litros
- 150 gramos de arroz
- 1 litro de leche cruda
- Melaza o panela
- Agua

Procedimiento

- En la botella de 1 litro se agregan 800 ml de agua y 150 gramos de arroz, se tapa y se deja reposar por 3-4 días en un lugar oscuro.

- Después, de la botella tomar 100 ml del agua de arroz y mezclar con 1 litro de leche cruda en el recipiente de boca ancha.
- Se tapa el bote y se deja reposar en un lugar oscuro por 3-4 días.
- Al finalizar el proceso, en el bote con la leche y agua de arroz se presentarán 3 capas así:

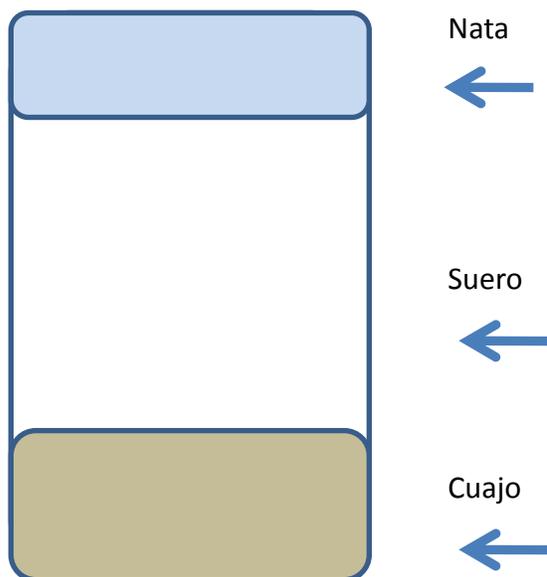


Figura 39. Capas luego de la fermentación

- Con una cuchara se debe retirar la capa superficial o “nata”, esta no sirve, así que se puede desechar.
- Con cuidado de no mezclar el contenido se debe extraer la segunda capa del frasco que es el suero, se miden los mililitros que salen y se guardan en un envase oscuro.
- El cuajo no nos sirve.
- El suero extraído se mezcla en igual proporción con melaza o agua de panela. Es decir, si se extrajeron 700ml de suero se deben mezclar con 700ml de melaza.

- Luego de mezclarlo está listo para utilizarse.
- Se puede guardar en un envase oscuro hasta por 1 mes.
- El envase se debe etiquetar con la fecha de elaboración.

Paso 1

Se mezclan 150 gr de arroz con 800 cc/ml de agua. Se deja reposar por 3 días en un lugar oscuro.



Figura 40. Mezcla de arroz con agua

Foto: Gabriel Gálvez

Paso 2

Se mezclan 100 cc/ml de agua de arroz con 1 litro de leche cruda. Se deja reposar por 3 días en un lugar oscuro.



Figura 41 Mezcla de leche con arroz fermentado.

Foto: Gabriel Gálvez

Luego de 4 días se forman las 3 capas superiores en el envase.



Foto: Gabriel Gálvez

Paso 3

Se separa el suero de las capas y se cuela para eliminar residuos.



Figura 42. Separación de la capa dura del suero.

Foto: Gabriel Gálvez

Paso 4

Se mezclan en iguales proporciones el suero con la melaza.



Figura 43. Mezcla del suero con la melaza

Foto: Gabriel Gálvez

Paso 5

La mezcla se guarda en un recipiente oscuro por 1 mes.



Figura 44. Reposo de la mezcla.

Foto: Gabriel Gálvez

Modo de Aplicación

- Los lactobacillus se aplican al follaje de las plantas, a dosis de 25 cc (una copa bayer) por litro de agua.
- Esta dosis el Lactobacillus sirve como abono foliar así como fungicida.
- Se puede aplicar con regadera en composteras para acelerar la descomposición de la materia orgánica
- Las aplicaciones se pueden realizar 1 vez por semana

A partir de las recetas en las fichas técnicas y de las nuevas recetas propuestas, a continuación se muestra el plan de manejo fitosanitario para el huerto de una Granja Integral Auto sostenible.

Cuadro 28. Plan de manejo fitosanitario orgánico para la GIA del CAIS

Semana	Dia	Aplicación	Funcion
Primera	Lunes	Cal	Protección enfermedades
	Miercoles	Chi + Ceb	Repelente plagas
	Viernes	Foliar lomb	Fertilizante foliar
Segunda	Lunes	Sulfocálcico	Protección enfermedades
	Miercoles	Ajo + Vinagre	Repelente plagas
	Viernes	Agroplus	Fertilizante foliar
Tercera	Lunes	Lactobacilus	Protección enfermedades
	Miercoles	Ajo + Vinagre	Repelente plagas
	Viernes	Foliar plantas	Fertilizante foliar
Cuarta	Lunes	Lactobacilus	Protección enfermedades
	Miercoles	Cebolla + Nopal	Repelente plagas
	Viernes	Foliar Bocashi	Fertilizante foliar

Las aplicaciones deben realizarse en las primeras horas del día.

3.3.6 CONCLUSIONES

Se establecieron nuevas ecotecnologías en el Centro, como lo es el deshidratador solar indirecto, el riego por goteo utilizando una cubeta y el forraje verde hidropónico, estas quedaron funcionando en el centro, dando buenos resultados como se puede observar en las fotografías anteriores, el deshidratador solar indirecto sirvió para deshidratar parte del material vegetal obtenido del huerto medicinal, así como frutas, con el riego por goteo de cubeta se pudo cultivar una pequeña parcela de rábano y con el forraje verde hidropónico se pudo cultivar maíz forrajero que sirvió para darle de alimento a los conejos y pelibueyes.

Las ecotecnologías modificadas como lo son el Ahumador de carne, y la Bomba de mecate quedaron funcionando correctamente, ya que antes no servían, la bomba de mecate no servía para sacar agua debido a su abandono e incorrecta instalación, luego de modificarla

con nuevas poleas y un sistema diferente de extracción se pudo lograr su correcto funcionamiento. El Ahumador de carne, era completamente disfuncional ya que estaba construido de madera de pino, esta al tener gran cantidad de resina goteaba al ponerlo a funcionar, se cambió la madera a una madera dura como lo es el matiliguete, se puso a prueba y se comprobó su correcto funcionamiento.

Los fertilizantes creados a partir de plantas medicinales y los lactobacillus se crearon con facilidad y se comprobó su funcionalidad en la granja integral autosuficiente –GIA-, en cultivos de apio, cebolla, acelga y remolacha, teniendo buenos resultados.

SERVICIO No.3

3.4 GRANJA INTEGRAL AUTOSUFICIENTE, GIA

3.4.1. INTRODUCCION

La Granja Integral Autosuficiente, GIA, del CAIS, es una unidad productiva en la que se integran sus diferentes actividades para completar un solo ciclo de nutrientes, donde los desechos de una actividad sirven para iniciar la producción de la siguiente.

La GIA busca el desarrollo sostenible y seguridad alimentaria de las familias rurales al proponer un diseño de integración de actividades de diversas áreas como el área pecuaria, el área agrícola y el área de ecotecnologías.

La diversificación es de los aspectos más importantes dentro la GIA, ya que de ésta dependerá su auto sostenibilidad y desarrollo humano.

El huerto orgánico de la GIA debe tener planes de rotación, así como de control fitosanitario basados en la armonía de sus componentes y con la menor o nula utilización de químicos.

A continuación se describe el plan de rotación de cultivos y el plan de manejo fitosanitario orgánico para la Granja Integral Autosuficiente. Se describen servicios extras implementados en la Granja.

3.4.2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El huerto de la Granja Integral Autosuficiente del CAIS no posee un plan de rotación de cultivos para controlar la incidencia de plagas y enfermedades así como la nutrición del suelo. Al ser una unidad de producción autosostenible y orgánica debe tener planes de manejo fitosanitario para el control de plagas y enfermedades sin la utilización de insumos que se encuentren fuera de ella.

Hacen falta componentes para completar la producción autosostenible de la granja, como una zacatera, y un huerto medicinal.

3.4.3. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

La Granja Integral Autosuficiente al no tener un plan de manejo fitosanitario y de rotación de cultivos es vulnerable al ataque de plagas y enfermedades. Si no existe un plan de manejo fitosanitario orgánico la GIA es dependiente de productos externos a ella como insumos químicos, estos van en contra de los objetivos de la granja tanto de autosostenibilidad como de seguridad alimentaria y nutricional debido a que contaminan el ambiente, representan un gasto externo y translocación de químicos hacia el cuerpo humano.

No existe una fuente de forraje verde para la alimentación de animales de la granja, es importante tener una zacatera que brinde alimento a los conejos, pelibueyes y gallinas de la GIA, de esta forma se minimiza la mano de obra en la obtención de zacate para la alimentación de estos.

El huerto medicinal es muy importante en la GIA ya que proporciona insumos necesarios para la elaboración de recetas de control de insectos, elaboración fertilizantes foliares y los insumos necesarios para la elaboración de recetas medicinales humanas.

3.4.4. MARCO CONCEPTUAL

Al aplicar la rotación en el huerto se consigue lo siguiente:

1. Evitar en el aumento de plagas y enfermedades del suelo específicas para cada grupo de hortalizas de tanto sembrar esas especies en el mismo suelo. Si falta el huésped, se irán extinguiendo las plagas para este huésped en específico. Aunque no es perfecto, puesto que las plagas y hongos del suelo pueden desplazarse de una cama a la otra y resistir muchos años.

2. Otra ventaja de rotar hortalizas es que las Leguminosas (frijol, gandul) fijan nitrógeno atmosférico por medio de nódulos en sus raíces, dejándolo disponible para el próximo cultivo y enriqueciendo de este modo el suelo (Jaramillo, 2009).

Leguminosas y otras:

- Frijol (leguminosa)
- Habas (leguminosa)
- Cebollas
- Ajos
- Lechugas
- Espinacas
- Acelgas
- Apio
- Rábanos

También es posible complementarlas con frutos de verano que no precisan rotaciones estrictas: tomates, pimientos, berenjenas, fresas.

Familia de la col y otras

- Coles
- Coliflor
- Repollo
- Brócoli

Van bien con ellas las espinacas. Estas especies deben plantarse durante la 2ª temporada en la zona que había ocupado el primer grupo.

Cultivos de raíz

- Papa
- Zanahoria
- Remolacha
- Nabo

Se pueden combinar con pimientos, berenjenas y tomates.

Perennes y otras

Se trata de plantas que no se cultivan en rotación porque pueden permanecer en el mismo sitio durante varias temporadas:

- Aromáticas culinarias
- Arbustos frutales (frambueso, grosellero, arándano, etc.)

Las especies más grandes e “invasoras” como güicoy, pepinos, melón se pueden cultivar en el fondo del huerto, sobre una cerca.

Relaciones con hierbas, insectos

Control de malezas.

Control de plagas.

Pájaros, abejas y animales.

Algunas hierbas tienen efectos benéficos generales sobre la comunidad vegetal. Estas plantas son las siguientes:

Toronjil de menta: Crea en su entorno una atmósfera benéfica y atrae a las abejas. Miembro de la familia de la menta.

Mejorana: Ejerce sobre las plantas circundantes un "efecto benéfico".

Orégano: Ejerce sobre las plantas circundantes un "efecto benéfico".

Ortiga: Contribuye a crear en las plantas circundantes una mayor resistencia a las enfermedades. Aumenta el contenido de aceites esenciales en muchas plantas aromáticas. Propicia la formación de humus. Ayuda a estimular la fermentación en los montones de composta. Aplicada en forma de té, propicia el crecimiento de las plantas y las hace más vigorosas. Concentra en sus tejidos azufre, potasio, calcio y hierro.

Valeriana: Ayuda al crecimiento de la mayoría de las hortalizas. Estimula la actividad del fósforo en su entorno. Propicia la salud y la resistencia a enfermedades en las plantas.

Manzanilla: Especialista en calcio. Contiene una hormona de crecimiento que estimula el desarrollo de las levaduras. En una proporción de 1/100 ayuda al crecimiento del trigo. Aplicada como té, ataca algunas enfermedades de las plantas jóvenes, tales como la pudrición de la raíz o de la base del tallo. Concentra en sus tejidos calcio, azufre y potasio.

Diente de león: Aumenta las fragancias de las plantas medicinales. En cantidades reducidas ayuda al desarrollo de la mayoría de las hortalizas. Concentra potasio en sus tejidos.

Estas plantas son perennes y tradicionalmente se plantan en un extremo del huerto, para no tener que molestarlas en cada cultivo.

La naturaleza es compleja y nuestras creaciones no pueden sino tratar de contribuir y seguir su dinámica. Si somos respetuosos hacia sus fuerzas y equilibrios, ella puede corregir nuestros errores y compensar nuestra falta de comprensión. En la medida que se va teniendo más experiencia, sensibilidad e intuición, va siendo posible poner en práctica con naturalidad nuevas formas de asociar las plantas (Cassanello, 2006).

3.4.5. RESULTADOS

3.4.5.A Rotación

El huerto de la Granja Integral Autosuficiente cuenta con 10 camas de doble excavación para sembrar hortalizas tanto para el autoconsumo de una familia, así como para obtener un pequeño capital monetario al vender los excedentes de la cosecha.

Los tablonces se utilizan para sembrar un cultivo por período y luego se van rotando para no cultivar en más de un período vegetales de la misma especie por tablón. Cada período por cultivo dura aproximadamente medio año, los cultivos que tienen un ciclo de cultivo menor a medio año, por ejemplo la espinaca, acelga, rábano se pueden repetir dos veces (Holmgren, 2007).

En el siguiente cuadro se describe la rotación por tablón tomando en cuenta el asocio de cultivos y los nutrientes que aportan algunos cultivos al suelo.

Cuadro 29. Rotación de cultivos por tablón de la Granja integral Autosuficiente

	Tablón 1	Tablón 2	Tablón 3	Tablón 4	Tablón 5	Tablón 6	Tablón 7	Tablón 8	Tablón 9	Tablón 10
CICLO I	Espinaca	Remolacha	Repollo	Rábano	Frijol	Espinaca	Apio	Zanahoria	Espinaca	Chipilin + maíz
CICLO II	Remolacha	Acelga	Rábano	Frijol	Coliflor	Tomate	Zanahoria	Lechuga	Brócoli	Chipilin + maíz
CICLO III	Acelga	Rábano	Frijol	Repollo	Cebolla	Zanahoria	Espinaca	Brócoli	Remolacha	Chipilin + maíz
CICLO IV	Chile pimiento	Frijol	Cebolla	Apio	Espinaca	Brocoli	Remolacha	Acelga	Cilantro	Chipilin + maíz

3.4.5.B CONTROL FITOSANITARIO GRANJA INTEGRAL AUTOSUFICIENTE

La Granja Integral Autosuficiente busca la forma de producir hortalizas para alimento de sus integrantes sin la utilización de insumos externos a ella. La agricultura convencional se basa en la utilización de químicos para el manejo fitosanitario de plagas y enfermedades. La utilización de químicos a parte de ser bastante costosa es dañina para la salud del ser humano y la flora y fauna del huerto (principalmente la microflora y microfauna).

Para el control de plagas y enfermedades del huerto se utilizó un plan de control fitosanitario basado en la agricultura orgánica, este no es dañino para el ser humano ni para el medio ambiente así como no representa un gasto externo ya que casi todos los insumos se encuentran en la Granja.

Las recetas de los repelentes de plagas se encuentran en la ficha técnica del INCAP, “Recetas para el control de insectos”, de las recetas descritas en la ficha técnica se escogieron las más eficientes para ser utilizadas en el huerto.

Las recetas para el control de enfermedades se encuentran en la ficha técnica del INCAP, “Abonos Foliare – Pesticidas”, de estas se escogieron las más eficientes y que son fáciles de realizar a agricultores (INCAP, 2006).

3.4.5.C HUERTO MEDICINAL

Las plantas medicinales juegan un papel protagónico en la Granja Integral Autosuficiente, tienen varias funciones entre las que se pueden nombrar a:

- En la agricultura sirven como repelentes de plagas, se deben sembrar intercaladas con las hortalizas para que su fuerte aroma sirva como un repelente o distractor hacia las plagas que lleguen a atacar al huerto.

- En la salud humana tienen un gran número de propiedades curativas, como curar males de la garganta, del estómago, aliviar problemas de picazón, dolores de cabeza, etc.

Para completar la Granja Integral Autosuficiente –GIA-, se estableció un huerto medicinal con las plantas medicinales más comunes y fáciles de cultivar, también se estableció un pequeño sombreador para facilitar la propagación, el crecimiento y enraizamiento de algunas especies medicinales (Erongaricuario, 2002).

Entre las especies medicinales establecidas se pueden mencionar las siguientes:

1. Albahaca morada
2. Albahaca blanca
3. Hinojo
4. Romero
5. Zacate limón
6. Ruda
7. Tomillo
8. Hierbabuena
9. Orozú
10. Milenrama
11. Vicks
12. Flor de muerto
13. Sábila
14. Ixbut
15. Cola de caballo
16. Hierba del cáncer
17. Pericón
18. Manzanilla
19. Caléndula
20. Linaza
21. Fenogreco

22. Curarina

En el huerto medicinal se implementó un sistema de riego por goteo.



Figura 45. Implementación Huerto Medicinal

Foto: Gabriel Gálvez

Cómo preparar la tierra

Hay diferentes formas y métodos para preparar el suelo donde realizará el huerto medicinal, debido a la naturaleza silvestre y la adaptabilidad a las condiciones naturales de suelo y clima, las plantas medicinales no necesitan de labranza especial de suelo.

Las plantas medicinales se desarrollan desde suelos con mediana fertilidad hasta suelos pobres, secos y abnegados.

Diferentes formas de preparación de las plantas medicinales

Infusión

Esta forma es útil para preparar té de flores y hojas.

Preparación: se pone agua a hervir por 2 minutos, luego se coloca la planta en una taza, se le agrega el agua hirviendo y se tapa. De esta forma no se pierden las esencias que suelta la planta. Se deja reposar tapado unos 10 minutos, luego se cuela.

Cocimiento

Sirve para las raíces, cortezas, tronquitos y semillas, es decir las partes duras de las plantas.

Preparación: se pone a hervir agua e un recipiente que no sea de aluminio ni de hierro, cuando el agua ya va a hervir se le agrega la planta, si son semillas pequeñas se hierve de 3 a 5 minutos, se tapa y se deja reposar durante 15 minutos, por último se cuela. Si se van a preparar raíces y cortezas duras se hierven de 5 a 10 minutos.

Vaporizaciones

Se realiza a partir del cocimiento, no se cuela y antes de destaparlo se coloca la olla a unos 20 – 25 cm debajo de la cara cubierta con una toalla grande, luego se destapa la olla (se deben cerrar los ojos) y se inhala suavemente el vapor que sale, de esta manera se descongestionan todas las vías respiratorias.

Compresas

Luego del cocimiento se empapa un paño de algodón con el cocimiento, puede ser caliente o frío dependiendo del tratamiento.

Cataplasma

Se muele la planta o semilla, se pone sobre una manta y se aplica directamente sobre la piel en la parte afectada, puede ser fría o caliente, si es caliente, se calienta por baño maría.

Maceración

Es una técnica para extraer principios activos que se alterarían con el calor.

Procedimiento

Se deja la planta cortada en pequeños trozos en agua a temperatura ambiente durante un tiempo concreto, de 12 a 24 horas, dependiendo de la especie, se usa en plantas mucilaginosas, se va agitando la mezcla y finalmente se cuele.

Tintura

Es una mezcla de la planta con alcohol o vino

Procedimiento

Generalmente se hace en frascos de color ámbar, puede ser alcohol puro o de graduación inferior, se obtiene diluyendo la planta en agua. Por ejemplo: al 70%, serían 70 partes de alcohol por 30 partes de agua.

Recolección y Secado

El mejor momento para recolectar la gran mayoría de las plantas es en el período de la floración. Las plantas se recogen una vez se ha evaporado el rocío de la mañana,

mejor realizar la práctica cuando la luna este en fase creciente o llena, cuando se trata de flores y hojas; y en fase de luna menguante, cuando se traten de raíces y cortezas.

Las plantas deben secarse en un lugar oscuro (deshidratador solar indirecto) y aireado, nunca al sol directo. Las raíces y cortezas pueden secarse al sol, pero es mejor sobre una rejilla en un lugar templado, seco y sombrío. De esta manera se conservan de mejor manera sus principios activos (Erongaricuario, 2002).

3.4.5.D Forraje Verde, Napier Morado (*Pennisetum purpureum*)

La Granja Integral Autosuficiente debe proveer el ingreso de estiércoles para composteras y alimento de lombrices, para la generación de estiércol se necesita alimentar animales de porte medio y grande, como conejos, vacas, pelibueyes o cabras.

Se implementó una pequeña parcela de Napier Morado, (*Pennisetum purpureum*), para la alimentación en fresco del área pecuaria de la Granja Integral Autosuficiente, la parcela implementada tiene un área aproximada de 80 metros cuadrados los cuales manejándolos adecuadamente y bajo un sistema de corte escalonado pueden llegar a producir aproximadamente 400 libras de forraje fresco en menos de 60 días, esta producción es suficiente para alimentar a los animales de la GIA.

Al final del período de establecimiento de la Granja Integral Autosuficiente, esta contaba con un huerto medicinal establecido, con sistema de riego por goteo y un sombreador para facilitar la propagación de plantas medicinales, las primeras plantas medicinales fueron donadas a los trabajadores de la finca, con el fin de que estos empezaran a difundir sus propiedades benéficas en la comunidad.

También se estableció la correcta rotación de cultivos dentro la GIA con el fin de reducir la incidencia de plagas y enfermedades y poder tener cosechas escalonadas para satisfacer las necesidades alimenticias de una familia. Con el establecimiento de la zacatera se le pudo dar alimentación a dos pelibueyes y a los conejos, los cuales producían excremento para el alimento de las Coquetas rojas, que a su vez convierten el excremento y los desechos vegetales en abono para el huerto medicinal y el huerto hortícola.

3.4.6 CONCLUSIONES

Se estableció la correcta rotación de cultivos en algunos tablones de la Granja Integral Autosuficiente, por cuestiones de tiempo no se realizó en la totalidad de tablones, con el nuevo sistema de siembra y rotación, se garantiza una cosecha escalonada de productos, logrando tener productos para la venta en toda temporada, también se logra reducir la incidencia de plagas y enfermedades.

Se utilizaron las recetas de fertilizante foliar y de lactobacillus anteriormente descritas para el control de enfermedades y deficiencias nutricionales, obteniendo buenos resultados.

Se estableció un huerto medicinal con 22 especies medicinales que sirven tanto para la salud humana, y como repelentes en el huerto de la Granja Integral Autosuficiente, a este huerto se le estableció sistema de riego por goteo.

Se estableció correctamente una pequeña parcela de forraje verde, napier morado, para la alimentación de los animales de la GIA, como los pelibueyes, conejos y gallinas. Éste también puede servir como material vegetal fresco para hacer composteras.

3.5 SERVICIO No. 4

MANEJO FITOSANITARIO PARA CULTIVOS BAJO INVERNADERO

3.5.1. INTRODUCCIÓN

El Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber, CAIS/INCAP produce mediante cultivos bajo protección o bajo invernaderos. Los cultivos bajo invernadero son cultivos altamente productivos y por lo tanto deberían ser rentables.

Actualmente en Guatemala los cultivos hortícolas más rentables son también los que tienen mayores costos de producción debido a que son muy susceptibles a plagas y enfermedades.

El CAIS tiene sus invernaderos destinados a la siembra de tomate que es uno de los cultivos hortícolas más vulnerables ante el ataque de plagas y enfermedades. El manejo químico para el control fitosanitario en tomate es generalmente altamente tóxico, con efectos residuales y su costo es muy alto.

A continuación se propone un plan de manejo fitosanitario tanto para enfermedades como para plagas del cultivo de tomate, tomando en cuenta el control cultural, el control químico y el control biológico, para disminuir problemas de contaminación así como costos de producción.

3.5.2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El cultivo de tomate tiene alta vulnerabilidad ante el ataque de plagas y enfermedades, al cultivarlo bajo invernadero la incidencia de patógenos es reducida en gran medida, pero

siempre es necesario la planificación de un control fitosanitario para manejar las plagas y enfermedades.

En la agricultura guatemalteca es muy común la utilización de productos químicos con alto grado de toxicidad y de residuidad para el control de plagas y enfermedades. Los cultivos de tomate y chile pimiento son los cultivos que presentan mayor vulnerabilidad ante problemas de fitosanidad y por lo tanto son los cultivos donde más se emplea o se abusa el uso de productos químicos.

Por otro lado no se aplica el manejo cultural que es de los menos dañinos al ambiente ya que no utiliza productos químicos.

3.5.3. JUSTIFICACION

Los cultivos de tomate y de chile pimiento son cultivos altamente rentables debido a que su producción y demanda son bastantes altas. Al implementar un plan de manejo fitosanitario adecuado y respetuoso con el ambiente se reducen los problemas de plagas y enfermedades.

Si en el manejo fitosanitario de tomate y chile se implementan prácticas de control cultural se reducen en gran medida los costos de producción así como la inocuidad y el daño al medio ambiente.

El manejo o control biológico es una técnica que no se utiliza comúnmente en Guatemala debido a que no se informa de esta y a que su implementación es un poco costosa. Se recomienda control biológico ya que es una técnica que no daña al medio ambiente, no es residual en los frutos, no contiene químicos, es inofensiva a los humanos y no provoca daños secundarios a insectos benéficos.

3.5.4. OBJETIVOS

General

Mejorar la producción y las condiciones de cultivos bajo invernadero a través de la implementación de planes de manejo fitosanitario.

Específicos

- Proponer plan de manejo fitosanitario para el cultivo de tomate para disminuir el riesgo a pérdidas por plagas y enfermedades y producir un producto más saludable al disminuir el uso de productos químicos.
- Proponer plan de manejo fitosanitario para el cultivo de chile pimiento para disminuir el riesgo a pérdidas por plagas y enfermedades y producir un producto más saludable al disminuir el uso de productos químicos.

3.5.5 RESULTADOS

3.5.5.A Tomate

3.5.5.A.a Propuesta de manejo de plagas

Cuadro 30. Propuesta de manejo de plagas para el cultivo de tomate

Plagas	Daño	Síntoma	Control cultural	Control químico	Control biológico
Áfido y pulgón	Chupadores	Brote se enrolla, ennegrecimiento del follaje	Eliminar restos de cosecha. Evitar escalonamiento.	Aceite agrícola	Mariquitas
Nochero, <i>Agrotis</i>	Cortadores	Corte en tallo y en el meristemo apical	Eliminar malezas. Al preparar el suelo regar abundantemente	Cebos	Parasitoide Tachinidae
Gusano cachudo, <i>Manduca sexta</i>	Cortadores	Hojas, tallos y frutos mordidos o dañados	Trampas de luz. Combate únicamente en altas densidades	Insecticida por ingestión a base de <i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Telenomus minutum</i>
Minador de la hoja, <i>Liriomyza sativae</i>	Minador	Hojas secas y muestran "líneas" blancas	Deshierbe y raleos Trampas amarillas	Insecticidas sistémicos a base de "abamectina"	<i>Opius dissitus</i>
Mosca blanca, <i>Bemisia tabaci</i>	Chupador, transmisor	Hojas amarillas, necrosis, virus del mosaico dorado	Eliminación hospederos Rotación de cultivos Trampas amarillas	Aceite vegetal	Avispas Hymenoptera
Tortuguilla, <i>Diabrotica</i>	Cortadores	Huecos grandes en hojas y meristemos apicales	Eliminación de malezas Aporque	Insecticida sistémico de contacto ingestión	Parasitoide Tachinidae

3.5.5.A.b. Propuesta de manejo de enfermedades

Cuadro 31. Propuesta de manejo de enfermedades para el cultivo de tomate

Enfermedad	Síntoma	Control cultural	Control químico
Mancha foliar, <i>Septoria lycopersici</i>	Manchas acuosas, circulares con centro gris. Pérdida de follaje de abajo hacia arriba	Utilizar plántulas limpias y certificadas	Mancozeb, Maneb
Marchitez bacterial, <i>Pseudomonas solanacearum</i>	Tallo con exudado viscoso oscuro. Marchitez rápida. Al colocar el tallo cortado en un poco de agua se observa el exudado bacteriano de color blanquecino que emerge del tallo.	Buen drenaje, eliminar plantas con síntomas, variedades resistentes	Fungicidas a base de cobre
Marchitez vascular, <i>Fusarium oxysporum</i>	Marchitamiento amarillo, lesiones color café en tallos y peciolo al realizar un corte en estos.	Desinfección de suelo, rotación de cultivos, eliminar malezas	Fungicidas a base de benomyl, carbendazim
Tizón tardío, <i>Phytophthora infestans</i>	Tallo: banda acuosa verde, se seca y torna oscuro. Follaje: zonas acuosas verdes gris y luego necrosan Fruto: Zona acuosa pardo negro con halo negro	Eliminar residuos de cosecha Evitar siembra escalonada	Fungicidas a base de Mancozeb, Captan, Metalaxyl-M. Realizar rotación de fungicidas
Tizón temprano, <i>Alternaria solani</i>	Hojas: Pequeñas manchas café a negro con halo amarillo Tallo: Lesiones pequeñas oscuras	Eliminar residuos de cosecha y hospedantes alternos, Rotación de cultivos	Fungicidas cúpricos, captan, bromuconazol
Virosis en general	El cultivo de tomate es afectado por gran cantidad de virus, la mayoría de estos presentan: Mosaico en hojas, ya sea verde o amarillo, clorosis	Uso de variedades resistentes Uso de coberturas	-----

	Enrollamiento de la hoja. Achaparramiento de la planta	con mulch Rotación de cultivos Eliminación de plantas infectadas Control de insectos transmisores, principalmente Mosca Blanca.	
--	---	--	--

3.5.5.B Chile

3.5.5.B.a Propuesta de manejo de plagas

Cuadro 32. Propuesta de manejo de plagas para el cultivo de chile

Plaga	Daño	Síntoma	Control cultural	Control químico	Control biológico
Mosca del Chile, <i>Neosilba</i>	Larva en fruto	Síntomas de pudrición por <i>Erwinia</i> y/o <i>Pseudomonas</i> . La pudrición presenta zona acuosa	Recolección de frutos caídos y enterrarlos	Insecticidas no residuales, a base de endosulfán	
Picudo del Chile, <i>Anthonomus eugenii</i>	Disminución de frutos	Caída precoz de frutos, maduración prematura, frutos deformes	Eliminar rastrojo No sembrar por 3 meses, en este tiempo se rompe el ciclo biológico	Insecticidas al inicio de la floración. Utilizar insecticidas de contacto como Monarca	Entomopatógenos como <i>Beauveria basiiana</i> <i>Metarhizium anisopliae</i>
Tortuguillas, <i>Diabrotica sp</i>	Cortadora	Hace pequeñas perforaciones en la hoja	Terreno libre de maleza Aporque controla las larvas	Insecticida sistémico de contacto e ingestión.	
Mosca blanca, <i>Bemisia tabaci</i>	Chupador, transmisor de virus	Se alimentan en el envés de la hoja, se presenta amarillamiento y ennegrecimiento	Proteger en las primeras 5 semanas de cultivo. Utilización de tela de polipropileno	Aceite mineral asperjado sobre la planta. Insecticidas de contacto e ingestión	
Afido, Pulgón, <i>Myzus persicae</i>, <i>Aphis gossypii</i>	Chupador	Brote se enrolla, ennegrecimiento del follaje	Eliminación de malezas Trampas amarillas Trampas con agua	Productos a base de etiofencarb, imidacloprid o piretroides	
Gusano del	Cortadores	Se alimentan en el envés	Fuente de infestación	Productos a base de	

fruto, <i>Spodoptera</i> <i>spp.</i>		de la hoja, producen agujeros grandes e irregulares. Huevos cubiertos de escamas, como pelusa. Las larvas dejan hojas traslucidas	otros cultivos. Se recomiendan barreras vivas como maíz o caña	<i>Bacillus thuringiensis.</i>	
Gusano cortador, <i>Agrotis ipsilon</i>	Cortadores	Cortan los tallos de los trasplantes, follaje y frutos jóvenes. Se alimenta durante la tarde, noche y en la madrugada	Eliminación de maleza Buena preparación de suelo	Cebos al momento del trasplante. Insecticidas de contacto e ingestión	
Minador de la hoja, <i>Liriomyza sativae</i>	Minador	Hojas secas y muestran "líneas" blancas	Deshierbe y raleos Trampas amarillas	Insecticidas sistémicos a base de "abamectina"	<i>Opius dissitus</i>

3.5.5.B.b Propuesta de manejo de enfermedades

Cuadro 33. Propuesta de manejo de enfermedades para el cultivo de chile.

Enfermedad	Síntoma	Control cultural	Control químico
Tizón temprano, <i>Alternaria solani</i>	Hojas: Pequeñas manchas café a negro con halo amarillo Tallo: Lesiones pequeñas oscuras	Eliminar residuos de cosecha y hospedantes alternos, Rotación de cultivos	Fungicidas cúpricos, Captan, Bromuconazol
Marchitez bacterial, <i>Pseudomonas solanacearum</i>	Tallo con exudado viscoso oscuro. Marchitez rápida. Al colocar el tallo cortado en un poco de agua se observa el exudado bacteriano de color blanquecino que emerge del tallo.	Buen drenaje, eliminar plantas con síntomas, variedades resistentes	Fungicidas a base de cobre
Marchitez fungosa, <i>Phytophthora capsici</i>	Marchitamiento parcial o general, la infección ocurre en la base del tallo. Primer síntoma: Hojas marchitas quedan colgando del peciolo	Eliminar residuos de cosecha Altura de la cama de siembra de 30 a 40 cm Excelente drenaje Riego por goteo, no aspersión	Fungicidas al suelo a base de Benomyl, Carbendazim. Luego de la aplicación, regar
Mal del talluelo, <i>Pythium,</i> <i>Rhizoctonia,</i> <i>Phytophthora</i>	Únicamente en fase de plántula, si la planta nace presenta síntomas de estrangulamiento.	Eliminar malezas Suelos bien drenados Desinfección de sustrato y bandejas	Aplicaciones a la semilla de Captán
Mancha bacteriana, <i>Xanthomonas campestris</i>	En la hoja, pequeñas manchas necróticas circulares de aspecto húmedo. En el fruto se miran manchas aceitosas	Utilizar semillas certificadas Buena aireación Riegos ligeros y seguidos Rotación de cultivos Aplicación de nitrógeno foliar	Productos a base de cobre Productos a base de extractos de semillas de cítricos

3.5.6 CONCLUSIONES

Las propuestas para manejo de plagas y enfermedades se dejaron escritas para que se llevara a cabo su ejecución, éstas se discutieron con el administrador del Centro y con los trabajadores para encontrar el manejo más adecuado de acuerdo a las enfermedades y plagas más recurrentes en el Centro, para la realización del plan de manejo se utilizaron los productos más eficientes y más amigables con el ambiente por los principios del Centro.

3.6 CONCLUSIONES GENERALES

- Los costos de implementación de un invernadero con estructura metálica son bastante elevados ya que están hechos con materiales de alta duración.
-
- La mejor opción para el CAIS desde el punto de vista económico a largo plazo es la propuesta por “Orval” ya que en 12 años se gastaría lo mismo con invernaderos de madera, esto solo si la construcción de “Orval” tiene una duración promedio de 25 años.
-
- Al poseer invernaderos de alta calidad, se mejoran las condiciones de desarrollo del cultivo hortícola, esto mejorará en la producción tanto en calidad como en cantidad.
- El presupuesto más barato se obtiene con la construcción de invernaderos con el personal del CAIS/INCAP, es el presupuesto más barato pero no es una estructura durable o de igual calidad que las de metal.
-
- La creación de una lista actual de cursos que se pueden impartir en el CAIS/INCAP es de suma importancia ya que se toman en cuenta las necesidades actuales de los capacitandos así como las tendencias de la agricultura actual.
-
- Se implementaron tres nuevas ecotecnologías y se mejoraron en diseño y componente dos ecotecnologías establecidas anteriormente. La implementación y mejora de ecotecnologías debe ser constante ya que ayudan al desarrollo sostenible de los pobladores del área rural.
-
- La Granja Integral Autosuficiente es un diseño de granja modelo autosostenible para el área rural, para cumplir con sus funciones debe tener alto grado de diversidad de

cultivos así como de actividades, las principales actividades comprenden producción hortícola, pecuaria y actividades en ecotecnologías.

-
- En la Granja Integral Autosuficiente todos los componentes complementan un solo ciclo por lo que las áreas de la GIA se deben comprender y operar como una sola, se debe tener en cuenta que los productos o excedentes de un área dan inicio a las actividades de otra área.

3.7 RECOMENDACIONES

El área de invernaderos debe ser modificada en su totalidad ya que un 80% de los invernaderos se encuentran en contra de las corrientes de viento, esto hace que se deterioren con mayor rapidez y el plástico se rompa fácilmente.

Se deben implementar los planes de mantenimiento ya que de esta forma disminuirán los riesgos de daños irreparables a la estructura principal de estos.

Las capacitaciones son de las principales misiones que tiene el Centro, estas deben ser implementadas continuamente ya que ayudan en gran medida al desarrollo sostenible del área rural. Por otro lado los precios de las capacitaciones deben ser bajos ya que los capacitados generalmente son personas de bajos recursos.

Se deben seguir investigando nuevas ecotecnologías para la implementación en el Centro, así como realizar mantenimiento en las actuales. Es importante que las ecotecnologías implementadas se operen continuamente ya que de esta forma se encuentran pequeños errores en diseño o se idea una mejor forma de diseño y operación.

La Granja Integral Autosuficiente debe seguir en constante evolución y mejoramiento ya que ésta la comprenden una gran cantidad de actividades y operaciones que dependen una de la otra.

El control fitosanitario en el cultivo de tomate y chile pimiento bajo invernadero debe ser bastante intenso y continuo debido a que son cultivos bastante vulnerables a las plagas y enfermedades.

Se debe implementar de forma continua y rigurosa el manejo cultural para el control de plagas y enfermedades ya que en este se pueden controlar y moldear las condiciones para el desarrollo de la plaga y/o enfermedad, al modificar su ambiente o sus hospederos se disminuye la población de esta ya que sus condiciones de vida son afectadas.

3.8 BIBLIOGRAFIA

1. Barrau, C; Porras, M. 2007. Solarización y biofumigación: alternativas no químicas (en línea). Albacete, España, IFAPA, Centro de Investigación y Formación Agraria. Consultado 5 may 2008. Disponible en www.sech07.uclm.es/gestion/pdf/1D14.pdf
2. Barrios, O. 2005. Construcción de un invernadero FUCOA (en línea). Chile, Gobierno de Chile, Región Metropolitana. Consultado 30 may 2008. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/construinv.pdf>
3. Bello, A; López-Pérez, JA; Díaz-Viruliche, L. 2000. Biofumigación y solarización como alternativa al bromuro de metilo. *In* Simposio Internacional de Fresa (2000, MX). Memoria. Eds. JZ Castellanos y F. Guerra. Zamora, México, INCAPA. p. 24-50.
4. Carrasco, G; Izquierdo, J. 1996. La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT"). Santiago, Chile, FAO / Universidad de Talca. 60 p.
5. Cassanello, ME. 2006. Tema 7: control cultural (en línea). Montevideo, Uruguay, Universidad de la República de Uruguay, Facultad de Agronomía, Estación Experimental, Unidad Fitopatología. Consultado 3 set 2008. Disponible en http://www.infoagro.com/formacion/curso_superior_control_biologico_plagas.htm
6. CEADU (Centro de Estudios, Análisis y Documentación del Uruguay, UY). 2002. Abonos líquidos: biofertilizantes líquidos a partir de digestión anaeróbica (en línea). Montevideo, Uruguay. Consultado 15 may 2008. Disponible en <http://www.ceadu.org.uy/abonosliquidos.htm>
7. FAO, CL. 2001. Manual técnico: forraje verde hidropónico; mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA. Chile. 85 p.
8. FIA (Fundación para la Innovación Agraria, CL). 2002. Al rescate de nuestras especies nativas (en línea). Santiago, Chile. Boletín de Plantas Medicinales y Aromáticas no. 6, 2 p. Consultado 5 jul 2008. Disponible en <http://www.fia.cl/difus/boletin/bpm/bpmdiciembre2002.pdf>
9. Fuentes López, M. 2002. El cultivo de maíz en Guatemala: una guía para su manejo agronómico (en línea). Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas. Consultado 22 mayo 2008. Disponible <http://ufdc.ufl.edu/UF00071905/00001>
10. Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura. 2002. Boletín de plantas Medicinales y Aromáticas (en línea). Chile. Consultado 22 abr 2008. Disponible en <http://www.fia.cl/difus/boletin/bpm/bpmdiciembre2002.pdf>

11. Holmgren, D. 2007. La esencia de la permacultura. *In* Permacultura principios y senderos más allá de la sustentabilidad (en línea). Australia, Holmgren Design Services. Consultado 4 abr 2008. Disponible <http://www.madeleine-porr.de/Permacultura.pdf>
12. Ibarra, JL; Rodríguez, A. 1983. Manual de plásticos I: acolchado de cultivos agrícolas. Saltillo, Coahuila, México, CIQA. 47 p.
13. INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT). 2006. Ecotecnologías para la seguridad alimentaria y nutricional: granja integrada autosuficiente –GIA-. Guatemala, INCAP, Centro de Aprendizaje e Intercambio de Saber en Seguridad Alimentaria y Nutricional. 33 p.
14. INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo, US). 1999. Requerimientos nutricionales de los cultivos (en línea). US, INPOFOS, Investigación Educación, Archivo Agronómico no. 3. Consultado 22 mar 2008. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/\\$FILE/aa3.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/c7cae45a06ec30d803256b22006c3f4d/$FILE/aa3.pdf)
15. Iowa State University, University Extension, US. 2002. El manejo integrado de plagas para los huertos de hortalizas (en línea). Iowa, US, Guía de Horticultura de Iowa State University, El Huerto Doméstico. 2 p. Consultado 3 abr 2008. Disponible en [www.extension.iastate.edu/Publications/RG201\(S\).pdf](http://www.extension.iastate.edu/Publications/RG201(S).pdf)
16. Jaramillo, D. 2009. Agricultura urbana. Medellín, Colombia, Granja Pachamama. 28 p.
17. Juárez Hernández, E. 2005. Uso de la energía solar, en deshidratación de frutas y verduras (en línea). México, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Consultado 20 mar 2008. Disponible en http://www.cienciasaplicadas.buap.mx/convocatoria/memorias_2005/017.pdf
18. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, CR). 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. 134 p.
19. PASOLAC, TW. Nicaragua, 2007. Guía técnica de conservación de suelos y agua: barrera viva de zacate napier y Taiwán (en línea). Taiwán. Consultado 12 de agosto 2008. Disponible en http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_23.pdf
20. Quirós P, A; Albertin B, A; Blázquez, M. 2004. Elabore sus propios abonos, insecticidas y repelentes orgánicos. San Pedro, Costa Rica, Organización para Estudios Tropicales, Instituto Nacional de Aprendizaje. 36 p.

21. Reátegui, K; Zenteno, H. 2006. Evaluación del sistema de producción de em-compost utilizando aireación forzada y residuos de banano. Costa Rica, EARTH. 108 p.
22. RED CEAS, HN. 2007. La finca humana: una guía técnica para construir desarrollo con la gente y basado en la gente. Honduras. 20 p.
23. Schinelli, T. 2004. Diseño de invernaderos: proyecto forestal de desarrollo. Patagonia, Argentina, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 4 p.
24. UCYMAT (Unidad de Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, CH. 2006. Condiciones de trabajo en invernaderos; V región (en línea). Chile, Departamento de Inspección, Dirección del Trabajo. Consultado 8 jul 2008. Disponible en http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-93453_recurso_1.pdf