

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, a red lion on the right, and a white cross on the left. Below the shield is a white horse. The shield is set against a green background. The outer ring of the seal contains the Latin text "CONSPICUA CAROLINA ACAD" at the top and "CENTRALIS INTER CONTEMPORANEIS" at the bottom.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA Y FORESTAL, ESTADO ACTUAL Y
FORTALECIMIENTO DE SU DESARROLLO EN LA ESCUELA
NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-,
BÁRCENAS, VILLA NUEVA.**

HUGO RENÉ ESTRADA QUIROA

Guatemala, noviembre de 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA Y
FORESTAL, ESTADO ACTUAL Y FORTALECIMIENTO DE SU DESARROLLO EN
LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-, BÁRCENAS, VILLA
NUEVA.

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

POR

HUGO RENÉ ESTRADA QUIROA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

Guatemala, noviembre de 2008

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 sobre la Investigación Agropecuaria y Forestal, Estado Actual y Fortalecimiento de su Desarrollo, en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva, 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“

HUGO RENE ESTRADA QUIROA

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Todo poderoso por concederme la fuerza, perseverancia y sabiduría necesaria para alcanzar este triunfo.

LA VIRGEN MARÍA

Fuente de fé y consuelo en horas difíciles, gracias por caminar junto a mi.

MIS PADRES

Víctor Hugo Estrada y Zoila Quiroa de Estrada

Como recompensa a su amor, esfuerzo, dedicación y sacrificio que hoy hacen posible la culminación de esta etapa de mi vida.

MI HERMANA

Por su gran ayuda para alcanzar mis objetivos.

MI FAMILIA

Con mucho cariño.

MIS AMIGOS

Eugenio Escobar, Rodolfo Patzán, Hugo Palma, Luís Orellana, Nora Rangel, Alejandra Sarti, José Carlos Santos y Viviana Velásquez, por su valiosa amistad y buenos momentos que compartimos a lo largo de este camino.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES

Msc. Francisco Javier Vásquez, Ing. Agr. Adalberto Rodríguez por su extraordinario e incondicional apoyo durante la realización y elaboración de este documento.

LOS PROFESIONALES

Ing. Agr. Luís Pereira, Ing. Agr. Enio Aguilar, Ing. Agr. Erick Loarca, Ing. Agr. Herbert Ortega, Ing. Agr. Geovanny Hernández, Ing. Agr. Hermógenes Castillo e Ing. Agr. Walter Reyes Sanabria por toda la ayuda prestada durante la realización del EPSA.

LA ESCUELA NACIONAL
CENTRAL DE AGRICULTURA
-ENCA-

Al personal docente, administrativo y muy especialmente al personal de campo de las diferentes áreas productivas que la conforman, muchas gracias por su respaldo.

LA TRICENTENARIA
UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA Y
LA GLORIOSA FACULTAD DE
AGRONOMÍA

Por tener la dicha de pasar por sus aulas y permitir mi formación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESÚMEN GENERAL.....	viii
CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN EN LA ENCA, FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, 2006.	
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO REFERENCIAL	3
3.1. Antecedentes de la ENCA	3
3.2. Descripción Geográfica	4
3.3. Extensión Territorial.....	4
3.4. Límites y Vías de Acceso.....	4
3.5. Características Climáticas.	5
3.6. Clasificación de Zona de Vida	5
3.7. Hidrografía	5
3.8. Clasificación por Capacidad de Uso del Suelo	5
3.9. Características del Suelo	6
4. OBJETIVOS.....	6
4.1. Objetivo General.....	6
4.2. Objetivos Específicos	6
5. MARCO CONCEPTAL	7
5.1. Antecedentes	7
5.2. Convenios de Cooperación	13
6. METODOLOGIA.....	17
7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	18
7.1. Análisis FODA, de la Actividad de Investigación en la ENCA.....	18
7.2. Análisis de Información de la Boleta de Encuesta Para Diagnosticar la Situación de la Actividad de Investigación Agrícola, Pecuaria y Forestal en la ENCA.....	23
7.3. Matriz de Priorización de Problemas de la Actividad de Investigación en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.....	29

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	30
9. CONCLUSIONES	33
10. RECOMENDACIONES	34
11. BIBLIOGRAFÍA	36
12. ANEXOS	38

CAPITULO II. INVESTIGACIÓN

Evaluación de Tratamientos para el Rompimiento de Dormancia en Semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva. 2006.

1. INTRODUCCIÓN	46
2. DEFINICION DE LA INVESTIGACIÓN	48
3. MARCO CONCEPTUAL.....	49
3.1. Distribución Geográfica	49
3.2. Requerimientos Climáticos.....	49
3.3. Propiedades de la Teca.....	49
3.4. Descripción Botánica.....	50
3.5. Polinización.....	52
3.6. Recolección de los Frutos	52
3.7. Almacenamiento de los Frutos.....	53
3.8. Relación entre el Peso del Fruto y el Número de Semillas.....	53
3.9. Germinación de la Semilla	53
3.10. Latencia o Dormancia en las Semillas	53
3.11. Tipos de Latencia que Afectan a Teca	54
3.12. Tratamientos Utilizados para Romper Latencia en Teca	55
3.13. Pruebas Realizadas para Romper Latencia en Teca.....	56
3.14. Pruebas de Viabilidad de Semilla	58
3.15. Vivero	58
4. OBJETIVOS.....	59
4.1. Objetivo General.....	59
4.2. Objetivos Específicos	59
5. HIPÓTESIS	59
6. METODOLOGÍA	60
6.1. Diseño Experimental	60
6.2. Manejo Experimental.....	60
6.3. Unidad Experimental.....	61
6.4. Distribución de los Tratamientos	61
6.5. Modelo Estadístico.....	61
6.6. Manejo del Experimento	62
6.7. Datos Tomados.....	65
6.8. Comparación de Costos de Producción	66

7. RECURSOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
7.1. <i>Mano de Obra.....</i>	66
7.2. <i>Materiales.....</i>	66
8. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	66
8.1. <i>Factibilidad de Tiempo.....</i>	66
8.2. <i>Disponibilidad de Equipo.....</i>	67
8.3. <i>Disponibilidad de Insumos.....</i>	67
9. RESULTADOS.....	68
9.1. <i>Prueba de Germinación en Arena Blanca.....</i>	68
9.2. <i>Pruebas de Germinación en el Germinador.....</i>	72
9.3. <i>Comparación de Costos entre Métodos Pregerminativos.....</i>	74
10. CONCLUSIONES.....	77
11. RECOMENDACIONES.....	78
12. BIBLIOGRAFÍA.....	80
13. ANEXOS.....	83

CAPITULO III. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS DURANTE EL EPSA EN LA ENCA, FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, 2006.

1. INTRODUCCIÓN.....	93
2. OBJETIVOS GENERALES.....	94
3. EJECUCIÓN.....	95
4. Servicio 1: Evaluación del efecto del Ácido Giberélico GA₃ en el Crecimiento de Brotes de Izote pony (<i>Beucarnea recurvata</i> var. <i>guatemalensis</i>) en la ENCA, Bárcenas, Villa Nueva.....	95
4.1. <i>Planteamiento del Problema.....</i>	95
4.2. <i>Objetivos Específicos.....</i>	95
4.3. <i>Metodología.....</i>	96
4.4. <i>Resultados.....</i>	99
4.5. <i>Conclusiones.....</i>	102
4.6. <i>Evaluación.....</i>	103
5. Servicio 2: Establecimiento de una Parcela de Bambú (<i>Bambusa</i> sp.), con Fines de Multiplicación de la Especie en la ENCA.....	104
5.1. <i>Descripción del Problema.....</i>	104
5.2. <i>Antecedentes.....</i>	105
5.3. <i>Objetivos Específicos.....</i>	105
5.4. <i>Metodología.....</i>	105
5.5. <i>Resultados Obtenidos.....</i>	108

5.6. <i>Evaluación</i>	109
6. Servicio 3: Evaluación de 4 Niveles de Vermicompost Aplicado al Cultivo de Chile pimiento (<i>Capsicum annuum</i> var. Quetzal) Bajo Condiciones de Invernadero en la ENCA.	109
6.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	109
6.2. <i>Objetivos</i>	110
6.3. <i>Metodología</i>	110
6.4. <i>Resultados</i>	111
6.5. <i>Conclusiones</i>	113
6.6. <i>Evaluación</i>	113
7. Servicio 4: Propagación de Esquejes de Varias Especies de Bambú (<i>Bambusa</i> sp.) con Fines de Diversificación en la ENCA.	114
7.1. <i>Descripción del Problema</i>	114
7.2. <i>Objetivos Específicos</i>	114
7.3. <i>Metodología</i>	115
7.4. <i>Resultados Obtenidos</i>	117
7.5. <i>Evaluación</i>	117
8. Servicio 5: Introducción de Nuevas Especies a la Colección de Plantas Medicinales de la ENCA.	118
8.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	118
8.2. <i>Objetivos</i>	119
8.3. <i>Metodología</i>	119
8.4. <i>Resultados Obtenidos</i>	121
8.5. <i>Evaluación</i>	121
9. Servicio 6: Ornamentación del Área de Ingreso a la Granja de Producción Animal de la ENCA	122
9.1. <i>Descripción del Problema</i>	122
9.2. <i>Objetivos</i>	122
9.3. <i>Metodología</i>	122
9.4. <i>Resultados</i>	124
9.5. <i>Evaluación</i>	125
10. BIBLIOGRAFÍA	126

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1.	Matriz de priorización de problemas de la actividad de investigación en la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA.....29
2A.	Esquema organizativo de áreas y sub áreas involucradas en el proceso de investigación en la ENCA.....38
3.	Resultados de la germinación de Teca (<i>T. grandis</i> L.f.), expresados en el porcentaje de semillas germinadas.....68
4.	Análisis de varianza de tratamientos para el rompimiento de dormancia en semillas de Teca (<i>T. grandis</i>).....70
5.	Resumen de Prueba de Tukey para la variable respuesta Germinación.....71
6.	Resultados de prueba de germinación en germinador de semilla nacional comparada con semilla importada.....74
7.	Costos de producción de la prueba de germinación por el método de lavado y secado recomendado por el ISTA.....74
8.	Costos de producción de la prueba de germinación por el método de escarificación mecánica y lavado propuesto por BANSEFOR.....75
9.	Análisis de costos unitarios de producción por planta germinada para el método BANSEFOR y el método ISTA.....76
10A.	Precios por servicio de escarificación aplicando métodos abrasivos y precios de semillas ofrecidos por el Banco de Semillas Forestales BANSEFOR.....84
11.	Resultados de campo expresados en largo promedio de brotes para la evaluación del ácido del ácido giberélico en el crecimiento de brotes de Izote pony (<i>B. recurvata</i> var. guatemalensis).....101
12.	Análisis de varianza para evaluación del efecto de giberalina en la brotación de Izote pony (<i>B. recurvata</i> var. guatemalensis).....101
13.	Rendimiento por calidad en kg. del cultivo de chile pimiento (<i>C. annuum</i> var. Quetzal).....112
14.	Rendimiento en Kg./surco de chile pimiento (<i>C. annuum</i> var. Quetzal).....112
15.	Análisis de varianza de Evaluación de 4 niveles de vermicompost aplicado al cultivo de chile pimiento (<i>C. annuum</i> var. Quetzal).....112
16.	Resumen de prueba de Tukey para la variable respuesta rendimiento.....113

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1A.	Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 1.....39
2A.	Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en

	la ENCA. Pregunta 2.....	39
3A.	Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA Pregunta 3.....	40
4A.	Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 4.....	40
5A.	Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 5.....	41
6A.	Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 6.....	41
7A.	Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 7.....	42
8.	Distribución de los tratamientos en el bancal de germinación.....	61
9.	Tratamiento 5, repetición 1, plántulas geminadas en bancal con arena blanca, a los 35 días de iniciado el experimento.....	68
10.	Tratamiento 5, repetición 1, en el bancal de germinación con arena blanca, al día No. 35 del experimento.....	69
11.	Tratamiento 5, repetición 3, el cual alcanzó el mayor número de plántulas geminadas en bancal.....	69
12.	Tratamiento 4, repetición 2; repetición con mayor número de plántulas germinadas del tratamiento 4 (9 horas de lavado y 3 días de secado) a 20 días de iniciado.....	69
13.	Tratamiento testigo absoluto.....	70
14.	Semilla nacional, repetición 4, cero plántulas germinadas al final del ensayo.....	73
15.	Semilla importada, repetición 1, se observa la cantidad de plántulas emergidas.....	73
16A.	Hojas, flores, frutos y plántulas de Teca, (<i>T. grandis</i>).....	85
17A.	Estructuras florales y frutos de Teca, (<i>T. grandis</i>).....	85
18A.	Racimo de frutos de Teca, (<i>T. grandis</i>).....	87
19A.	Tamaño, forma y posición en que se encuentran las semillas en el fruto de Teca (<i>T. grandis</i>).....	87
20A.	Composición externa e interna del fruto de Teca, (<i>T. grandis</i>).....	88
21A.	Tratamiento 5, repetición 3.....	88
22A.	Tratamiento 4, repetición 3; 9 horas de lavado en agua y 3 días de secado al sol.....	89
23A.	Tratamiento 3, repetición 2; 6 horas de lavado en agua y 3 días de secado al sol.....	89
24A.	Tratamiento 2, repetición 1. 3 horas de lavado en agua y 3 días de secado al sol.....	89
25A.	Tratamiento 2, repetición 2 única plántula germinada.....	89
26A.	Ubicación de los tratamientos en bancal de germinación.....	90
27A.	Germinador para realización de prueba de germinación en laboratorio.....	90
28A.	Semilla nacional, repetición 3, cero plántulas germinadas al final del ensayo....	90
29A.	Semilla importada, repetición 2.....	90
30A.	Certificado de calidad de semilla nacional de Teca (<i>T. grandis</i>)	

	proporcionado por BANSEFOR.....	91
31A.	Certificado de calidad de semilla de Teca (<i>T. grandis</i>) importada por Agrokan S.A.....	92
32.	Forma en que se identificaron los diferentes tratamientos dentro de la investigación.....	97
33.	Sellado del tronco de pony para evitar daños por patógenos y lluvia.....	97
34.	Vernier utilizado para medir brotes.....	98
35.	Regla utilizada para medir brotes.....	98
36.	Tratamiento 2, repetición 1, durante la primera toma de datos.....	99
37.	Tratamiento testigo 2 durante la primera toma de datos se observan yemas en brotación.....	99
38.	Tratamiento 3 repetición 1 durante la segunda toma de datos.....	100
39.	Tratamiento 5, repetición 2 durante la segunda toma de datos.....	100
40.	Tratamiento 5 repetición 1, durante tercera toma de datos	100
41.	Tratamiento 2 repetición 1 en la tercera toma de datos.....	100
42.	Tratamiento 5, repetición 1 al realizar la 3era toma de datos.....	102
43.	Testigo 2 al realizar la 3ra toma de datos.	102
44.	Tratamiento 5, repetición 2, se observa la gran cantidad de brotes y largo de los mismos.....	102
45.	Colocación de los esquejes en el propagador para su enraizamiento.....	107
46.	Recubrimiento dado a los esquejes en el propagador	107
47.	Esquejes en enraizamiento.....	107
48.	Enraizamiento de esquejes en los propagadores.....	108
49.	Crecimiento de esquejes en el propagador.....	108
50.	Distribución de los surcos dentro del invernadero para la evaluación de 5 niveles de vermicompost	111
51.	Surco tratamiento 1 (7.14 Kg. vermicompost).....	111
52.	Planta de Bambú de donde se extrajeron esquejes de Guadúa para su multiplicación en la ENCA.	116
53.	Plantación de bambú (<i>Bambusa</i> sp) en la finca Bulbuxya, San Miguel Panán Suchitepéquez.....	116
54.	Forma en que se colocaron los esquejes dentro del propagador.....	117
55.	Distribución por especie y cubrimiento del bancal con arena de los esquejes.....	117
56.	Diseño de la ornamentación establecida en la calle de ingreso a la granja de producción animal.....	123
57.	Protección colocada para evitar que los animales dañaran las plantas.....	124
58.	Pastoreo efectuado en el área.....	124
59.	Ornamentación vista desde la puerta de inicio a la granja de producción.....	125
60.	Ornamentación vista desde la planta de concentrados de la granja de producción animal.....	125

RESÚMEN GENERAL

El Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía -EPSA-, es la fase en la cuál el estudiante integra el cúmulo de conocimientos adquiridos durante su formación académica superior y los lleva a la práctica en la realidad, para enfrentar los retos que día a día presenta el sector agrario nacional a la vez que permite insertarlo profesionalmente en las diferentes actividades que se desarrollan en el mismo.

La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- es una institución nacional autónoma comprometida con el desarrollo del sector agropecuario del país, a través de la formación de técnicos agrícolas y forestales capaces de proponer soluciones a los problemas del agro nacional. En dicha formación, la investigación es básica para la generación de nuevas técnicas, que puedan mejorar los diferentes procesos productivos agropecuarios desarrollados en el país. Dentro del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA- realizado en dicha institución, se visualizó la necesidad de fortalecer y mejorar la investigación agrícola, pecuaria y forestal, a través de un diagnóstico del proceso de investigación con la finalidad de establecer las distintas interrelaciones que tiene la Sub-área de investigación con las diferentes áreas productivas y docentes de la ENCA, conocer la interacción que tiene la ENCA con otras instituciones u organizaciones para el desarrollo de experimentación, las principales carencias para la realización de dicho proceso y las causas por las cuales esta actividad no recibe el apoyo necesario. El diagnóstico mostró que el limitado tiempo de los docentes, la falta de interés y la carencia de equipos de investigación limitan el desarrollo de tan importante actividad.

Derivado de los resultados obtenidos del diagnóstico del proceso de investigación, se estructuró un plan de servicios para la ENCA orientado al reforzamiento de dicha actividad por medio de la elaboración, planificación y ejecución de proyectos nacidos de las necesidades e inquietudes de las diversas áreas productivas y docentes de la ENCA.

Entre estas se realizó la evaluación del efecto del ácido giberélico GA₃ en el crecimiento de brotes de Izote pony (*Beucarnea recurvada* var. guatemalensis), la

evaluación de 4 niveles de vermicompost aplicado al cultivo de Chile pimiento (*Capsicum annuum* var. Quetzal) bajo condiciones de invernadero, la introducción de nuevas variedades de Bambú (*Bambusa* sp), introducción de nuevas especies a la colección de plantas medicinales de la ENCA.

Como una propuesta del área forestal se realizó la evaluación de tratamientos para el rompimiento de dormancia en semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f.), en la cual se tuvo como objetivos evaluar diferentes tratamientos de inmersión de semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f) en agua y secado al sol, incrementa en el porcentaje de germinación de semillas y determinar cuál de los tratamientos reduce significativamente el periodo de dormancia de las mismas.

Así también se apoyó el desarrollo de las distintas actividades académicas a lo largo del módulo de investigación agropecuaria y forestal, como también del curso de estadística general y los diferentes proyectos de investigación que se estaban llevando a cabo como la evaluación de materiales resistentes de Aguacate (*Persea americana* L.) a *Phytophthora cinamomni*, la evaluación de laminas de riego en Tomate (*Lycopersicon esculentum* L. var. Daniela) bajo condiciones de invernadero, la evaluación de distintos materiales de Chile (*Capsicum annuum*) para la fabricación de Páprika y el equipamiento de la Sub-área de Investigación, entre otros.



CAPITULO I.

**DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN EN LA
ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- FINCA BÁRCENA,
VILLA NUEVA, 2006.**

1. INTRODUCCIÓN

La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, es una institución autónoma nacional comprometida con la formación a nivel medio de los futuros profesionales de las ciencias agrícola y forestal de Guatemala, que sean capaces de insertarse al proceso productivo del país en los campos de su competencia, así como contribuir a la resolución de la problemática agrícola y forestal adecuada a la realidad nacional. Dicha formación se fundamenta en el lema “Aprender haciendo” el que conlleva a su vez a la realización de trabajos de investigación, en base a los cuales el estudiante tenga participación activa y directa a efecto de fortalecer su carácter crítico y observador, como también contribuir, en lo posible, a proponer soluciones y resolver problemas.

Dentro de las diferentes áreas administrativas y docentes en las que se encuentra organizada La ENCA, se encuentra el Área Académica y adscrita a ésta la Sub-área de Investigación. Esta tiene el compromiso de coordinar, dirigir y supervisar, el proceso de generación de información a través de la investigación y experimentación, en todas las áreas involucradas en el proceso enseñanza-aprendizaje de los futuros profesionales.

Actualmente la forma de hacer investigación enfrenta algunas deficiencias, las cuales hacen que la misma no se pueda desarrollar de la mejor manera posible. Con la finalidad de determinar los factores que afectan dicha actividad, se realizó a inicios del año 2006 el presente diagnóstico, con los siguientes objetivos: determinar las distintas interrelaciones que tiene la Sub-área de Investigación con las diferentes áreas docentes y productivas de la ENCA, conocer la interacción que tiene actualmente la ENCA con otras instituciones u organizaciones nacionales e internacionales para el desarrollo conjunto de proyectos de investigación, así como priorizar los factores que limitan la actividad de investigación en la ENCA.

Como resultado de dicho diagnóstico tenemos que los principales obstáculos por los que atraviesa la ENCA, se resumen en el tiempo limitado con que cuentan los

profesores para desarrollar actividades de investigación, la falta de equipos de trabajo para realizar proyectos y trabajos de investigación y el escaso presupuesto destinado para dicho fin, lo cual limita la realización de trabajos de experimentación e investigación, que respondan a las necesidades internas de la ENCA, así como a la problemática agropecuaria y forestal del país.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Sub-área de Investigación de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- fue creada con la finalidad de contar con un ente que coordine la actividad de investigación, que difiera como una de las actividades más importantes para que los estudiantes logren alcanzar la excelencia académica, además se constituye en un instrumento para cumplir con el compromiso de contribuir con el desarrollo del sector agropecuario y forestal del país.

La actividad de investigación, además de ser el eje central para el proceso enseñanza-aprendizaje, se debe constituir como un apoyo a las diferentes áreas de producción internas de la ENCA, como una herramienta para la resolución de problemas.

Actualmente no se cuenta con un proceso estructurado, que guíe y oriente las diferentes etapas para la realización de proyectos de investigación tendientes a resolver la problemática sentida al interior de la institución, así como también responda a las inquietudes del sector agropecuario y forestal del país. De tal manera que para la sub área de investigación es de gran importancia realizar una estructuración del proceso, que provenga de la participación del sector interno de la ENCA involucrado en la investigación. Es por este motivo que se realizó el presente diagnóstico para determinar cuáles son los factores que intervienen en el desarrollo de dicha actividad, las fortalezas y debilidades que se tienen para realizar investigación y las oportunidades de realizar proyectos conjuntamente con instituciones cooperantes,

tanto públicas como privadas, nacionales e internacionales y así propiciar la participación de todos los involucrados en la docencia y producción, con la finalidad de que posteriormente se estructure un proceso normativo que dicte los lineamientos adecuados para la realización de investigación en la ENCA.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. *Antecedentes de la ENCA*

La Escuela Nacional de Agricultura -ENA- fue fundada en 1921 y se ubicó en la finca nacional La Aurora, de la Ciudad Capital. En 1936, la ENA se trasladó a la Alameda, departamento de Chimaltenango y finalmente en 1944 se instaló en la finca Bárcena, municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, en donde se encuentra actualmente.

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

En 1967 se crea el Instituto Técnico de Agricultura -ITA- con la fusión de la ENCA y la Escuela Forestal Centroamericana, por sugerencia del Instituto Politécnico de California.

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

En 1996, las reformas a la ley orgánica modifican la conformación del consejo directivo, y a la vez dispone que todo miembro de este consejo tenga facultad para proponer candidatos al cargo de Director de la Escuela. Además se titulan a nombre de la ENCA las tierras de la finca Bárcena y del parque Las Ninfas.

3.2. Descripción Geográfica

La Escuela Nacional Central de Agricultura se encuentra georeferenciada en la hoja cartográfica de la Ciudad de Guatemala, escala 1:50,000 número 2059 I y esta entre las coordenadas UTM 1606540.72 a 1608991.93 y 758609.92 a 757003.85 y las latitudes y longitudes 14° 31'15'' LN a 90° 38'18'' LW y 14° 32'30'' LN a 90° 38'35'' LW. (Barrera et al, 2000)

La altitud del lugar varía desde los 1,406 m.s.n.m. al final del río Platanitos, hasta 1,485 m.s.n.m. en el Consulado Oeste, mientras que las instalaciones administrativas se encuentran a 1,445 m.s.n.m. (Barrera et al, 2000)

3.3. Extensión Territorial

La ENCA tiene una extensión territorial de 515.5 Ha. (Pineda, 1998).

3.4. Límites y Vías de Acceso

Limita al norte con San José Villa Nueva, al sur con el ICTA, al este con la finca Santa Clara y al oeste con la aldea Bárcenas.

Se encuentra situada a 3 kilómetros de la cabecera municipal de Villa Nueva y a 17 kilómetros de la Ciudad Capital. Su acceso es a través de una carretera asfaltada que se comunica con la autopista CA-9, carretera al pacífico. (Barrera et al, 2000)

3.5. Características Climáticas.

La temperatura promedio anual según datos de 1990 al 2003 ha sido de 24.1° C, La temperatura máxima de 30.1° C y la mínima de 8° C (INSIVUMEH, 2006).

La precipitación ha variado durante los últimos 10 años teniéndose que en base a los datos de la estación meteorológica Alameda-ICTA, un promedio de 837.62 mm de precipitación media anual (INSIVUMEH, 2006).

La humedad relativa promedio anual para los últimos 10 años fue del 76% (INSIVUMEH, 2006).

La velocidad del viento para los últimos 13 años es en promedio de 4.13 km/h (INSIVUMEH, 2006).

3.6. Clasificación de Zona de Vida

Según el sistema de clasificación de Holdridge, la zona de vida en que se encuentra la ENCA es la bosque húmedo subtropical templado (bhs-t) (Holdridge, 1982).

3.7. Hidrografía

Según el mapa de cuencas de la Republica de Guatemala, la finca Bárcena se encuentra ubicada dentro de la micro cuenca del río Platanitos, cuenca del lago de Amatitlán (Pineda, 1998).

3.8. Clasificación por Capacidad de Uso del Suelo

De acuerdo a la clasificación para uso de la tierra establecida por el Instituto Nacional de Bosques -INAB- el área que ocupa la ENCA pertenece a la clasificación de tierras altas volcánicas, de donde se deriva su uso en tierras forestales de producción (F) y tierras forestales de protección (Fp). Las tierras forestales de producción F, son

tierras con limitaciones de pendiente o pedregosidad para uso agropecuario, con aptitud preferentemente para manejo forestal sostenible. Las tierras Fp son tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo (INAB, 2000).

3.9. Características del Suelo

El suelo se ha desarrollado a partir de materiales piroclásticos de tipo pomáceo en el cual, a partir de 2.5 Mts. de profundidad se observan partículas grandes, entre 2 y 64 mm. de diámetro, que se utilizan para materiales de construcción o bien como sustrato de pilones y mezcla de bolsas para almácigo o viveros (Barrera et al, 2000)

Según Simmons, et al, los suelos de esta área pertenecen al subgrupo B, de la altiplanicie central de Guatemala, definidos como profundos sobre materiales volcánicos, a mediana altitud.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- 4.1.1. Realizar un diagnóstico con la finalidad de establecer el estado actual de la actividad de investigación en la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA.

4.2. Objetivos Específicos

- 4.2.1. Determinar las distintas interrelaciones que tiene la sub área de investigación con las diferentes áreas docentes y productivas de Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

4.2.2. Conocer la interacción que tiene actualmente la ENCA con otras instituciones u organizaciones, nacionales e internacionales para el desarrollo conjunto de proyectos de investigación.

4.2.3. Priorizar los factores que limitan la actividad de investigación en la ENCA y plantear recomendaciones pertinentes para su solución.

5. MARCO CONCEPTAL

5.1. Antecedentes

La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- amparada bajo la Constitución Política de la República de Guatemala, (Capítulo III, Sección IV; Educación, Artículo 79; Enseñanza agropecuaria) es una institución nacional descentralizada, autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio, de duración indefinida, regida por su propia ley orgánica, encargada de organizar, dirigir y desarrollar los planes de estudio agropecuario y forestal de la nación a nivel de enseñanza media agrícola y forestal de Guatemala. Tiene como sede la Finca Bárcena, ubicada en el Municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala. (Constitución Política de la República de Guatemala, 1985).

Desde su creación en 1,920, la ENCA ha contribuido al desarrollo agrícola de nuestro país a través de incorporar a la sociedad técnicos con excelencia académica y conocimiento práctico básico en las ciencias agrícolas.

La ENCA se rige bajo su propia Ley Orgánica, establecida en el Decreto 56-86 del Congreso de la República de Guatemala, la cual en su artículo 2, establece como objetivos de la ENCA los siguientes:

- La formación de técnicos en las ciencias agrícolas y forestales en enseñanza media.

- Planificar, dirigir, coordinar, supervisar y realizar estudios que coadyuven a la investigación y desarrollo agropecuario y forestal del país.

La ENCA se encuentra organizada en 3 grandes áreas como se observa en el cuadro 1, esquema organizativo de la ENCA, de la siguiente manera:

- Área académica.
- Área de producción.
- Servicios al estudiantes.

Adscrita al Área Académica se encuentra la Sub-área de Investigación de la ENCA. Esta tiene el compromiso de coordinar, dirigir y supervisar, el proceso de generación de información a través de la investigación y experimentación, en todas las áreas involucradas en el proceso enseñanza-aprendizaje de los futuros profesionales.

A continuación se presenta una reseña de las actividades realizadas anteriormente.

En el año 2001 se conformó la Comisión de Investigación de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- la cual tenía por objetivos los siguientes:

- Generar investigación relevante y pertinente orientada a la solución sostenible y de bajo impacto de los problemas del país.
- Plantear soluciones a las necesidades agrícolas, pecuarias y forestales de la ENCA y a nivel nacional, compatibles con el ambiente.
- Coadyuvar a la superación permanente del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la ENCA.
- Retroalimentar los conocimientos de los profesionales de la ENCA.
- Divulgar continuamente los resultados de las investigaciones, a través de los medios al alcance de la ENCA. (Aguilar Reyes, E. 2001)

Dentro de las políticas para el desarrollo de investigación se encontraban las siguientes:

- Proyectar a la ENCA en el marco de la investigación aplicada a problemas agrícolas y forestales en concordancia con su nivel académico.
- Involucrar a todo el personal docente y de producción de la ENCA, en la investigación agrícola y forestal.
- Crear una unidad de investigación con capacidad de planificar y manejar los recursos asignados, generados y provenientes de convenios que se establezcan.
- Promover la capacitación del recurso humano de la ENCA y otras entidades u organizaciones en materia de investigación.
- Trasladar los resultados de la investigación generada hacia todo el sector académico y productivo de la ENCA, así como también a los sectores externos de la misma. (Aguilar Reyes, E. 2001)

Dentro de las estrategias y acciones planteadas se contempló la conformación del Comité de Investigación, para coordinar, gestionar así como el establecimiento de convenios de investigación en la ENCA, para esto tendrá asignación de recursos administrativos y financieros propios.

Para la conformación de equipos o grupos de trabajo, la Dirección nombraría por cada área de trabajo un representante, es decir designaría un representante en cada una de las unidades agrícola, forestal y pecuaria para que conformaran el Comité de Investigación.

La siguiente estrategia era la de conformar equipos de investigación con la participación del recurso humano de la ENCA. También se establecerían mecanismos para captar recursos destinados a la investigación mediante la creación de un fideicomiso, la suscripción de convenios con organismos e instituciones nacionales e internacionales, así como la elaboración y presentación de proyectos ante organismos financiadores.

El desarrollo de la investigación utilizaría como base la problemática nacional que enfrentan los sectores agrícola, pecuario y forestal. Las acciones siguientes estarían encaminadas a proyectar conjuntamente con las EFAs, CEMAFs y otras

instituciones la investigación en las áreas agrícola, pecuaria y forestal, coordinando la investigación a través de equipos multidisciplinarios de las instituciones participantes.

La Comisión de Investigación se apoyaría en los diferentes laboratorios con que cuenta la ENCA; Suelo y agua, Entomología, Fitopatología, Química, Bromatología, etc. para la realización de las diferentes pruebas derivadas de las investigaciones a realizar.

Se plantearon como líneas de investigación las siguientes:

- Mejoramiento genético en plantas.
- Conservación y manejo sostenible de recursos fitogenéticos
- Agricultura orgánica.
- Conservación y mejora de suelo para cultivo
- Fertiriego.
- Cultivos protegidos o plásticultura.
- Cultivos sin suelo e hidroponía.
- Protección vegetal (Fitopatología y Entomología).
- Sistemas de producción de ganado menor.
- Post-cosecha y comercialización
- Sistemas de manejo de cultivos. (Aguilar Reyes, E. 2000)

Para el año 2002, la Comisión de Investigación reestructura parte de su propuesta original, principalmente orientada a la participación de los docentes y estudiantes en dicho proceso, planteándose los siguientes objetivos:

- Identificar los trabajos de investigación que se deben llevar a cabo en cada una de las Sub-áreas de trabajo de la ENCA, considerando su relevancia y pertinencia en cada una de las líneas de investigación que se determinaron.
- Promover la investigación en los campos agropecuario, forestal y de conservación del medio ambiente, con el propósito de que por medio de esta se introduzcan mejoras en el proceso de enseñanza aprendizaje de la ENCA.

- Convocar a cada una de las sub áreas de trabajo de la ENCA a la participación obligatoria para la realización de investigación.
- Elaborar planes operativos de investigación anuales.
- Elaborar el presupuesto de gastos anual y someterlo a la consideración de la Dirección Central para su presentación y aprobación por parte del Consejo Directivo.

5.1.1. Misión

Según Aguilar Reyes, E, el Consejo de Investigación estaría conformado en forma multidisciplinaria por representantes de cada una de las Sub-áreas en retroalimentación con las necesidades del Área de Producción de la ENCA y la demanda de servicios externos. Sería el ente encargado de coordinar la investigación de la ENCA en los campos agropecuario, forestal y de conservación del medio ambiente, tomando como el elemento fundamental la preparación que debe darse a los estudiantes para inducirlos a la cultura y necesidad de la investigación para impulsar el desarrollo del país.

5.1.2. Visión

Para el periodo 2002-2010, la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, a través del desarrollo de actividades de investigación en los campos agropecuario, forestal y de conservación del medio ambiente, habrá contribuido al desarrollo de la agricultura nacional, enfatizando en su particular accionar como ente educativo y también en la conformación de una estructura adecuada para hacer investigación en las diferentes escuelas de educación agrícola y forestal que operan en el interior del país. (Aguilar Reyes, E. 2001)

En ese sentido, como producto de la investigación agrícola y de conservación del ambiente se habrán impulsado cambios sustanciales que se reflejen en la mejora del nivel educativo de sus estudiantes y en consecuencia del nivel de vida de los guatemaltecos.

Es en el año 2005 que se institucionaliza la Sub-área de Investigación, la cual es creada con el objetivo de contar internamente con un ente rector de todas las

actividades relacionadas con la investigación agrícola pecuaria y forestal, así como de contribuir a la solución de la problemática del agro nacional y proyectar a la ENCA hacia la comunidad agrícola del país.

5.1.3. Estrategias

El priorizar y desarrollar trabajo de investigación con base en las líneas de investigación ya determinadas, así como incentivar la participación de todas las áreas de trabajo en planificar y desarrollar planes operativos anuales con soporte presupuestario específicamente asignado, se constituyen como estrategias para la realización de investigación en la ENCA.

La Sub-área de Investigación, basará su actividad como un ente coordinador. Las diferentes Sub-áreas presentarán su problemática que se tomará como base para la investigación.

5.1.4. Líneas de Investigación

Las líneas de investigación son aquellas que permiten realizar investigación de modo sostenido, no del tipo aislado, las cuales deben tener proyección en el tiempo tanto en el corto como en el largo plazo. Las líneas propuestas fueron las siguientes:

- Agricultura orgánica: evaluación de la respuesta a la aplicación de diversos extractos naturales y fertilizantes orgánicos en diferentes cultivos.
- Entomología y Nematología: control biológico y evaluación del uso de parasitoides en diversos cultivos.
- Riego: determinación de laminas de riego en diferentes cultivos.
- Nutrición mineral y vegetal: hidroponía, evaluación de diferentes niveles de nutrición en varios cultivos.
- Nutrición animal: determinación de rendimientos en diversos tipos de pasto y evaluación de diferentes raciones para alimentación de animales.
- Control de Enfermedades: evaluación de cultivares resistentes y evaluación de funguicidas. Control de *Phytophthora cinamoni* en aguacate (*Persea americana* L.).

5.2. Convenios de Cooperación

La Escuela Nacional Central de Agricultura a través de la firma de convenios de cooperación, mantiene actualmente vínculos de colaboración científico y cultural con diferentes instituciones públicas y privadas, tanto nacionales como internacionales. A continuación se presentan los convenios relacionados con actividades de investigación que hasta la fecha la ENCA mantiene.

5.2.1. Convenio de Cooperación ENCA-CEMA

Firma

- Bárcenas, Villa Nueva, 19 de agosto del 2005.

Objetivos

- El objetivo del presente convenio es la utilización adecuada y conjunta de los recursos físicos y acuícolas con que cuenta la finca propiedad de la ENCA denominada parque Las Ninfas ubicada en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, así como el intercambio de información y tecnología en aspectos acuícolas.

Obligaciones de los firmantes

- Compartir los avances tecnológicos en acuicultura con la ENCA.
- Permitir visitas de estudiantes a las instalaciones proporcionando en esos casos un técnico que de las explicaciones respectivas a los alumnos.

Vigencia

- El plazo del presente convenio es de tres años y podrá prorrogarse por periodos iguales, siempre que la solicitud de prórroga se efectúe con por lo menos tres meses de anticipación al vencimiento del plazo.

5.2.2. Carta de Entendimiento entre la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- y el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-.

Firma

- Bárcenas, Villa Nueva, 17 de abril del 2004.

Objetivos

- Unir esfuerzos y cooperar técnicamente para desarrollar acciones conjuntas de educación, investigación y desarrollo en el cultivo de caña de azúcar y contribuir de esta manera al desarrollo de la agroindustria azucarera de Guatemala y en la formación de los futuros peritos agrónomos.

Proyectos de beneficio mutuo

- La carta de entendimiento faculta a la ENCA y CENGICAÑA a desarrollar cualquier otro proyecto de beneficio mútuo, para lo cual ambas instituciones lo notificarán por escrito.

Vigencia

- La vigencia de la presente carta de entendimiento tendrá una duración de cinco años a partir de la firma, pudiéndose renovar de acuerdo con la conveniencia de ambas instituciones y a la evaluación respectiva.

5.2.3. Convenio de Cooperación y Apoyo entre la Entidad YARA Guatemala, Sociedad Anónima y la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Firma

- Bárcenas, Villa Nueva, 26 de abril del 2005.

Objetivos

- Definir el marco de referencia general para viabilizar la cooperación y apoyo que la entidad YARA Guatemala, Sociedad Anónima, proporcionará a la ENCA.

Compromisos y aportes de la entidad YARA

- Cuando sea factible, designar profesionales y técnicos de las especialidades requeridas y en el tema de fertilizantes y nutrición vegetal para la formulación, seguimiento e implementación de proyectos académicos productivos y de investigación de la ENCA.
- Identificar posibles esquemas de apoyo y fortalecimiento a la educación agrícola y forestal de la ENCA.

Compromisos de la ENCA:

- Proporcionar el uso de sus instalaciones, permitir la participación de alumnos y su personal en demostraciones e investigaciones que realice la entidad YARA Sociedad Anónima, siempre que se verifiquen en perfecta armonía con el desarrollo de sus programas académicos y/o productivos.

Vigencia

El plazo de este convenio es de un año contado a partir de la fecha que sea aprobado por el Consejo Directivo de la ENCA y se cumplan las formalidades para su ratificación. Dicho plazo se entenderá prorrogado en forma automática por un periodo igual si ninguna de las partes manifiesta por escrito su decisión de darlo por finalizado.

5.2.4. *Convenio de Colaboración Científica y Cultural entre la Universidad de Almería, España y la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.*

Firma

- Almería, España, 30 de enero del 2004.

Que el intercambio de experiencias y conocimientos científicos en profesores, alumnos y personal de administración y servicios de ambas instituciones es del mayor interés para el progreso de su vida académica.

Que la ENCA y la Universidad de Almería tienen campos de interés común e idénticos fines académicos, científicos y culturales.

Cláusulas

1. Desarrollar relaciones culturales y científicas entre la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- y la Universidad de Almería, estableciendo en primer lugar un intercambio de información sobre especialidades, planes de estudios y calendarios de clases entre ambas instituciones.
2. Fomentar el intercambio de personal docente e investigador entre ambas instituciones, de manera que se facilite que los profesores de cada una de ellas puedan enseñar en la otra institución durante un lapso de tiempo determinado corriendo el sueldo y viajes a cargo de la propia Universidad.
3. Establecer periódicamente encuentros de profesores e investigadores de ambas instituciones de áreas similares de especialización, con el objetivo de que puedan intercambiar sus experiencias y conocimientos, así como facilitar su colaboración en proyectos comunes.
4. Facilitar la participación de investigadores de las respectivas instituciones en planes de investigación conjuntos.
5. Con el objetivo de poder llevar a cabo este programa de colaboración ambas instituciones nombrarán una comisión conjunta que establezca el programa concreto de intercambio de acuerdo con los estatutos y posibilidades económicas de cada institución y que vigile su puesta en práctica, así como su posible mejora.

Vigencia

El presente convenio entrará en vigor a partir de la firma del mismo por ambas partes y tendrá una duración de un año, renovable automáticamente por un periodo similar, a no ser que una de las partes notifique a la otra su deseo de darlo por concluido con una antelación mínima de tres meses antes de la fecha de conclusión del mismo.

6. METODOLOGIA

- Entrevistas con los coordinadores de las Áreas Académica, Producción y docentes de la ENCA con los que tiene relación la Sub-área de Investigación.
- Revisión de campo de las distintas áreas de producción de la ENCA (producción de hortalizas, cultivos extensivos, producción forestal y producción animal) para verificar las diferentes ensayos e investigaciones que se están realizando, así como los futuros trabajos que se tiene planificado realizar.
- Revisión de documentos relacionados con la actividad de investigación como archivos de documentos, cartas de entendimiento y convenios de cooperación vigentes con diferentes organizaciones e instituciones públicas y privadas tanto nacionales como internacionales.
- Realización de encuesta dirigida a docentes y coordinadores de las áreas involucrados en investigación, con el fin de conocer sus puntos de vista, propuestas de trabajo y recomendaciones para la realización de proyectos de investigación en la ENCA.
- Realización de cuadro de análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) con la finalidad de determinar los diferentes aspectos que favorecen o retrasan la planificación y desarrollo de proyectos de investigación en la ENCA.
- Realización de matriz de priorización de problemas para establecer las principales limitantes para el desarrollo de actividades de investigación.

7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información se realizó sistematizando la misma, siguiendo los pasos que se describen a continuación:

- Revisión de archivos para determinar convenios de cooperación con instituciones públicas y privadas, nacionales o internacionales.
- Análisis de resultados de cuadro FODA.
- Tabulación de resultados de boleta de encuesta realizada a los docentes y coordinadores de áreas de producción.
- Elaboración de matriz de priorización de problemas, para determinar el grado de importancia de los mismos.

7.1. Análisis FODA, Para Determinar Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la Actividad de Investigación en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

7.1.1. Fortalezas

Son todos aquellos aspectos que generan o aportan beneficios a una determinada actividad. Dentro de las fortalezas con que cuenta la ENCA para el desarrollo de investigación tenemos:

- Recurso humano altamente capacitado: la ENCA cuenta con un selecto grupo de profesionales de las ciencias agrícolas, pecuarias y forestales con excelente formación académica, entre los cuales se cuentan 11 con estudios de maestría, 14 a nivel de licenciatura, 2 médicos veterinarios y 5 peritos agrónomos. La experiencia y capacidad con que cuenta dicho grupo de profesionales, se puede canalizar hacia el desarrollo de propuestas tendientes a la realización de proyectos de investigación en las diferentes áreas de la ENCA.
- Recurso humano (estudiantes) que se puede involucrar directamente en la planificación, ejecución, levantamiento de datos y análisis de información, con la

debida asesoría y supervisión de los docentes encargados, como parte de la formación científico- técnica de los mismos.

- El equipo básico y logístico con que se cuenta en las diferentes áreas de la ENCA (producción animal, producción forestal, producción de hortalizas a campo abierto e invernadero, producción de ornamentales) puede ser utilizada como plataforma para la realización de investigación aplicada a la producción, con el objetivo de resolver la problemática que se dan dentro de las mencionadas áreas, además de constituirse como soporte para el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- La utilización de los diferentes laboratorios de análisis y referencia con que cuenta la ENCA entre los cuales tenemos:
- Laboratorio de análisis de suelo, planta y agua, equipado con: espectrofotómetro de absorción atómica y colorimétrica y horno de grafito, potenciómetro, conductivímetro, mufla, analizador de fibra cruda y extracto etéreo entre otros.

El laboratorio presta los siguientes servicios, tanto para docencia como para el público en general.

- a. Análisis de suelo (pH, macro y micro nutrientes disponibles, conductividad eléctrica, carbono orgánico, análisis granulométrico, capacidad de intercambio cationico, bases intercambiables, acidez intercambiable, densidad aparente y real).
 - b. Análisis de planta (nitrógeno total, P, K, CA, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn), análisis de agua (cationes, Ca, Mg, Na, K, pH, C.E, aniones SO₄, NO₃, cloruros y sólidos en suspensión).
 - c. Análisis proximal de alimentos (proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, materia seca y % de humedad, cenizas, fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, calcio y fósforo)
- Laboratorio de Microbiología, Entomología y Fitopatología: posee el equipo necesario para la realización de prácticas docentes, como estereoscopios,

microscopios, incubadora, horno, autoclave, cristalería. Presta los siguientes servicios:

- a. Identificación y clasificación de microorganismos (hongos, bacterias, nematodos) insectos y virus.
 - b. Aislamiento e incubación de patógenos (hongos).
- Laboratorio de Botánica: presta el servicio básico para la realización de prácticas docentes, a pesar de la deficiencia en equipo y mobiliario para determinación y almacenamiento de especies colectadas. Su función se basa en la clasificación y determinación de las especies vegetales de mayor importancia en el ámbito agrícola y forestal (reino, sub reino, clase, orden familia y género).
 - Laboratorio de Ciencias Químicas: dicho laboratorio cuenta con el mobiliario y equipo necesario para la implementación de las prácticas de los cursos de química orgánica e inorgánica que actualmente contiene el *pensa* de estudios.
 - Laboratorio de hidráulica; El cual estará funcionando próximamente.

7.1.2. Oportunidades

Son aquellos factores que resultan positivos y favorables que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la institución y que permiten obtener ventajas.

- Existe la posibilidad de realizar pequeños trabajos o proyectos de investigación dentro del curso y el módulo de investigación agrícola, como también en las diferentes áreas de producción, utilizando el presupuesto que se asigna para la ejecución de actividades programadas en dichas áreas y de esta forma no incurrir en desembolsos económicos no planificados.
- Convenios de cooperación vigentes con instituciones gubernamentales, universidades nacionales e internacionales, así como iniciativa privada, los cuales pueden ser aprovechados para la realización conjunta de proyectos y trabajos de investigación de interés mutuo.
- Debido a la buena relación de cooperación existente entre la ENCA y la USAC, se tiene la posibilidad de contar con estudiantes de las unidades académicas de Agronomía, C.C.Q.Q. Medicina Veterinaria y Zootecnia, los cuales durante la

realización de su Ejercicio Profesional Supervisado EPS, apoyen la realización y desarrollo de trabajos de investigación en la ENCA, lográndose así un intercambio de información con el objetivo de fortalecer y enriquecer dicha actividad.

- La ENCA tiene la ventaja de ser la única institución estatal de formación media agrícola a nivel nacional, esto podría permitir gestionar y canalizar con mayor facilidad recursos del estado, bienes o inmuebles, así como donaciones de instituciones y organizaciones nacionales e internacionales.

7.1.3. Debilidades

Se consideran como debilidades aquellos aspectos o factores que disminuyan las posibilidades de realización de la actividad de investigación. A continuación las debilidades detectadas:

- En algunas áreas de la ENCA, no se cuenta con la infraestructura, suficiente recurso humano, ni el presupuesto económico necesario para la ejecución de proyectos de investigación.
- Delegar completamente la responsabilidad de la realización de proyectos de investigación (diseño, planificación, ejecución, supervisión y análisis de información) a la Sub-área de Investigación.
- Falta de personal asignado a la Sub-área de Investigación, ya que actualmente se encuentra conformada solamente por el Coordinador nombrado y el auxiliar Epesista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Temporal).
- El tiempo del que disponen los docentes y coordinadores de áreas, para el desarrollo conjunto de proyectos de investigación es limitado.
- Inexistencia de equipos de trabajo y falta de interés por involucrarse en temas de investigación.
- No contar con áreas específicas para el desarrollo de actividades de investigación en la ENCA.

- Limitación en el uso de las áreas disponibles actualmente para la realización de trabajos de investigación. Si bien es cierto la ENCA cuenta con una gran extensión de terreno que no se utiliza, éste no llena los requerimientos necesarios para la implementación de ensayos como lo son; disponibilidad de agua para riego, características físicas y químicas del suelo, escasa implementación de tecnología, por mencionar algunas.
- Escaso presupuesto asignado para la Sub-área de Investigación el cual impulse significativamente la realización de proyectos de investigación de interés para la ENCA.
- Falta de propuestas para la realización de trabajos de investigación a nivel de las diferentes áreas que conforman la ENCA y la baja participación de los docentes en la mencionada actividad.
- Poca divulgación y publicación de los resultados obtenidos en los trabajos y proyectos de investigación realizados anteriormente en la ENCA.
- El bajo interés mostrado por los trabajadores de las diferentes áreas de producción, al no involucrarse en el desarrollo de las investigaciones y no acatar las recomendaciones de manejo, ocasionando modificaciones en la metodología de ejecución de los ensayos, convirtiendo en poco confiables los resultados obtenidos al final del trabajo.
- Lentitud en los procesos de cotización y aprobación de productos e insumos que se utilizan en el desarrollo de actividades en las diferentes áreas y sub áreas de la ENCA. Esto afectaría el desarrollo de proyectos de investigación que dependan del presupuesto del área donde se estén realizando.

7.1.4. Amenazas

Son aquellas situaciones que provienen del entorno que pueden atentar contra la realización de la actividad de investigación.

- Desplazamiento por otras instituciones de carácter privado y desmotivación de los estudiantes por la investigación como una herramienta fundamental de desarrollo.

7.2. Análisis de Información de la Boleta de Encuesta Para Diagnosticar la Situación de la Actividad de Investigación Agrícola, Pecuaria y Forestal en la ENCA

A continuación se presentan las respuestas al cuestionario de la boleta de encuesta, expresados en porcentaje:

1. Según su opinión ¿Qué tipo de investigación debería hacerse en la ENCA?

- a) Investigación básica.
- b) Investigación aplicada
- c) Validación de tecnología

a) 5%	b) 55%	c) 20%	b y c) 20%
-------	---------------	--------	------------

2. Las propuestas de trabajos o proyectos de investigación a realizarse en la ENCA, deberían provenir de:

- a) Las distintas sub áreas involucradas en la docencia.
- b) La coordinación de cada área
- c) De los docentes, en forma personal
- d) Otros, explique.

a) 41%	b) 11%	c) 11%	d) 11%	b y c) 26
---------------	--------	--------	--------	-----------

3. Según su opinión ¿Hacia donde debería orientarse la actividad de la investigación en la ENCA?

- a) A la actividad docente, exclusivamente
- b) Como apoyo a la producción.
- c) Con fines docentes y de apoyo a la producción

a) 0%	b) 0%	c) 100%
-------	-------	----------------

4. De acuerdo con su experiencia de trabajo, la investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA, debe responder a:

- a) A las necesidades internas de la ENCA, en las diferentes áreas o sub-áreas.
- b) A la problemática de la agricultura a nivel nacional.
- c) Al interés personal de los docentes para retroalimentar el proceso enseñanza-aprendizaje.
- d) A intereses de trabajo según convenios entre ENCA y otras instituciones y organismos internacionales.

a) 25%	b) 45%	d) 15%	a y d) 15%
--------	---------------	--------	------------

5. Con cuántos trabajos o proyectos viene apoyando usted a la investigación en la ENCA.

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3 ó más

a) 45 %	b) 25 %	c) 10 %	d) 15 %
----------------	---------	---------	---------

6. De qué manera se ha involucrado usted o su área en la transferencia de tecnología y cuantas veces lo ha realizado.

- a) Ninguna
- b) Una
- c) Dos o más

a) 44.44 %	b) 22.22 %	c) 33.33 %
-------------------	------------	------------

7. En su opinión cuáles cree Ud. que pueden ser las limitaciones para la realización de proyectos de investigación en la ENCA.

- a) Desconoce el mandato constitucional.
- b) Poca disponibilidad de tiempo.
- c) No hay equipos de trabajo para investigar.
- d) No se cuenta con recursos e infraestructura adecuados.
- e) Otros, explique.

a) 0%	b) 30%	c) 15 %	d) 20%
b y c) 10%	b y d) 10%	c y d) 10%	e) 5%

8. Según su área de trabajo, ¿Qué propuestas haría Ud. para realizar proyectos de investigación en la ENCA.

- Dasonomía Frutales Floricultura Producción
 Cultivos extensivos Olericultura Entomología
 Nutrición vegetal

Propuestas de líneas de trabajo o proyectos de investigación:

1. _____
2. _____
3. _____

En la pregunta número 1, Según su opinión ¿qué tipo de investigación debería hacerse en la ENCA? El 55% de los encuestados respondió investigación aplicada, el 5% investigación básica, el 20% validación de tecnología y el 20% apostó por investigación aplicada y validación de tecnología.

La mayor parte de los encuestados optó por la respuesta b. Investigación aplicada que es el tipo de investigación que se adecúa a las condiciones de infraestructura y equipo con que cuentan las diferentes áreas de la ENCA, al mismo tiempo que permite la adopción de nuevas técnicas de producción.

Cuando se les preguntó a los encuestados sobre de dónde deberían provenir las propuestas de trabajos o proyectos de investigación a realizarse en la ENCA, el 41% opinó que deberían ser de las áreas involucradas en la docencia. Las propuestas de investigación deben provenir tanto del Área Académica, como del Área de Producción ya que las mismas deberían responder a las líneas de investigación establecidas, así como a las necesidades de las diferentes áreas productivas de la ENCA, a fin de dar soluciones adecuadas a las necesidades internas de la institución, lo cual se comprueba en la pregunta número 3 que cita lo siguiente: Según su opinión ¿Hacia donde debería orientarse la actividad de la investigación en la ENCA?, en la cual el 100% respondió que debería orientarse a la docencia y como apoyo a la producción, a la vez que contribuya a la resolución de la problemática enfrentada por el sector agrícola, pecuario y forestal del país.

En la pregunta número 5, en cuanto a la participación actual de los involucrados en la actividad de investigación, el 45% actualmente no apoya ningún trabajo de investigación, el 25% un trabajo, el 10% con dos y el 15% respondió que al menos 3. Los preocupantes resultados obtenidos muestran una baja participación, pues tan solo 10 a 15% de los profesionales esta involucrado en algún proyecto de investigación, lo que representa un mínimo aporte en cuanto a la solución de los diversos problemas enfrentados al interior de la ENCA, así como de las necesidades del agro nacional y la retroalimentación del proceso enseñanza aprendizaje.

Dentro de las limitaciones para realizar investigación, el 30% de los encuestados concluyeron que el mayor inconveniente es la poca disponibilidad de tiempo con que cuentan, seguido de la falta de recursos e infraestructura necesarios con un 20%, así como de la falta de equipos de trabajo para realizar investigación con un 15%. La falta de tiempo es atribuida a que la impartición de clases, módulos de práctica o actividades de producción, demandan casi la totalidad del tiempo disponible.

La carencia de recursos e infraestructura necesarios, esto debido en parte al esquema administrativo gubernamental que posee la ENCA, el cual limita y retarda la disponibilidad de recursos, equipo, insumos, etc., necesarios para la implementación y desarrollo de trabajos de investigación, tendientes a dar solución a los diferentes problemas que aquejan a las áreas productivas de la ENCA.

Por último, el no contar con equipos de trabajo es producto de la falta de participación de los profesionales, pues de dicha conformación de grupos depende la orientación y planificación de trabajos a realizarse, así como la priorización de los mismos en función de las necesidades sentidas al interior de la ENCA, así como del sector agropecuario y forestal del país.

Dentro de las diferentes propuestas realizadas por los encuestados para la realización de proyectos tenemos:

Área forestal:

- Silvicultura de plantaciones forestales.
- Genética aplicada al área forestal.
- Economía aplicada al sector forestal.
- Viabilidad de semillas.
- Duración de la madera en contacto con el suelo.
- Viveros forestales.
- Control de plagas y enfermedades.
- Evaluación del crecimiento de especies de interés.
- Manejo de cuencas hidrográficas.
- Sistemas Geo-informáticos.

Área de frutales:

- Nutrición de frutales como Níspero, Aguacate, Melocotón.
- Fenología de frutales.
- Caracterización de plagas y enfermedades que afectan a los frutales.
- Control de plagas y enfermedades.
- Mejoramiento genético de especies.
- Evaluación de inductores de floración e inhibidores de crecimiento.
- Evaluación de láminas de riego.

Área de producción animal:

- Evaluación de diferentes formulaciones para alimentación animal.
- Uso de estimuladores de crecimiento en lechones.

- Suplementación alimenticia en abejas.
- Biotecnología.

Área de nutrición vegetal

- Soluciones nutritivas para hidroponía.
- Validación de programas de nutrición en diferentes cultivos.

Área de olericultura:

- Producción de hongos comestibles.
- Mejoramiento genético de especies.
- Control de plagas y enfermedades.
- Evaluación de láminas de riego.
- Agricultura orgánica.
- Producción de bioetanol a nivel de laboratorio.

Área de floricultura:

- Evaluación de láminas de riego.
- Evaluación de niveles de fertilización.
- Control de plagas y enfermedades.

7.3. Matriz de Priorización de Problemas de la Actividad de Investigación en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Cuadro 1. Matriz de priorización de problemas de la actividad de investigación en la ENCA.

Problema	Inexistencia de equipos de trabajo	Falta de equipos e infraestructura	Poca disponibilidad de tiempo.	Bajo presupuesto para realización de proyectos.	Escasa participación de los docentes.	Falta de propuestas de investigación.	Falta de áreas específicas para investigación
Inexistencia de equipos de trabajo.	xxx	Inexistencia de grupos de trabajo.	Poca disponibilidad de tiempo.	Bajo presupuesto para realización de proyectos.	Escasa participación de los docentes.	Falta de propuestas de investigación.	Inexistencia de grupos de trabajo.
Falta de equipo e infraestructura.	xxx	xxx	Poca disponibilidad de tiempo	Bajo presupuesto para realización de proyectos.	Escasa participación de los docentes,	Falta de propuestas de investigación	Falta de equipo e infraestructura .
Poca disponibilidad de tiempo.	xxx	xxx	xxx	Poca disponibilidad de tiempo	Escasa participación de los docentes.	Falta de propuestas de investigación.	Poca disponibilidad de tiempo.
Bajo presupuesto para realización de proyectos	xxx	xxx	xxx	xxx	Escasa participación de los docentes.	Bajo presupuesto para realización de proyectos.	Bajo presupuestos para realización de proyectos.
Escasa participación de los docentes	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	Escasa participación de los docentes.	Escasa participación de los docentes.
Falta de propuestas de investigación	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	Falta de propuestas de investigación.
Falta de áreas específicas para investigación.	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Fuente: Elaboración propia.

Según la matriz de priorización de problemas en base al puntaje obtenido, las principales causas que limiten el desarrollo de experimentación e investigación son:

1. Escasa participación de los docentes 6 puntos.
2. Poca disponibilidad de tiempo 4 puntos.
3. Falta de propuestas de investigación 4 puntos.
4. Bajo presupuesto para realización de proyectos 4 puntos.
5. Inexistencia de grupos de trabajo 2 puntos.
6. Falta de equipo e infraestructura 1 punto.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Actualmente las nuevas tendencias en materia de educación sitúan a la investigación como el “eje central” del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para la ENCA la investigación denota especial importancia, pues se constituye en la mejor forma de actualización científica y tecnológica de sus docentes, en las áreas agrícola, pecuaria y forestal, a la vez que permite la adopción de nuevas técnicas de manejo y producción, con lo que se asegura una constante mejora en la calidad de la enseñanza impartida.

En algunas áreas productivas de la ENCA, la falta de infraestructura y equipo como: espacio disponible e instalaciones adecuadas, disponibilidad de equipo y buen estado del mismo, existencia de insumos agrícolas, etc., limitan la realización de trabajos de investigación debido a que no se tienen las condiciones adecuadas para el desarrollo de las pruebas, lo que desestimula la realización de las mismas.

Otro factor influyente es el bajo presupuesto asignado para el funcionamiento de la Sub-área de Investigación, pues no existía presupuesto sino hasta el año en curso. Dicho presupuesto asignado, para el año 2006 fue de Q. 25,000.00, destinado básicamente para el equipamiento de la Sub-área, dicho equipamiento consistió en la adquisición de:

- Equipo de computación, video y almacenamiento de datos.
- Equipo de oficina.
- Equipo electrónico de medición y pesaje.
- Equipo de aspersion y pulverización
- Aperos de labranza.
- Cristalería.

El tiempo limitado con que cuentan los profesionales, debido a que la docencia, módulos de práctica o actividades de producción en las diversas áreas, demandan la mayor parte del tiempo que dispone la jornada diaria de labores. Cabe mencionar

que existen épocas del ciclo escolar (cuatrimestres), en los cuales la carga académica de algunos docentes es baja, por lo que contarían con tiempo para conformar grupos de trabajo e introducirse en la planificación y estructuración de nuevos proyectos o para brindar asesoría y supervisión en el desarrollo de los que ya se realizan.

Otro factor limitante en el proceso de desarrollo de investigación es la escasa participación y proposición de proyectos y trabajos que estén acordes a las líneas de investigación, previamente establecidas, que a la vez respondan a las necesidades internas de cada área de la ENCA y que coadyuven a la resolución de las diversas problemáticas que enfrenta el sector agropecuario y forestal del país.

En cuanto al aprovechamiento y los beneficios obtenidos de los convenios de cooperación establecidos entre la ENCA y diversas empresas e instituciones, públicas y privadas, tanto nacionales e internacionales, se tienen los siguientes datos

En los que se refiere al convenio establecido entre la ENCA y la Universidad de Almería, España, la limitante para el aprovechamiento del mismo ha sido la falta de presupuesto para sufragar los gastos de viaje de los participantes de la ENCA en el intercambio. A pesar de los esfuerzos realizados para la obtención de apoyo en diversas instituciones y organizaciones no ha sido posible conseguirlo, debido a que ya que los sectores involucrados, que pueden apoyar, lo hacen impulsando sus propios programas de becas para capacitación y especialización de recurso humano.

Hasta la fecha, el convenio de cooperación entre la ENCA y YARA-Guatemala, ha proporcionado resultados satisfactorios para el área de producción de la ENCA. En el año 2005 YARA-Guatemala otorgó a la ENCA en calidad de donación ciento doce punto ochenta y dos toneladas métricas (112.82 Tm.) de fertilizante tipo "C" (barredura), quinientos litros de fertilizante líquido (500 Lt.) y un recipiente de mil litros de capacidad (1000 Lt.), como hace constar el acta número veintiséis (26) del libro de actas de la Dirección con número de registro tres mil trescientos seis (3,306).

Los fertilizantes antes señalados fueron utilizados en las diferentes áreas de producción de la ENCA, cultivos extensivos lo destinó en la producción de 18.9 Ha. de Maíz (*Zea mais*) para ensilado, obteniéndose alrededor de 550 toneladas métricas.

También se utilizó para la fertilización de 3.5 Ha de Maíz (*Zea mais*) para la obtención de grano, teniendo rendimientos de 128 qq/Ha. con un total producido de cuatrocientos cincuenta quintales (450 qq.) de Maíz. Así también dichos fertilizantes se utilizaron en producción de frutales en 10.5 Ha de Limón persa, 7.7 Ha. de Aguacate (*Persea americana*), 8.05 Ha. de cítricos diversos y 2.31 Ha. de Melocotón (*Prunus pérsica*).

Producción animal utilizó el aporte para fertilizar alrededor de 7 Ha. de pasto de corte y el área forestal aprovecho la donación en la fertilización de plantaciones de Ciprés (*Cupresus lusitánica*) y Eucalipto, así como también en la fertilización de Café (*Coffe arábica*) y especies forestales ubicadas en la reserva forestal La Montañita, San Agustín Acasaguastlan, El Progreso.

En cuanto al convenio firmado entre la ENCA y CENGICAÑA, no se cuenta con informes de logros obtenidos hasta la fecha. CENGICAÑA por su parte, actualmente hace uso del área cedida por la ENCA de 250 mt² para la cuarentena de exportación de variedades de Caña de azúcar. En materia de intercambio tecnológico la ENCA propone a CENGICAÑA los estudiantes de noveno cuatrimestre para la realización de las Practicas Agrícolas y Forestales Supervisadas -PAF'S-.

Actualmente la ENCA cuenta con la recién formada Unidad de Cooperación, la cual tiene el compromiso de abrir nuevos espacios en materia de cooperación para la ENCA, a través del establecimiento de convenios y alianzas de cooperación con instituciones u organismos nacionales e internacionales, así como dar seguimiento a los convenios ya existentes a través de la supervisión de actividades y elaboración de informes sobre logros y avances de los mismos.

9. CONCLUSIONES

- La interacción que tienen las diferentes Áreas y Sub-áreas de la ENCA con la Sub-área de Investigación en cuanto a la realización y desarrollo de proyectos y trabajos de investigación es escasa, somera y poco propositiva.
- La Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA- a través de la firma de convenios de cooperación, mantiene actualmente relaciones de colaboración científico y cultural con instituciones educativas tanto nacionales como internacionales, como la Universidad de Almería, España, el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala -CEMA-, empresas privadas como YARA-Guatemala y el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-, mediante los cuales se cuenta con la posibilidad explícita en los mismos convenios, de realizar conjuntamente proyectos de investigación, intercambios de información y tecnología, visitas de investigadores, profesores y estudiantes con la finalidad de desarrollar proyectos sólidos de investigación. Sin embargo han sido desaprovechados debido a la falta de participación y conformación de equipos de trabajo, así como de lineamientos que permitan la inserción del sector docente-profesional en investigación.
- En base a la información obtenida y generada sobre la situación actual de la investigación en la ENCA, se determinó que los principales factores que impiden el desarrollo de esta actividad son: la poca participación de los docentes en proyectos y trabajos de investigación, la poca disponibilidad de tiempo de los docentes, la carencia de equipos de trabajo, la falta de propuestas para la realización de nuevos proyectos que provengan de las necesidades sentidas al interior de la ENCA, así como de las necesidades del sector agropecuario y forestal del país.
- Actualmente la ENCA cuenta con la recién formada Unidad de Cooperación, la cual tiene el compromiso de establecer convenios y alianzas de cooperación

con otras instituciones, abrir nuevos espacios para la ENCA y el seguimiento a los convenios existentes.

10. RECOMENDACIONES

- La creación de un normativo interno que dicte en forma explícita, los términos de participación de los docentes, personal de producción y toda persona involucrada en el proceso de enseñanza aprendizaje y que por ende pueda apoyar la actividad de investigación en la ENCA. Dicho normativo puede especificar que dentro de la carga académica de cada docente se debe dedicar un tiempo exclusivamente a apoyar la realización de trabajos de investigación o a la conformación de equipos de trabajo para la planificación de futuros proyectos y el número de trabajos que cada área debe aportar los cuales deben responder a las líneas de investigación ya establecidas.
- Realizar una revisión y en la medida de lo posible una readecuación de la carga académica de cada uno de los docentes, con la finalidad de abrir nuevos espacios a la realización de actividades de investigación y conformación de grupos de trabajos.
- Conformar equipos de trabajo con co-responsabilidad para la formulación de proyectos y ejecución de los mismos, conforme su disponibilidad de tiempo.
- Delegar única y exclusivamente a la Sub-área de Investigación la función de coordinar dicha actividad y que sean los proponentes o interesados en las mismas los que planifiquen, ejecuten y analicen los proyectos a realizarse.
- Cualquier investigación que se haya hecho o se desee realizar dentro del ámbito institucional de la ENCA, deberá ser canalizada hacia la Sub-área de Investigación. Esto permitirá que los resultados obtenidos, sean aprovechados

por todos al ser divulgados por los diferentes medios de comunicación con que cuenta la institución, como lo son el periódico el Sembrador, revista Ceres y la pagina electrónica de la ENCA.

- Se sugiere la creación de un programa de incentivos especiales, los cuales pueden ser de tipo económico, de beneficios personales, de reconocimiento honorífico, etc., el cual fomente y propicie la participación de los profesionales de la ENCA en actividades de investigación.

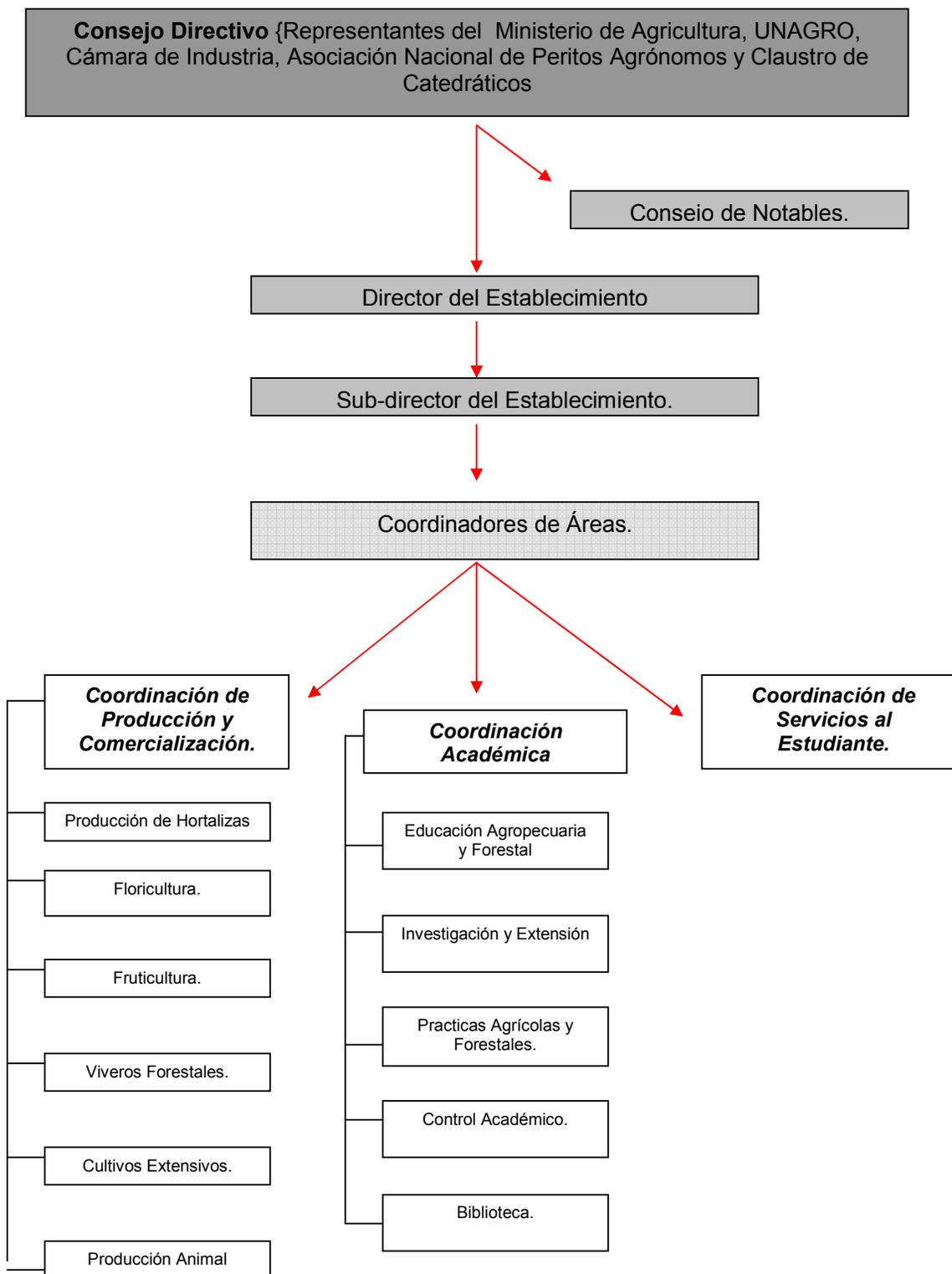
11. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Reyes, E. 2000. La investigación agrícola en la ENCA: sub área de investigación agrícola (correspondencia personal). Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 5 p.
2. _____. 2001. Comisión de investigación: Escuela Nacional Central de Agricultura (correspondencia personal). Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 7 p.
3. Barrera, C; Domínguez, A; Estrada, C; Coronado, F. 2000. Diagnostico de la fertilidad de los suelos de la ENCA. Informe Investigación MSc. Manejo Suelos y Agua. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 60 p.
4. Congreso Nacional de la República de Guatemala, GT. 1985. Constitución política de la república de Guatemala [capitulo 3: derechos sociales, sección cuarta, educación]. Guatemala. 353 p.
5. ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura, GT). 2006. Datos meteorológicos estación meteorológica tipo A, Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA-. Barcenas, Villa Nueva, Guatemala. 1 Disquete.
6. ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura, GT); CEMA (USAC, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, GT). 2005. Convenio de cooperación ENCA – CEMA. Guatemala, ENCA. 3 p.
7. ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura, GT); CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2004. Carta de entendimiento entre la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA- y el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar – CENGICAÑA-, para cuarentenar variedades de caña de azúcar a exportar y formación de estudiantes en el cultivo de la caña de azúcar. Guatemala, ENCA. 3 p.
8. ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura, GT); YARA Guatemala, GT. 2005. Convenio de cooperación y apoyo entre la entidad YARA Guatemala, Sociedad Anónima y la Escuela Nacional Central de Agricultura. Guatemala, ENCA. 3 p.
9. ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura, GT); Universidad de Almería, España, ES. 2004. Convenio de colaboración científica y cultural entre la Universidad de Almería (España) y la Escuela Nacional Central de Agricultura. Guatemala, ENCA. 3 p.
10. Geilfus, F. 1997. 80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. PROCHALATE-IICA, San Salvador, El Salvador. 208 p.

11. Holdridge, LR. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, IICA. 216 p.
12. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.
13. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2006. Datos estación meteorológica tipo B, Alameda ICTA. Guatemala. 1 Disquete.
14. Pineda, C. 1998. Estudio técnico de capacidad de uso de los suelos de la ENCA. Informe técnico P.A. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. 17 p.
15. Simmons, C; Táranos T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.

12. ANEXOS

Cuadro 2A: Esquema organizativo de Áreas y Sub-áreas involucradas en el proceso de investigación en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.



Fuente: Elaboración propia.

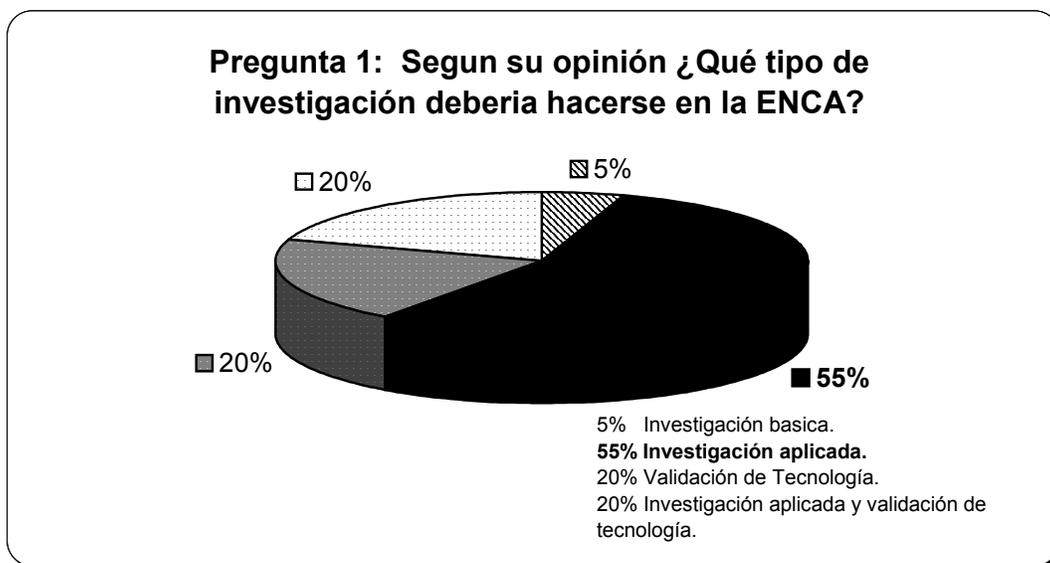


Figura 1A. Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 1.

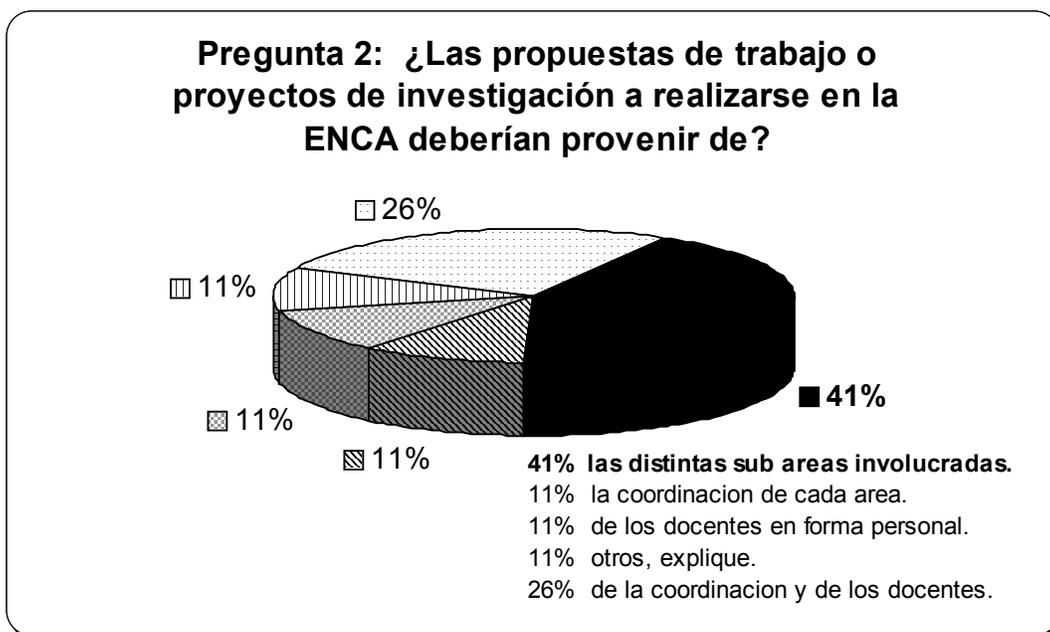


Figura 2A. Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 2.

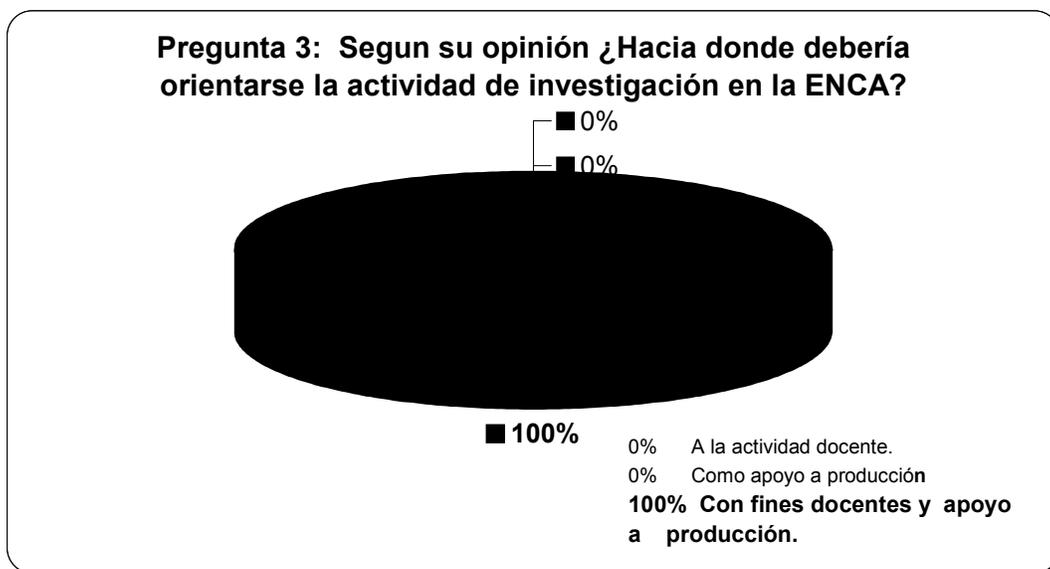


Figura 3A. Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 3.

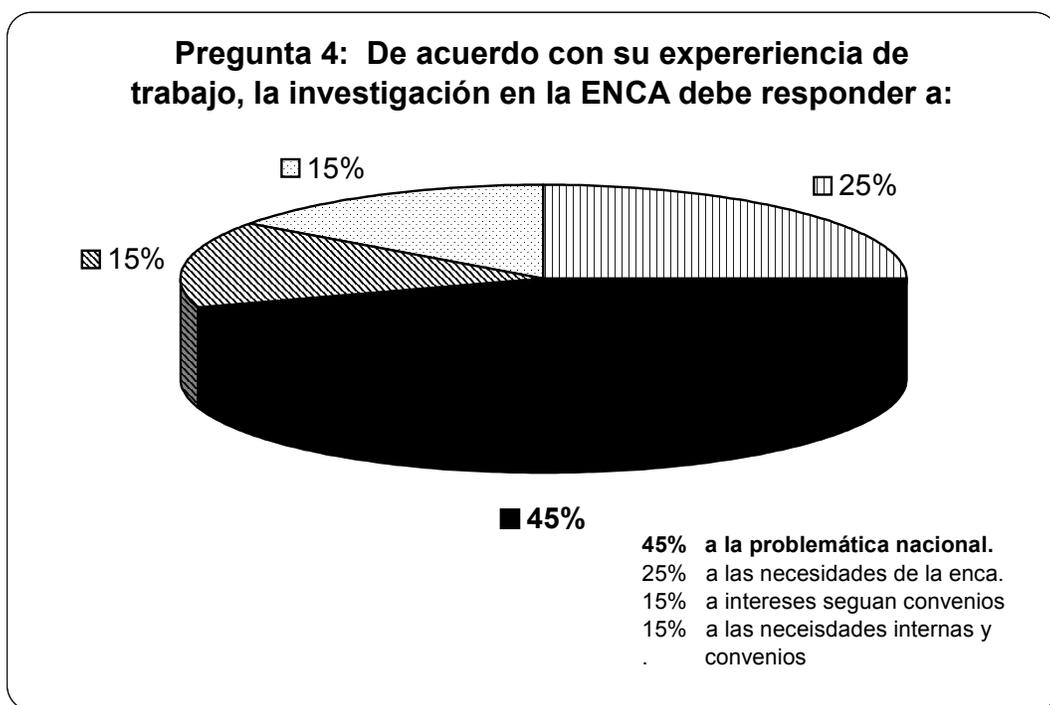


Figura 4A. Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 4.

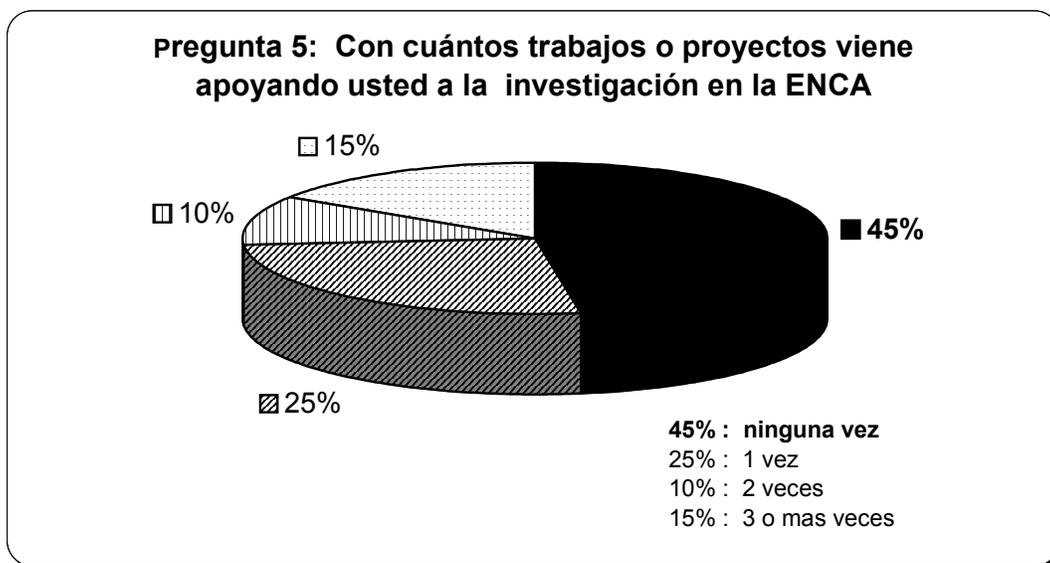


Figura 5A. Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 5.

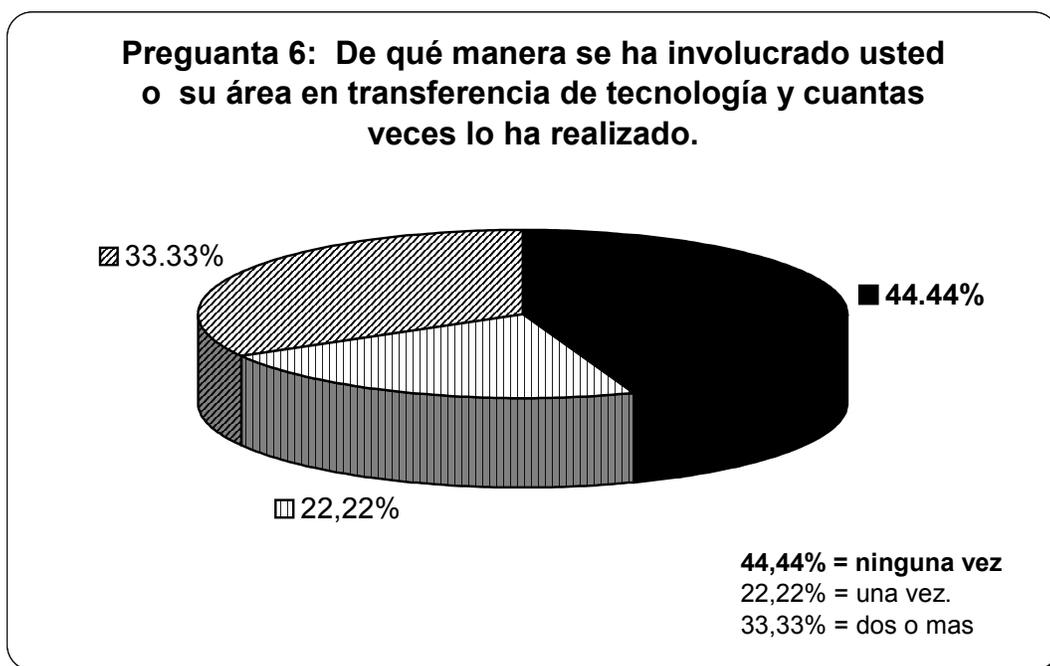


Figura 6A. Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 6.

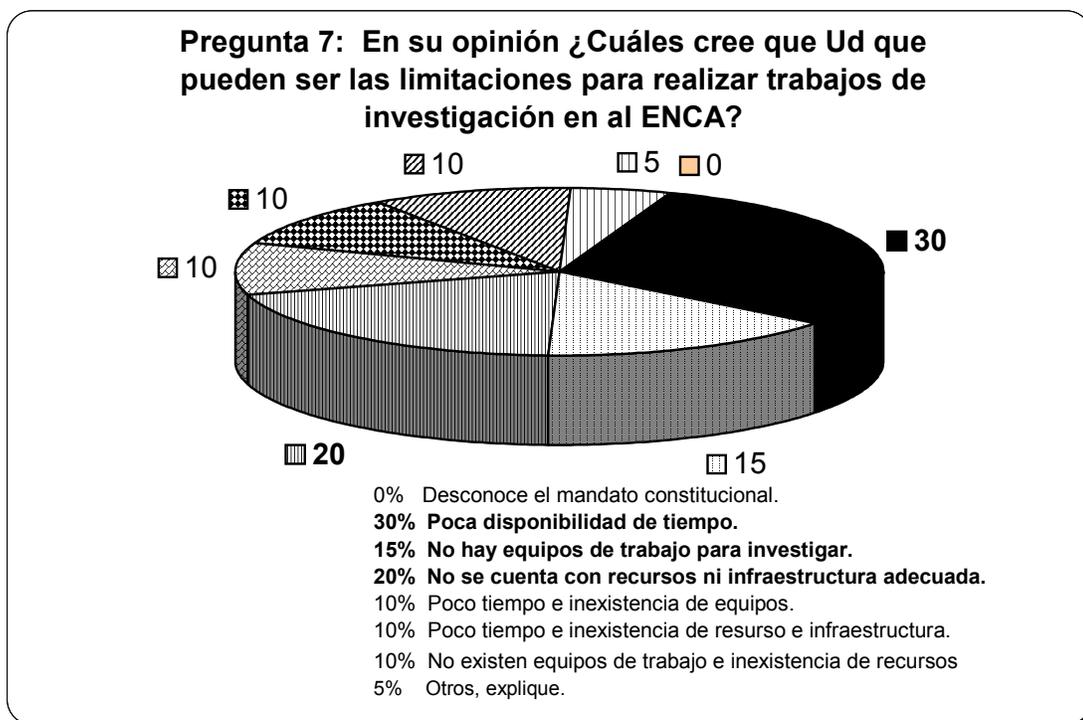


Figura 7A. Grafica de resultados de boleta de encuesta para diagnosticar la situación de la actividad de investigación agrícola, pecuaria y forestal en la ENCA. Pregunta 7.



**CAPITULO II.
INFORME DE INVESTIGACIÓN.**

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA EL ROMPIMIENTO DE DORMANCIA EN SEMILLA DE TECA (*Tectona grandis* L.f.) EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-, FINCA BÁRCENA, VILLA NUEVA, 2006.

EVALUATION OF DORMANCY BREAKING TREATMENT FOR SEEDS OF TECA (*Tectona grandis* L.f.) AT ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-, BÁRCENAS, VILLA NUEVA, 2006.

Evaluación de tratamientos para el rompimiento de dormancia en semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva. Guatemala 2006.

RESÚMEN

Dentro de las especies forestales, cultivables en el territorio nacional, la que presenta mayor demanda para ser cultivada, debido a características, tales como: rápido crecimiento y excelentes características generales, según datos del Plan de Incentivos Forestales -PINFOR- para el 2006 es la Teca (*Tectona grandis* L.f.) Debido al gran auge de la especie, también han aumentado las interrogantes y la necesidad de información respecto a diferentes aspectos de la misma. Una de las inquietudes expresada por los silvicultores nacionales, es del porqué el bajo porcentaje de germinación que presenta la semilla de esta especie, lo cuál es provocado por el fenómeno conocido como latencia o dormancia de la semilla, el cuál imposibilita física y químicamente la germinación. Para reducir el efecto de este fenómeno, el Banco de Semillas Forestales -BANSEFOR-, del Instituto Nacional de Bosques -INAB- pone a disposición de los usuarios el servicio de escarificación de la semilla por medios mecánico abrasivos, dicho tratamiento tiene un costo de Q. 8.00 por kilogramo de semilla procesado. Posterior al escarificado el BANSEFOR recomienda el lavado en agua de la semilla durante 7 u 8 días, para luego ser trasladadas a bancal de germinación.

En busca de un método alternativo a este tratamiento se evaluó el método propuesto por el International Seed Testing Association -ISTA-, que recomienda para el rompimiento de dormancia en Teca (*T. grandis*), un tratamiento consistente en remojar la semilla en agua y permitirle que seque durante 3 días, repitiendo este tratamiento 6 veces. En vista que el tratamiento recomendado por el ISTA presenta características de fácil realización en campo y además evita el tratamiento de escarificación, pero no especifica el tiempo de remojo de las semillas, se propuso evaluar 5 diferentes tratamientos de 1, 3, 6, 9 y 12 horas de remojo en agua, alternados cada uno con 3 días de secado al sol, repitiéndose dicho ciclo de lavado y secado 6 veces.

Al finalizar esta etapa, las semillas se sembraron en bancal de germinación utilizando como sustrato arena blanca, donde se hicieron 2 lecturas, la primera a los 14 días y la última a los 35 días de iniciado la evaluación, esto con el objetivo de determinar cuál de los tratamientos de remojo utilizados proporcionó un mayor porcentaje de germinación. Anterior a la evaluación del método recomendado por el ISTA, se realizó la prueba de germinación en germinador, con la finalidad de evaluar los resultados obtenidos en germinador y compararlos con los resultados obtenidos con el método del ISTA.

De los resultados de la prueba en bancal de germinación se determinó mediante prueba de medias que el tratamiento 5 (12 horas de lavado con agua y 3 días de secado al sol) presentó el mayor porcentaje de germinación alcanzando un promedio de hasta 19 % frente a un 26 % que presenta el lote de semilla de donde se tomó la muestra evaluada. Con respecto a la prueba de germinación en germinador, se obtuvo con la semilla nacional un 2% lo que la hace notoria la importancia del lavado con agua de la misma, previo a su germinación.

Al realizar una comparación de costos de producción entre el método evaluado del ISTA y el método que recomienda el BANSEFOR, se determinó que este último incrementa en aproximadamente Q.10.66 el costo por cada kilogramo de semilla que se utilice, esto por concepto de tratamiento de escarificación y transporte hacia la capital para realizar el mismo, mientras que el método evaluado que recomienda el ISTA no incurre en incrementos por cada kilogramo de semilla utilizado, por lo que se recomienda su uso ya que es un método práctico, de fácil realización en campo y además económico.

1. INTRODUCCIÓN

La reforestación bajo el impulso del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR- del Instituto Nacional de Bosques -INAB-, ha generado gran interés en Guatemala durante los últimos años (INAB, 2006). Dentro de las especies utilizadas se encuentra la Teca (*Tectona grandis* L.f.) y actualmente según el PINFOR es la más demandada por los silvicultores nacionales, debido a su rápido crecimiento así como a sus excelentes características físicas como color de su madera, durabilidad, dureza y altos precios en el mercado nacional e internacional.

Debido al gran auge de la especie, también se ha incrementado la cantidad de interrogantes respecto a diferentes aspectos de la misma. Una de las inquietudes expresadas muy a menudo por los silvicultores nacionales, es el bajo porcentaje de germinación que presenta la semilla de la misma, el cual es debido a que ésta sufre el fenómeno conocido como dormancia. El Banco de Semillas Forestales -BANSEFOR- del Instituto Nacional de Bosques -INAB-, recomienda como tratamiento pregerminativo para esta especie la escarificación mecánica con un costo de Q.8.00/Kg. de semilla tratado y posteriormente el remojo de la misma durante 7 u 8 días. En Guatemala se han realizado muy pocos trabajos tendientes a encontrar soluciones a dicho problema por medio de un método para su tratamiento que sea de fácil y práctica realización en el campo, que a la vez provea buen resultado y de bajo costo económico.

Tomando en cuenta la problemática antes mencionada, se visualizó la necesidad de hallar un tratamiento alternativo cuyo objetivo sea incrementar el porcentaje de germinación, que reduzca significativamente el periodo de dormancia en semillas y que sea práctico y fácil de realizar en el campo. Por tal razón y en base a las recomendaciones realizadas por el International Seed Testing Association -ISTA- para el tratamiento de semillas de Teca (*T. grandis*), se evaluaron 5 diferentes tiempos de remojo de la semilla en agua con 1, 3, 6, 9 y 12 horas de duración y su posterior secado al sol durante 3 días. Posterior al ciclo de remojo y secado se realizó la prueba de germinación en bancal de germinación, en donde se obtuvo que la mayor cantidad de plántulas germinadas corresponden a los tratamientos 4 y 5 (9 y 12 horas de remojo y 3 días de secado) con 11.66 y 17.66% respectivamente. En los tratamientos

1 y 2 se obtuvieron valores promedio de germinación de 1.33% y para el tratamiento 3 el porcentaje promedio de germinación fue del 3%.

Además de la prueba de germinación en bancal, se evaluó la germinación de la semilla en condiciones de germinador en laboratorio, en la cuál se utilizó semilla sin ningún tipo de tratamiento pregerminativo, obteniendo un promedio de germinación de 0.5%. Al comparar los resultados obtenidos en el germinador del laboratorio con los resultados obtenidos en la prueba en bancal de germinación, hacen notorio el efecto causado por el lavado en la germinación de la semilla, ya que cuanto mayor fue el tiempo que se expuso la misma al remojo en agua, mayor fue el porcentaje de germinación obtenido. Sin embargo, ninguno de los 5 diferentes métodos evaluados redujo el tiempo de espera para que iniciara la germinación, es decir reducción del periodo de dormancia.

Al analizar y comparar los costos de producción del método recomendado por BANSEFOR y el método evaluado que recomienda el ISTA, se determinó que el primero incrementa los costos de producción en aproximadamente Q.10.66 por cada kilogramo de semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f) procesado por concepto de escarificación y transporte para realización de la misma.

2. DEFINICION DE LA INVESTIGACIÓN

La especie de Teca (*Tectona grandis* L.f.) es utilizada actualmente en programas de reforestación, así como en el establecimiento de plantaciones forestales con fines de explotación bajo la regencia y financiamiento del Plan de Incentivos Forestales -PINFOR-, del Instituto Nacional de Bosques -INAB-, (INAB, 2006).

La semilla de esta especie presenta problemas para su germinación, esto debido a que es afectada por el fenómeno conocido como latencia o dormancia. El bajo porcentaje de germinación de la Teca (*Tectona grandis* L.f) sin tratamiento pregerminativo, según datos del Banco de Semillas Forestales -BANSEFOR- del INAB, es del 5% al 6% y con tratamiento pregerminativo la semilla nacional puede alcanzar hasta 45%, dependiendo de la calidad de la misma.

Actualmente el BANSEFOR ofrece el servicio de escarificación, el cuál consiste en someter la semilla a un tratamiento mecánico abrasivo, esto con el fin de elevar la germinación de la misma. Tiene el inconvenientes que se tiene que viajar hacia la capital para realizar el tratamiento y cancelar un costo de Q. 8.00/Kg. de semilla tratada, es decir que por cada kilogramo de semilla que se utilice se incrementan los costos de producción en la etapa de vivero, por concepto de transporte y escarificación de la semilla.

Como una alternativa al método propuesto por el BANSEFOR, se evaluó el método para el rompimiento de dormancia recomendado por El International Seed Testing Asociation -ISTA- para semilla de Teca (*T. grandis*), el cual consiste en remojar la semilla en agua durante un tiempo no especificado y permitirle que seque durante 3 días, repitiendo este tratamiento al menos 6 veces. En vista que el tratamiento recomendado por el ISTA presenta características de fácil realización en campo y evita el tratamiento de escarificación, se evaluaron 5 diferentes tiempos de remojo en agua de 1, 3, 6, 9 y 12 horas de duración alternado con secado al sol, para determinar cual proporciona un mayor porcentaje de germinación de semillas.

Al encontrarse un tratamiento que incremente el porcentaje de germinación, hará eficiente el proceso de producción de plántulas, ya que se aumentaría el número de plántulas en etapa de vivero y se obtendría una disminución de los costos de producción. Esto beneficiara a los silvicultores de Guatemala que se dedican a explotar esta especie en programas de reforestación.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. *Distribución Geográfica*

Esta especie es originaria de Birmania, India, Tailandia e Indonesia. Ha sido introducida en África y en muchos países de América Latina entre ellos República Dominicana, Jamaica, Cuba, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México y Venezuela (Cháves, E; Fonseca, W. 1991).

En Guatemala se encuentra distribuida en los departamentos de Izabál, Petén, Alta Verapaz, Escuintla y Suchitepéquez, (PINFOR, INAB, 2003).

3.2. *Requerimientos Climáticos*

Se adapta a climas húmedos y cálidos. Se desarrolla bien en zonas de vida de bosque muy húmedo tropical, bosque húmedo sub tropical, La precipitación óptima está en el rango de 1,250 a 2,500 mm/año. En Centro América se ha plantado en sitios cuya precipitación varía entre 885 y 3,150 mm/año. En general necesita de un período efectivamente seco de 3 a 5 meses de duración. (Chaves, 1991). En Centro América se ha cultivado en lugares con temperaturas entre 23 a 28 °C y en altitudes hasta los 600 msnm, (Briscoe, 1995).

3.3. *Propiedades de la Teca*

3.3.1. *Madera*

La madera tiene albura de color amarillo pálido y duramen castaño amarillento claro, textura media, grano recto, superficie medianamente lustrosa, olor y sabor no característicos. Posee excelentes características de durabilidad, el duramen presenta

baja permeabilidad al ser tratado con producto preservante, en general presenta buenas propiedades para ser trabajada, (INAFOR, 1977).

3.3.2. Leña y Carbón

La madera posee un alto poder calorífico (5,000 Kcal/Kg.), sin embargo por ser una madera de alto valor económico se utiliza poco para leña y carbón (Chavarria, Quirós, 1985). En Guatemala se utilizan árboles jóvenes producto de la práctica de raleos o de pequeñas dimensiones para producir carbón, (INAB, 2006).

3.3.3. Uso Industrial

Las hojas de Teca contienen un tinte de color rojizo el cual es utilizado en algunos países para teñir seda y algodón, (CATIE, 1992).

3.3.4. Uso Medicinal

En la India se utiliza el aceite de la madera por sus propiedades sudoríficas y las flores por sus propiedades diuréticas, (CATIE, 1992).

3.4. Descripción Botánica.

Árbol que alcanza entre 25 y 40 Mts. de altura, corteza externa fisurada color castaño claro, hojas opuestas grandes, ovales, de 11 a 85 cm. de largo y 6 a 50 cm. de ancho, ásperas al tacto, (Fonseca, 2004).

3.4.1. Clasificación Botánica

El nombre común con que se conoce en los países donde ha sido introducida esta especie es Teca o Teak, pero en la india se le conoce con los nombres de Sagún, Sagon, Saguan, Akhu, toca, Slip tru e Indian oak. Su nombre común se deriva de su nombre botánico: *Tectona grandis* Linneo f. (Cháves, E; Fonseca, W. 1991).

División: Magnoliophyta
 Clase: Magnoliopsida
 Orden: Lamiales.
 Familia: Verbenaceae.
 Género: *Tectona*.
 Especie. *Tectona grandis* Linneo. f.

3.4.2. Unidad de Reproducción

En Teca (*T. grandis*) la unidad de dispersión, almacenamiento y siembra es el fruto, a veces denominado con poca propiedad semilla, (FAO, 1995). También se puede reproducir por medio de estacas, cultivo de tejidos e injertos, (Fonseca, 2000).

3.4.3. Morfología de la Flor y Floración

Inflorescencia en panículas terminales (Rivas, 2004) flores monoicas, aparece en panículas erectas y ramificadas terminalmente, de 45 a 60 cm. de largo. Las flores son imperfectas, cubiertas de vellos finos, tienen un cáliz acampanado de color gris y con seis lóbulos. La corola blanquecina tiene forma de embudo, con un tubo corto y seis lóbulos extendidos. El tubo corolar tiene insertos seis estambres. El pistilo contiene un ovario de cuatro células, un estilo delgado y un estigma de dos lóbulos, como se observa en las figuras 16A Y 17A. (Weaber, 2004).

En Centro América, la floración se da normalmente entre los meses de junio a septiembre, (Weaber 2004). Los frutos maduran 2 ½ a 3 meses más adelante es decir de febrero a abril (Chable 1969, Mahapol 1954 citado por Francis J.K. 2005). Las flores se abren unas pocas horas después de la salida del sol. El mejor período para la polinización es entre 11:30 a.m. y 1:00 p.m. (Cháves, E; Fonseca, W. 1991).

3.4.4. Morfología del Fruto

El fruto es una drupa coriácea y pilosa (Salazar, citado por Padilla, 1977). Cerca del núcleo hay 4 orificios que llevan hasta el centro del mismo lo que hace que la semilla sea poliembriónica, (Salazar, citado por Padilla, 1977). La fruta tiene forma subglobosa, parecido a un tetrágono aplanado, exocarpo delgado y carnosos cuando esta fresco, tal y como se ve en la figura 11 A, (Cháves, E; Fonseca, W. 1991).

El fruto posee un simple película epidérmica exterior o epicarpio la cual lo recubre como se observa en la figura 19A. El mesocarpo lo constituye la parte felposa el cual puede variar su grosor dependiendo de la región de procedencia. Posee un endocarpo grueso, óseo, corrugado y duro de aproximadamente 1.2 cm. de diámetro, el cual esta dividido en cuatro lóbulos, (Niembro, 1988). El fruto contiene de 1 a 3, raramente 4 semillas de 5mm. de largo, como se presenta en la figura 13A, (López, 1977 citado según Cháves, E; Fonseca, W. 1991).

Las semillas de Teca (*T. grandis*) procedentes de lugares más húmedos tienden a ser más grandes que aquellas de los lugares más secos, (Weber 2004). Los frutos son moderadamente grandes con 1,400 a 1,600 semillas por kilogramo, pero este número es variable dependiendo de las condiciones agroclimáticas del lugar donde se encuentra la plantación y de la edad de los árboles productores, (Rivas, 2004).

El tamaño del fruto y la región de origen también afectan el porcentaje de germinación. Las frutas grandes tienden a tener un mayor número de semillas que los frutos más pequeñas, debido a que se da una formación completa del embrión en cada loculo, por lo tanto, producen un mayor número de plantas por fruto en semillero (Banik 1977, citado por Francis J.K. 2004). Se recomienda que las frutas más pequeñas a utilizarse sean de 14 mm. de diámetro. Las semillas de regiones secas tienen con frecuencia más dificultad para germinar, (Troup 1921 citado por Francis J.K. 2004).

3.5. Polinización

La Teca (*T. grandis*) es principalmente una especie de polinización cruzada. La incompatibilidad con sí misma es alta (FAO, 1995). La auto polinización puede darse pero la germinación de estas semillas es muy baja comparada a la de las frutos resultantes de polinización cruzada, (Briscoe, 1995).

3.5.1. Formas de Polinización

Dos especies de abejas de miel (Apidae: *Heriades párvula* y *Ceratina hieroglyphica*) han sido identificadas como polinizadores importantes, (Weaver, 2004).

3.6. Recolección de los Frutos

La Teca (*T. grandis*) se recolecta de rodales seleccionados por sus características físicas, así como por su edad. En Centro América se recolecta semilla de árboles desde 10 años de edad (Cháves, E; Fonseca, W. 1991). Las frutas se pueden recoger del suelo, cortar de los árboles con los postes de la poda, o sacudir de las ramas. Según Padilla 1977, la primera recolección de frutos en Guatemala se hace

durante los meses de julio a septiembre y la segunda con mejores porcentajes de germinación, de diciembre a febrero.

3.7. Almacenamiento de los Frutos

El alto contenido de agua de la semilla o la alta humedad atmosférica acortará la vida de almacenaje considerablemente. Los largos periodos del almacenamiento no han sido necesarios en la mayoría de las áreas, ya que la especie produce buena cantidad de semilla cada año (Mahapol 1954, Troup 1921 citado por Francis 2004). Las frutas se pueden colocar al sol o en lugares ventilados para secarse. (Weber, 2004). Sin embargo las frutas sin ningún tratamiento pueden durar almacenadas en sacos y en ambiente seco hasta dos años, (Briscoe, 1995).

3.8. Relación entre el Peso del Fruto y el Número de Semillas

Las semillas hacen cerca del tres por ciento (3%) del peso total del fruto de Teca ya limpiado (Dabral 1976 citado por Francis 2004). Los frutos contienen 1 ó 2 raramente 3 semillas en su interior, (Fonseca, 2003).

3.9. Germinación de la Semilla

Varios estudios realizados en otros países para determinar el porcentaje de germinación de la semilla fresca reportan porcentajes de 40% a 60% (CATIE, 1986 y Flinta, 1960 citados por Chaves, 1994). Por su parte La Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y Agricultura -FAO-, menciona un 60% a 80% de germinación. La semilla de Teca se ve afectada por el fenómeno de latencia o dormancia lo cual dificulta su reproducción.

3.10. Latencia o Dormancia en las Semillas

La latencia se da generalmente en especies arbóreas originarias de climas estacionalmente severos, (JARA, 1966). En la naturaleza la latencia que posee la semilla de Teca (*T. grandis*) conduce a una germinación retardada o irregular, la cual en condiciones relativamente no controladas debe asegurar que por lo menos algunas

de las plántulas germinadas sobrevivan. Cuando el hombre cambia la germinación natural por artificial con el objetivo de obtener plantas bajo condiciones controladas de humedad, temperatura, intensidad de luz, época de siembra, etc., para regeneración masiva, se encuentra con el problema de que la germinación de la semilla es de bajo porcentaje, de lento apareamiento y crecimiento disperso, lo cual ocasiona problemas en el vivero para la obtención tanto de calidad como cantidad de plantas, (Danida Forest Seed Centre, 2000).

Según el ISTA, 1996 la especie Teca (*T. grandis*) es un árbol cuya semilla presenta dificultades para la germinación debido al fenómeno de latencia o dormancia.

El Danida Forest Seed Centre, reporta que “(*T. grandis*) es una especie tropical en la cual hay evidencia de la latencia química causada por inhibidores en el pericarpio puede ser importante, no la latencia física.” Esta evidencia se obtuvo al realizar un ensayo en el cual se remojaron en agua semillas de Teca durante 4 días, el extracto de dicho remojo se utilizó para humedecer semillas de otra especie forestal, la cuál dio como resultado porcentajes de germinación en 144 horas del 11%, comparada con 76% cuando se humedeció con agua normal y del 96% de germinación cuando se aplicó agua destilada, (Danida Forest Seed Centre, 2000).

3.11. Tipos de Latencia que Afectan a Teca

3.11.1. Latencia Física: la testa o secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables. El embrión está quiescente, pero se encuentra encerrado dentro de una cubierta impermeable que puede preservar las semillas con bajo contenido de humedad durante varios años, aún con temperaturas elevadas, (Jara, 1996).

3.11.2. Latencia Química: corresponde a la producción y acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación ya sea en el fruto o en las cubiertas de las semillas, (Hartmann, 1990). Algunas semillas tienen químicos en las partes del fruto o la cubierta de la semilla que previenen el inicio de la germinación, a pesar de contar con las condiciones básicas.

Los químicos aseguran que la semilla germinará solo cuando las condiciones sean apropiadas para el crecimiento de la plántula, (Danida Forest Seed Centre, 2000).

3.12. Tratamientos Utilizados para Romper Latencia en Teca

Los tratamientos previos para romper la latencia física de la cubierta tienen por finalidad ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar el embrión ni el endospermo que están en su interior. Comprenden métodos físicos y biológicos, como el uso de calor seco y remojado en agua o el uso de soluciones químicas, (FAO, 1995).

El Danida Forest Seed Centre reporta varios tratamientos utilizados tradicionalmente para romper latencia en semilla de Teca (*T. grandis*) por medio de la escarificación física, como el uso de fuego en condiciones controladas, ya que se sabe que los incendios forestales en la naturaleza propician la germinación de semillas forestales, presentando el inconveniente que se debe tener mucha experiencia para no quemar la semillas y dañar el embrión. Otro método utilizado es el uso de termitas, en Tailandia se dispersaron los frutos de Teca sobre el suelo, formando una capa de 5 cm. de grosor, se cubrieron con cartón, colocándoseles las termitas. Después de 5 semanas se recolectaron los frutos y se les hace el tratamiento de remojado obteniéndose mejores resultados que con la siembra directa de los frutos sin tratamiento alguno.

Dentro de los métodos de escarificación mecánica están el de hacer pequeños cortes al fruto en el exocarpo, utilizando tijeras, cuchillos, esmeriles, hasta el uso de lijas para desgastar la cubierta de los mismos, con el inconveniente que el escarificado se debe hacer para cada semilla, lo que lo hace un método impráctico cuando se necesita procesar cantidades considerables de semilla.

Los métodos de escarificación química son en los cuales se realizan aplicaciones de diferentes químicos como el ácido sulfúrico o el ácido clorhídrico. En Guatemala, según Padilla 1977 reporta el uso de remojamientos de la semilla en agua con cal (CaO), ácido sulfúrico (H^2SO^4) al 95% durante 15 y 30 minutos respectivamente y remojamientos con agua, demostrando que el uso del método agua con cal, presentó

los mejores resultados de germinación, mientras que el método de remojo en ácido sulfúrico reporto los mas bajos porcentajes de germinación, esto debido según el autor a las altas concentraciones y largos tiempos de exposición de las semillas en el ácido sulfúrico.

García en su trabajo de 1989 evaluó 9 tratamientos utilizando métodos de escarificación mecánica, remojo en ácido giberélico a 90, 75, 60, 50 y 30 ppm (partes por millón) durante 60, 45 y 30 minutos y remojo en ácido sulfúrico (H^2SO^4) al 50% durante 30 y 15 minutos respectivamente, obteniendo porcentajes de germinación del 55% con el tratamiento de escarificación mecánica con lija mas inmersión en ácido giberélico a 75ppm durante 30 minutos.

El objetivo de remojar las semillas con agua es el de modificar las cubiertas de las mismas con el fin de ablandarlas y que la plúmula y raíz puedan emerger, al mismo tiempo hacer un lavado de los inhibidores químicos que se cree causan retrasos en la germinación.

Los inhibidores son una parte del sistema de control de la germinación que intervienen en la dormancia de semillas recién cosechadas de frutos carnosos. Dentro de los inhibidores para la germinación de semillas se conocen el ácido abscísico, la cumarina, el ácido parasorbico y el amoníaco, (Hartman y Kester, 1990).

3.13. Pruebas Realizadas para Romper Latencia en Teca

Dentro de las diferentes pruebas que se han hecho para germinación de semillas de Teca tenemos las siguientes:

- a. Bhargava y Khalatkar s.f. citado por Fonseca realizó irradiaciones gama en semilla pura con dosis inferiores a 1,2 kr/mim obteniendo una mejora de la germinación y produjo mayor cantidad de hojas y ramas y el crecimiento de la planta.
- b. CATIE, 1986, recomienda inmersión en agua por períodos de 24 - 72 horas ó 24 - 48 horas.

- c. Vásquez, 1992. citado por Fonseca 2004, inmersión en agua con secado alterno en períodos de 24 horas, repitiendo el proceso por una o dos semanas o ciclos similares.
- d. FAO, 1995, inmersión en agua por la noche y secado al sol durante el día.
- e. Weaver, 2004, remojo alterno en agua fría y tibia por 24 horas o mojado y secado alterno por 15 días.
- f. Gutiérrez, 2003. citado por Fonseca 2004, sumergir las semillas en agua corriente o en recipientes, cambiando el agua y removiendo las semillas durante 4 días, después, sobre un plástico se coloca una capa de 3 cm. de arena de río fina y lavada, se esparcen las semillas sobre la arena, cubriéndolas con 1 cm. de arena, se satura la arena de agua y se cubre con un plástico negro, luego se cierra herméticamente para evitar el escape de humedad. Dejar una semana tapado, a la semana se destapa y se extraen las semillas germinadas, el germinador se vuelve a tapar y se revisa cada tres días hasta por tres semanas. Después de este tiempo, se rechaza el resto de semillas sin germinar.
- g. Chavarria, 1985, recomienda que la semilla se amontone sobre el piso a pleno sol y se riegue 2 o 4 veces al día, revolviendo diariamente, esta operación se repite hasta que la fruta se abra para dejar salir la raíz.
- h. El INAFOR recomienda que en un costal de henequén, se coloque la cantidad de semilla necesaria y se sumerja en agua por una noche. Al día siguiente se saca y se coloca en un patio para asolearse todo el día. En la noche se vuelve a sumergir en agua hasta el día siguiente, este procedimiento se realiza durante 15 días.
- i. El International Seed Testing Association -ISTA- 1996, en su Manual de Reglas Internacionales para el análisis de Semilla, recomienda que para romper el fenómeno de la dormancia se debe remojar la semilla en agua durante un tiempo determinado y permitirle que seque durante 3 días, repitiendo este tratamiento o ciclo de remojado y secado durante 6 veces. También recomienda que la prueba de germinación se realice utilizando como sustrato arena lavada, procurando que la temperatura sea de 30° C y que las lecturas de plantas germinadas se inicien a los 14 días de establecido el ensayo y se finalicen a los 28 días.

3.14. Pruebas de Viabilidad de Semilla

En la actualidad existen varias pruebas para determinar la viabilidad de la semilla, pero aceptadas por el International Seed Testing Association -ISTA- solamente 2: análisis de germinación y prueba de tetrazolio.

3.14.1. Análisis de Germinación

Se realiza con el objetivo de obtener información acerca del verdadero valor de germinación de la semilla. Se utilizan 4 muestras de 100 semillas cada una y se colocan en un papel absorbente húmedo. Se identifica cada una de las muestras y se colocan dentro de un germinador a 25° C. Con el manual se verifica si la semilla necesita tratamiento pregerminativo y la frecuencia de recuentos para semillas germinadas.

3.14.2. Prueba de Tetrazolio

Es una prueba bioquímica, la cual demuestra la viabilidad de una semilla por el apareamiento de una coloración roja, debido a la tinción que provoca el remojo de la semilla en una solución de cloruro 2,3,5 trifeniltetrazolio (TTC). Este es absorbido dentro de las células del tejido vivo donde al reaccionar, se forma un compuesto insoluble de color rojo. El tejido no viviente se queda sin tinción es decir incoloro, (Vásquez, 2003).

“La germinación se define como la salida del embrión de la semilla y el desarrollo de todas sus estructuras esenciales según la clase de semilla de que se trate” (Vásquez, 2003).

3.15. Vivero

El sistema más utilizado es la siembra directa en bancales con un distanciamiento de 14*14 o de 20*20 cm. con un número de 25 a 50 plantas germinadas por metro cuadrado, (Chavarria, 1985). Se recomienda que se realice la siembra en el semillero en los meses de febrero a mayo ya que las altas temperaturas características de estos meses favorecen la germinación, (INAFOR, 1977).

4. OBJETIVOS

4.1. *Objetivo General*

- Evaluar diferentes tratamientos de inmersión en agua y su posterior secado aplicados a la semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f) para incrementar su germinación.

4.2. *Objetivos Específicos*

- Identificar cuál de los métodos de remojo y secado con agua aplicado a la semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f), produce mayor porcentaje de germinación de semillas.
- Determinar cuál de los tratamientos reduce significativamente el periodo de dormancia en semillas de Teca (*Tectona grandis* L.f)
- Realizar una comparación de costos de entre el método evaluado y el método recomendado por el BANSEFOR.

5. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos a evaluar ofrecerá un incremento en el porcentaje de germinación para las semillas de Teca (*T. grandis*).

6. METODOLOGÍA

6.1. *Diseño Experimental*

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), debido a que el experimento se realizó en bancales de germinación sin pendiente, con arena blanca desinfectada y con la misma exposición al sol, lo cuál presenta características de uniformidad en todas las unidades experimentales a evaluar.

6.2. *Manejo Experimental*

6.2.1. **Tratamientos a Evaluar**

Los tratamientos consistieron en alternar periodos de remojo en agua con periodos de secado al sol como lo recomienda el Manual de Reglas Internacionales para Análisis de Semilla del International Seed Testing Association -ISTA- 1996, el cual traducido textualmente dice. **“remojar la semilla en agua y permitirle que seque durante 3 días, repitiendo este ciclo de remojado y secado durante 6 veces”**. También recomienda que la prueba de germinación se realice utilizando como sustrato arena lavada, procurando que la temperatura sea de 30° C y que se realicen 2 lecturas de platas germinadas, la primera a los 14 días de establecido el ensayo y la segunda a los 28 días.

El manual no especifica la duración de los tiempos de remojo y cantidad de agua a utilizar para los mismos, por lo que los tratamientos estuvieron en función del tiempo de remojo que fue de 1, 3, 6, 9 y 12 horas respectivamente, utilizando 100 lt de agua para el mismo.

En función de la recomendación del ISTA los tratamientos evaluados fueron:

- T1 = Remojo de semilla en agua durante 1 hora y secado al sol por 3 días.
- T2 = Remojo de semilla en agua durante 3 horas y secado al sol por 3 días.
- T3 = Remojo de semilla en agua durante 6 horas y secado al sol por 3 días.
- T4 = Remojo de semilla en agua durante 9 horas y secado al sol por 3 días.
- T5 = Remojo de semilla en agua durante 12 horas y secado al sol por 3 días.

T6 = Testigo, semilla sin ningún tratamiento.

6.3. *Unidad Experimental*

La unidad experimental estuvo conformada por 300 semillas en 3 repeticiones de 100 semillas, las que se colocaron en bancales de germinación, utilizando como sustrato arena blanca lavada y desinfectada. El ISTA, recomienda que para pruebas de germinación se utilicen 100 semillas por unidad experimental. En el ensayo se utilizó 2 veces más (200 semillas), al número recomendado por el ISTA para así reducir el margen de error en el ensayo de acuerdo al DCA (diseño completamente al azar).

6.4. *Distribución de los Tratamientos*

La distribución de los tratamientos se realizó en forma aleatoria. En la figura 8 se presenta la forma en que fueron distribuidos los diferentes tratamientos en el bancal de germinación.

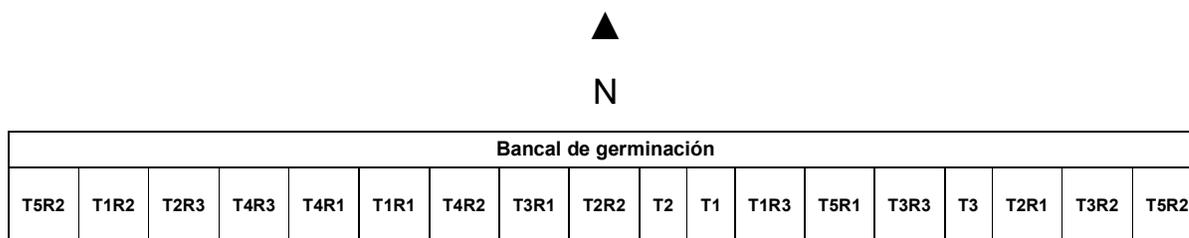


Figura 8. Distribución de los tratamientos en el bancal de germinación.

6.5. *Modelo Estadístico*

El modelo estadístico utilizado fue completamente al azar (DCA) ya que las características homogéneas del área y el sustrato lo permitían. El modelo se describe según Montgomery, et al 1991 de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

- Y_{ij} = Porcentaje de germinación de la ij -ésima unidad experimental.
 μ = Valor de la media general del porcentaje de germinación.
 γ_i = Efecto del i -ésimo método pregerminativo.
 ϵ_{ij} = Error experimental de la i -ésima unidad experimental.
 i = 1, 2, 3, 4, 5 tratamiento pregerminativo.
 j = 1, 2, 3 repeticiones.

6.6. Manejo del Experimento

6.6.1. Prueba de Germinación en Arena Blanca

La prueba de germinación en arena blanca fue practicada únicamente para la semilla nacional, dicha semilla fue proporcionada por el Banco de Semillas Forestales -BANSEFOR- del Instituto Nacional de Bosques -INAB-, cosecha 2005-2006. El lote de semilla proviene de localidades no especificadas en El Estor, Izabál, el cuál se encuentra amparado por el certificado de calidad que se observa en la figura 30A. El BANSEFOR realizó el análisis de viabilidad para el mismo, obteniendo un porcentaje de germinación del 26%, utilizando el método pregerminativo de escarificación mecánica y remojo en agua corriendo de 7 a 8 días. Se seleccionaron en total 1800 frutos con características similares de tamaño (4 a 6 cm. de diámetro) y se separo la cantidad utilizada por cada tratamiento (300 semillas), las cuales se colocaron dentro de un costal de tela permeable o Agribon®, dicho costal se sumergía en un tonel plástico con capacidad de 100 lt, durante los tiempos de remojo establecidos.

El tratamiento que primero se introducía al agua era el de 12 horas, luego el de 9 horas, 6 horas, 3 horas y por último el de 1 hora, para evitar que la semilla de menor duración de remojo continuara húmeda el resto de la noche y así todos los tratamientos se sacaran del remojo al mismo tiempo para iniciar su secado. El remojo se realizaba durante el transcurso de la noche (18:00 p.m. a 6:00 a.m.).

Para el periodo de secado, las semillas se expusieron directamente al sol, separadas entre tratamientos por medio de cajas de madera de 0.5*0.4*0.05 mt, para evitar que se revolvieran, se iniciaba a las 7 a.m. hasta las 6 p.m. y durante la noche se almacenaban. Para evitar que se mojaran por lluvias inesperadas (se tenia que estar

atento a las mismas). El secado directamente al sol no es una práctica común para tratar semillas debido a que se pierde la humedad interna de la misma y el embrión muere, pero en el caso de Teca (*T. grandis*) la semilla que se comercializa en realidad es un fruto y la verdadera semilla no está en contacto directo con el sol. Lo que se trata de quitar es el mesocarpio, ablandar el endocarpio y principalmente volatilizar compuestos químicos que se cree inhiben la germinación. El secado al sol se realizó en base a la revisión bibliográfica realizada en la que dicha técnica se ha utilizado en otros métodos pregerminativos evaluados, (Chavarria, 1985, Gutiérrez 2003, FAO 1995), así como a lo recomendado por el Ing. Agr. Geovanny Hernández, especialista en semillas forestales de la ENCA y por viveristas nacionales de plantas forestales.

La fase de remojo con agua alternado con secado al sol durante 3 días, tuvo una duración de 18 días, iniciando el 02 de agosto y finalizando el 19 de agosto del 2006.

La prueba de germinación en arena blanca se inició el 21 de agosto de 2006 y se finalizó 35 días después y no a los 28 días de iniciado el ensayo, como recomienda el ISTA, debido a los bajos resultados que se estaban obteniendo. La prueba se dio por finalizada el 24 de septiembre de 2006.

El primer paso fue la limpieza de malezas del bancal de germinación la cuál se realizó a mano, después se desinfectó la arena para evitar que esta albergara hongos o bacterias que pudiesen afectar a las semillas y posteriormente a las plántulas. Para dicha desinfección se utilizó Banroot® (15% de Etridiazole y 25% Metil teofanato) a razón de 1.3gms/Lt. de agua el cuál se aplicó con regadera y revolviendo la arena del bancal. La siembra se efectuó 5 días después de realizada la desinfección.

En cuanto a la distribución de los diferentes tratamientos y sus repeticiones se hizo en forma aleatoria. Cada tratamiento consistió en 3 repeticiones que contenía 100 semillas. Como testigo se utilizaron frutos sin ningún tratamiento pregerminativo, que se colocaron en el mismo bancal de germinación en arena blanca utilizando la misma cantidad de semillas que en el experimento (100 semillas/unidad experimental y 3 repeticiones). En el bancal las unidades experimentales se separaron entre sí por medio de reglas de madera. Las semillas se sembraron a una distancia aproximada de 4 cm. entre semillas y a una profundidad aproximada de 1.5 cm.

El ensayo se rotuló por cada tratamiento y su respectiva repetición, así como un rótulo general de identificación colocado al principio del bancal de germinación como se puede ver en la figura 26A. El bancal se cubrió completamente con Saran o tela de lluvia para reducir la cantidad de luz, la pérdida de humedad, evitar el crecimiento de malezas y que la lluvia o aves sacaran las semillas.

El riego del experimento se efectuó de 3 formas; con manguera, con regadera y por medio del sistema de aspersores que se encuentran en el área de bancales de germinación del vivero forestal. La frecuencia de riego era de 2 veces por día, una durante la mañana (9:00 a.m.) y la otra por la tarde (15:00 p.m.) a excepción de las tardes en la que había lluvia. El control de malezas dentro y fuera del bancal de germinación se realizaba cada semana, de forma manual.

Se realizaron dos conteos, el primero a los 14 y el segundo a los 35 días de iniciada la prueba.

6.6.2. Pruebas de Germinación en Germinador del Laboratorio

La germinación de semillas se ve influenciada por dos factores ambientales primordiales; la temperatura y la humedad. Dichas condiciones no siempre son fáciles de controlar en campo, pero en laboratorio estas son manejadas a través de un germinador, el cual provee temperatura constante y juntamente con la adición de agua se logra mantener temperatura y humedad propicia para la germinación de semillas.

Las pruebas de germinación en germinador para el lote de semilla nacional proporcionada por el BANSEFOR, se realizó en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la Facultad de Agronomía, de la USAC, con la finalidad de observar la respuesta de la misma a condiciones de germinador. La metodología consistió primeramente en desinfectar el germinador y las bandejas, utilizando cloro disuelto en agua en concentración de 1:10. Luego se calibró la temperatura del germinador a 26° C. Al día siguiente se introdujo la semilla comercial sin ningún tipo de tratamiento pregerminativo al germinador. Se colocó papel mayordomo para cubrir las bandejas y sobre el papel se colocaron las semillas, estas se humedecieron utilizando un

atomizador con agua destilada y se cubrieron nuevamente con papel mayordomo humedeciéndolas de nuevo. Se identificaron las bandejas y se introdujeron al germinador. Las semillas se asperjaban todos los días con agua destilada y para mantener la humedad del germinador, se colocaba agua destilada en un recipiente en la parte de debajo de este. El papel mayordomo se cambiaba cada semana para evitar la proliferación de hongos y bacterias que pudieran afectar la prueba.

Se realizaron 4 repeticiones con un total de 50 frutos /repetición. La toma de datos consistió en dos lecturas, la primera a los 14 y la segunda a los 28 días de iniciada la prueba. El ensayo duro 32 días.

A forma de comparación y con la finalidad de establecer diferencias en el porcentaje de germinación entre la semilla nacional e importada, se realizó la prueba de germinación en germinador para semilla importada, ya que según datos del BANSEFOR, esta presenta un mayor porcentaje de germinación (70 al 85%) en comparación con la semilla nacional. La metodología utilizada para la prueba en germinador para la semilla importada, fue la misma que se utilizó para la semilla nacional. La semilla importada procede de Guanacaste, Costa Rica y esta amparada por medio de certificado de calidad y origen por la Oficina Nacional de Semillas como se aprecia en la figura 31A. Dicha semilla fue donada por Agrokan S.A. distribuidor autorizado de semillas forestales en Guatemala.

6.7. Datos Tomados

Se efectuaron 2 lecturas, la primera a los 14 días después de establecida la prueba y consistió en anotar la cantidad de plántulas germinadas por tratamiento y repetición. Se tomaba como plántula germinada, aquella que ya había emergido de la arena y presentaba una o dos hojas. La segunda toma de datos estaba programada realizarse a los 28 días después de establecida la prueba sin embargo, se retrazó hasta los 35 días.

6.8. Comparación de Costos de Producción

Se realizó una comparación de costos entre el método recomendado por el BANSEFOR y el evaluado basado en el método recomendado por el International Seed Testing Asociated -ISTA- para el tratamiento de semilla de Teca (*T. grandis*).

7. RECURSOS DE LA INVESTIGACIÓN

7.1. Mano de Obra

La mano de obra estuvo a cargo del estudiante de EPSA que propuso la investigación. Las actividades realizadas fueron el desmalezado, limpieza y desinfección del bancal de germinación, lavados, secados y siembra de las semillas, aplicación de riego y toma de datos de plántulas emergidas en las fechas previstas para las dos principales lecturas realizadas.

7.2. Materiales

El vivero forestal de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, cedió el área necesaria para la prueba de germinación que se realizó, aportando el espacio físico, el bancal de germinación y arena del mismo, sistema de riego por aspersion, regaderas, agroquímicos, saran, etc.

8. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

8.1. Factibilidad de Tiempo

El tiempo necesario para la ejecución del estudio fue de 2 meses en la etapa de campo y 6 meses para el análisis de información incluyendo la comparación de costos, el cuál concuerda con el tiempo estipulado en la nueva metodología del EPSA para la ejecución de servicios institucionales e investigación que es de 7 ½ meses por lo que sí fue factible la realización del estudio.

8.2. Disponibilidad de Equipo

Se contó con el equipo necesario para la ejecución en campo del ensayo el cuál en su mayoría fue proporcionado por el vivero del área de producción forestal de la ENCA. Se contó con el equipo de cómputo y software para el análisis estadístico de la investigación.

8.3. Disponibilidad de Insumos

Los insumos necesarios para la realización del estudio fueron proporcionados de la siguiente manera:

- Semilla Nacional: donada por el Banco de Semillas Forestales -BANSEFOR-.
- Semilla Importada: donada por Agrokan S.A.
- Insumos agrícolas: funguicida para desinfección de arena, saran para cubrir la superficie del bancal, cal para recubrir paredes del bancal y agua para riego fueron proporcionados por el vivero forestal de la ENCA.
- El área necesaria para la prueba fue proporcionada por el vivero forestal de la ENCA

9. RESULTADOS.

9.1. Prueba de Germinación en Arena Blanca

En el cuadro 3 se presentan los resultados de campo obtenidos en el experimento, como se puede observar en las figuras 9, 10 y 11, la mayor cantidad de plántulas germinadas corresponden a los tratamientos 4 y 5 (9 y 12 horas de remojo y 3 días de secado), con 11.66% y 17.66%. respectivamente. En los tratamientos 1, 2 y 3 el porcentaje de germinación fue muy bajo encontrándose valores de germinación de 1.33% para T1 y T2 y 3% para T3.

Cuadro 3. Resultados de la germinación de Teca (*Tectona grandis* L.f.), expresados en porcentaje de semillas germinadas.

Repetición Tratamiento	Repetición			~ X en porcentaje
	I	II	III	
T1 (1 hora de lavado y 3 días de secado)	1	2	1	1.33
T2 (3 horas de lavado y 3 días de secado)	2	1	1	1.33
T3 (6 horas de lavado y 3 días de secado)	4	4	1	3
T4 (9 horas de lavado y 3 días de secado)	9	15	11	11.66
T5 (12 horas de lavado y 3 días de secado)	18	16	19	17.66
Testigo absoluto	0	0	0	0



Figura 9. Tratamiento 5, repetición 1, plántulas germinadas en bancal con arena blanca, a los 35 días de iniciado el experimento.



Figura 10. Tratamiento 5, repetición 1, en el bancal de germinación con arena blanca, al día No. 35 del experimento.



Figura 11. Tratamiento 5, repetición 3, el cual alcanzó el mayor número de plántulas geminadas en bancal.

La germinación inició en los tratamientos T4 y T5 a los 18 días de comenzada la prueba como se muestra en la figura 12 y en los tratamientos 1, 2 y 3 comenzó a los 22 días, por lo que no existe una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos evaluados en cuanto a la reducción del tiempo de inicio de germinación, es decir el periodo de dormancia en las semillas.



Figura 12. Tratamiento 4, repetición 2; la repetición con mayor número de plántulas germinadas del tratamiento 4 (9 horas de lavado y 3 días de secado al sol) a los 20 días de iniciada la prueba.

Como testigo se utilizaron frutos sin ningún tratamiento pregerminativo, que se colocaron en el mismo bancal de germinación en arena blanca. Como se puede observar en la figura 13 el resultado del testigo a los 14 y 35 días de desarrollo del experimento en que se realizaron los conteos, fue de 0 plántulas germinadas en las 3 repeticiones.



Figura 13. Tratamiento testigo absoluto.

De acuerdo a los resultados observados existe una clara tendencia a incrementarse el porcentaje de germinación a medida que se incrementa las horas de lavado en agua.

En el cuadro 4 se muestran los resultados del análisis de varianza, el cual presenta diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa en la que al menos un tratamientos es diferente al resto de los otros evaluados

Cuadro 4. Análisis de varianza de tratamientos para el rompimiento de dormancia en semillas de Teca (*T. grandis*)

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio.	F. calculada.	F. tabulada 0.05 α	Sig.
Tratamientos.	5	769.833	153.967	60.248	3.11	*
Error.	12	30.667	2.556			
Total.	17	800.500				

C.V. = 27.44%

El coeficiente de variación alcanzado en el experimento fue del 27.44% lo que refleja que el experimento fue manejado adecuadamente.

La comparación múltiple de medias de Tukey se realizó con el fin de determinar los mejores tratamientos y como se observa en el cuadro 5, los tratamientos T5 y T4 (12 y 9 horas de remojo en agua y 3 días de secado al sol), son los que proporcionan mayor porcentaje de germinación en semillas de Teca (*T. grandis*) con 11.66 y 17.66 respectivamente. Con los resultados obtenidos se observa que a mayor tiempo de exposición de los frutos de Teca al lavado con agua, mayor es el porcentaje de germinación de semillas obtenido. Esto se sustenta con la revisión bibliográfica realizada en la que se describe que la Teca (*T. grandis*) posee doble latencia; física y principalmente química, la cuál se ve contrarrestada por el efecto que realiza el lavado con agua de las sustancias inhibitoras de la germinación, presentes en la misma, (Danida Forest Seed Centre, 2000).

Cuadro 5. Resumen de Prueba de Tukey para la variable respuesta Germinación.

Tratamientos	Clasificación
T5	a
T4	b
T3	c
T2	
T1	

El máximo porcentaje de germinación obtenido con la metodología evaluada fue del 17.66%, mientras que el reportado por el BANSEFOR fué de 26% para el lote de donde se obtuvo la semilla para la prueba, sin embargo hay que tomar el cuenta que el método pregerminativo que utiliza el BANSEFOR consiste en la escarificación mecánica del fruto, específicamente la eliminación del exocarpo y el mesocarpio del mismo, en comparación con el método evaluado que recomienda el ISTA para Teca (*T. grandis*) en el que no se realiza ningún tipo de escarificación al fruto.

En cuanto al tiempo para la realización de ambos métodos, entre la escarificación, el traslado de la semilla y el lavado durante 7 a 8 días, que se realiza con el método recomendado por BANSEFOR, se tienen un promedio de 10 a 12 días de duración, mientras que el método evaluado recomendado por el ISTA tarda 18 días,

pero sin el inconveniente de traslados de la semilla y costos adicionales de escarificación de la misma.

A nivel de campo, la metodología evaluada recomendada por el ISTA es de fácil realización, sólo requiere sumergir los frutos en agua por la noche y sacarlos 12 horas después y ponerlos al sol durante 3 días, esto con el fin de lavar las sustancias químicas que inhiben la germinación de la semilla, al mismo tiempo que se ablanda el mesocarpio del fruto. El secado al sol permite volatilizar los inhibidores de la germinación que no logra erradicar el lavado así como el contribuir a suavizar el mesocarpio.

9.2. Pruebas de Germinación en el Germinador

Se realizó la prueba de germinación en laboratorio con el objetivo de establecer si existían diferencias en el porcentaje de germinación en condiciones de humedad y temperatura controladas y la germinación obtenida con el método recomendado por el International Seed Testing Associated -ISTA- realizado en campo utilizando arena blanca.

A forma de comparación y con la finalidad de establecer la existencia de diferencias en el porcentaje de germinación entre semilla nacional e importada, también se realizó la prueba de germinación en germinador para la semilla importada, ya que según datos del BANSEFOR, ésta alcanza porcentajes de germinación del 70 al 85%.

En el cuadro 6, así como en la figura 14, se muestra que la semilla nacional sometida a la prueba de viabilidad en el germinador, presentó un bajo porcentaje de germinación del 2 % por lo que sí existe diferencia entre la germinación en bancal con arena blanca y la germinación en laboratorio. Estos resultados hacen notoria la importancia del lavado con agua de la semilla, previo a su puesta a germinar.



Figura 14. Semilla nacional, repetición 4, cero plántulas germinadas al final del ensayo.

En la figura 15 se puede apreciar la cantidad de plántulas germinadas de semilla importada, la que alcanzó porcentajes de germinación de hasta 70%, esto debido a la calidad de la semilla, estrechamente ligada los controles para el beneficiado de la misma, como el área de procedencia, selección de rodales semilleros, edad de los árboles de donde se extrae, época de recolección y clasificación de la semilla. La semilla importada que se utilizó en la prueba no tenía ningún tratamiento pregerminativo o escarificación previa a la prueba.



Figura 15. Semilla importada, repetición 1, se observa la cantidad de plántulas emergidas.

Cuadro 6. Resultados de prueba de germinación en germinador de semilla nacional comparada con semilla importada.

Semilla nacional	*SNR1	SNR2	SNR3	SNR4	SNR1	SNR2	SNR3	SNR4
Total	0	0	0	0	0	0	1	0
~ x en %	0	0	0	0	0	0	2	0
Semilla importada	1ra. lectura				2da. lectura			
	*SIR1	SIR2	SIR3	SIR4	SIR1	SIR2	SIR3	SIR4
Total	26	22	24	22	30	27	25	35
~ x en %	52	44	48	44	60	54	50	70

*SN: Semilla Nacional.

*SI: Semilla Importada.

9.3. Comparación de Costos entre Métodos Pregerminativos

En el cuadro 7 se muestran los costos para el método pregerminativo recomendado por el International Seed Testing Associated -ISTA- para semilla de Teca (*T. grandis*) y se comparan con los costos para el método recomendado por el BANSEFOR que se muestran en el cuadro 6

Cuadro 7. Costos de producción de la prueba de germinación por el método de lavado y secado recomendado por el ISTA.

Insumos	Unidad/ Cantidad	Costo por unidad	Costo total	Jornales		Años de duración. (depreciación)	Precio final
				Día	Hora		
Arena blanca.	2 mt ²	Q.100.00	Q.200.00			5	Q. 40.00
Semilla.	1 Kg.	Q.170.00	Q.170.00				Q.170.00
Block de 19*39*9 cm	45	Q. 2.20	Q. 99.00			5	Q. 20.00
Tonel plástico de 200lts.	1	Q.100.00	Q.100.00			10	Q. 10.00
Banroot®	0.32 Kg.	Q.700.00	Q .22.40				Q. 22.40
Mano de obra.							
Fabricación de bancal y desinfección del mismo.		*Q.46.64		1			Q. 46.64
Lavado y secado de semilla.		Q. 5.83			18		Q.104.94
TOTAL.							Q.413.98

* Salario mínimo por día en el área rural

Cuadro 8. Costos de producción de la prueba de germinación por el método de escarificación mecánica y lavado propuesto por BANSEFOR.

Insumos	Unidad/ Cantidad	Costo por unidad	Costo total	Jornales		Años de duración	Precio final
				Día	Hora		
Arena blanca.	2 mt. ²	Q.100.00	Q 200.00			5	Q.40.00
Semilla.	1 Kg.	Q.170.00	Q.170.00				Q.170.00
Block de 19*39*9 cm.	45	Q.2.20	Q.99.00			5	Q.20.00
Escarificación por Kg**	-	Q.8.00	Q.8.00				Q8.00
Banroot [®] .	0.32 Kg.	Q.700.00	Q.22.40				Q.22.40
Mano de obra.							
Fabricación de bancal.	-	*Q.46.64	Q.46.64	1			Q.46.64
Lavado de semilla	-	Q.5.83	Q.46.64		8		Q.46.64
Costo promedio de transporte por Kg. de semilla hacia la capital para escarificación (distancia promedio de 700 Km. ida y vuelta)	-	Q.1.33	Q.2.66				Q.2.66
TOTAL.							Q.356.34

**Fuente INAB, BANSEFOR 2006.

Al realizarse la comparación de costos, entre la prueba de germinación en bancal por el método de lavado y secado recomendado por el ISTA y el método de escarificación mecánica y lavado propuesto por BANSEFOR, se observa que este último tiene un costo total menor, debido a que el cálculo se realizó para un solo kilogramo de semilla, pero al aumentar la cantidad de Kg. de semilla habría un incremento exponencial en los costos, debido a la escarificación y transporte de la semilla a tratar como se describe a continuación: el tratamiento de escarificaron mecánica realizado a la semilla para mejorar su porcentaje de germinación, recomendado por el BANSEFOR, tiene un costo de Q.8.00 por cada kilogramo de semilla tratada como se puede observar en el cuadro 8A. En concepto de transporte terrestre hacia la capital para realizar el escarificado se incrementaría un promedio de Q.2.66 por kilogramo de semilla tratada.

En total con el método recomendado por el BANSEFOR aumentaría aproximadamente en Q10.66 el precio de cada kilogramo de semilla de Teca (*T. grandis*) procesado.

Según datos del BANSEFOR, durante el año 2006 se prestó el servicio de escarificación de semillas de Teca (*T. grandis*) a 34 usuarios, procesándose un total 2,209 Kg. de dicha especie y un promedio de semilla procesada por usuario de 64.97 Kg, estas cifras brindan una idea de la cantidad de semilla que es utilizada y del ahorro que tendría el/los productor/es al implementar un método pregerminativo eficiente y mas económico como el que se evaluó recomendado por el ISTA.

Al analizar los costos del método pregerminativo evaluado que recomienda el ISTA, se observa que con este no existe incremento en los costos por cada kilogramo de semilla empleada, como sucede con el método recomendado por el BANSEFOR, por concepto de escarificación y transporte para la realización de la misma. Con la metodología recomendada por el ISTA, no se incrementa el costo de producción al aumentar la cantidad de kilogramos de semilla a utilizar, por lo que este método resulta más económico.

Como se puede apreciar en el cuadro 9, en el análisis de costos unitarios de producción por plántula germinada, se obtuvo que con la metodología BANSEFOR, cada plántula tuvo un costo de producción de Q. 1.05 mientras que con el método evaluado del ISTA, fue de Q. 1.80/plántula, este último es más alto debido a que con el método evaluado, se alcanzó un porcentaje de germinación de 18%, menor al 26% reportado por BANSEFOR aplicando el método de escarificación y lavado.

Cuadro 9. Análisis de costos unitarios de producción por plántula germinada para el método BANSEFOR y el método ISTA.

Métodos evaluados.	No. Promedio de semillas/Kg.	Promedio de semillas germinadas.	Costo total por método.	Costo por plántula.
BANSEFOR	1,300	26 %	Q.356.34	Q.1.05
ISTA	1,300	17.66 ≈ 18%	Q.413.98	Q.1.80

10. CONCLUSIONES

- Dentro de los métodos pregerminativos evaluados que se realizaron bajo la metodología recomendada por el ISTA, el método 5 de semilla nacional (12 horas de lavado con agua y secado al sol por 3 días), es el método pregerminativo que ofreció el mejor resultado para aumentar el porcentaje de germinación de semillas de Teca (*Tectona grandis* L.f.) alcanzando un 18%, seguido del tratamiento 4 (9 horas de lavado con agua y secado al sol por 3 días) con un 12% de germinación. Se pudo observar que cuanto más tiempo se expuso la semilla al lavado con agua, mayor fue el porcentaje de germinación que se obtuvo, como lo expone el Danida Forest Seed Centre, el cual describe que la Teca (*T. grandis*) posee doble latencia: física y principalmente química, la cual se ve contrarrestada por el efecto que realiza el lavado con agua de las sustancias inhibidoras de la germinación, presentes en la misma.
- En cuanto a la reducción del tiempo de dormancia de la semilla, se determinó que ninguno de los tratamientos evaluados redujo considerablemente el periodo de dormancia en semillas de Teca (*Tectona grandis* L.f) ya que la germinación inició en los tratamientos T4 y T5 a los 18 días de comenzada la prueba y los tratamientos 1,2 y 3 a los 22 días, por lo que no existe una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos evaluados.
- Al realizar una comparación de costos de producción entre el método que recomienda el International Seed Testing Asociated -ISTA- y el método recomendado por el BANSEFOR, éste último resulta más oneroso, incrementando los costos de producción en aproximadamente Q. 10.66 por cada kilogramo de semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f) procesado, por concepto de escarificación y transporte.
- El porcentaje de germinación para semillas de Teca (*Tectona grandis* L.f) varía debido a factores como: condiciones agroclimáticas de la región donde procede la semilla, las condiciones climáticas del área donde se realice la fase de

germinación en vivero, la variedad de Teca (*T. grandis*) de la que se extraiga la semilla y de los controles y cuidados que se implementen para asegurar la obtención de semilla de calidad de fuentes semilleras bien identificadas.

11. RECOMENDACIONES

- Utilización del método pregerminativo recomendado por el International Seed Testing Asociated -ISTA- que consiste en exponer la semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f) a un lavado con agua de 9 a 12 horas y secado al sol durante 3 días, repitiendo 6 veces dicho ciclo de lavado y secado.
- Realizar la prueba de germinación utilizando el método de germinación de lavado y secado recomendado por el International Seed Testing Asociated -ISTA-, específicamente en regiones donde se desarrollan plantaciones de Teca (*T. grandis*), es decir el norte y sur del país, con el fin de considerar los factores agroclimáticos en los que se desarrolla esta especie como; temperatura, altura sobre el nivel del mar y humedad relativa, y así evaluar el porcentaje de la germinación en otras condiciones.
- En base a la experiencia adquirida en la realización de la presente investigación y los resultados obtenidos, en los cuales se denota la importancia que el lavado tiene en el aumento de la germinación, puesto que a mayor tiempo de lavado, mayor germinación, se sugiere evaluar mayor tiempo de lavado y menor tiempo de secado, con menos ciclos de repetición a fin de acortar el tiempo total de duración del metodo.
- Los resultados obtenidos en la prueba de germinación en el germinador reflejan la superioridad de la semilla importada frente a la semilla nacional, por lo que se recomienda evaluar la respuesta de la misma al aplicar el método propuesto por el International Seed Testing Asociated -ISTA-, de lavado con agua y secado

alterno y posteriormente analizar los resultados que se obtengan en la prueba de germinación en arena blanca.

- Se recomienda la utilización de semilla certificada, pues existe una amplia variación en el grado de latencia entre las distintas procedencias de Teca (*Tectona grandis* L.f), lo que se vera reflejado en el porcentaje de germinación de la semilla de dicha especie.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Briscoe, C. 1995. Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote. Turrialba, Costa Rica, MADELEÑA / USAID / GCAP / RENARM / FINNIDA / PROCAFOR / CATIE, Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales. 43 p.
2. CATIE, CR. 1992. Especies de árboles de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE / MADELEÑA-3 / ROCAP / PROCAFOR / FINNIDA. 76 p. (Colección de Guías Silviculturales, Informe Técnico no. 179).
3. Chavaría, M; Quirós, L. 1985. Teca (*Tectona grandis* L.F.). San José, Costa Rica, Programa Conservación de Recursos Naturales GCR-AID, Proyecto Apoyo a la Ejecución de los Programas Forestales Prioritarios. 45 p.
4. Chaves, E; Fonseca, W. 1991. Teca (*Tectona grandis* L.F.): árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p. (Colección de Guías Silviculturales, Serie Técnica, Informe Técnico no. 179).
5. CONAFOR (Consejo Nacional Forestal, MX). 2006. Períodos de recolección de semillas: almacenamientos y tratamientos pregerminativos de las principales especies que se utilizan en el PRONARE (en línea). México. Consultado 20 mar 2006. Disponible en http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/doc/sire/germoplasma/Periodo%20de%20recoleccion.pdf
6. Danida Forest Seed Centre, CR. 2000. Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, PROSEFOR. 57 p. (Manual Técnico no. 36).
7. _____. 2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE / PROSEFOR. 54 p. (Manual Técnico no. 39).
8. FAO, IT. 1995. Guía para la manipulación de semillas forestales (en línea). Italia. Consultado 20 mar 2006. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/ad232s10.htm>
9. Fonseca, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L.f.) en Costa Rica. Heredia, Costa Rica. CATIE / Danida Forest Seed Centre. 49 p.
10. Francis, JK. 2004. Reforestation nurseries and genetics resources (en línea). US, Instituto Internacional de Selvicultura Tropical. US, Servicio de Bosque de USDA. Consultado 18 mar 2006. Disponible en <http://www.rngr.net/publications/ttsm/folder.2003-07-11.4726/pdf.2004-03.16.5641/file>
11. García, G. 1989. Respuesta de la semilla de tres especies forestales, *Abies guatemalensis* Rehder, *Tectona grandis* Linneo y *Junglans guatemalensis* Manning a varios tratamientos pregerminativos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 37 p.

12. Hartmann, H; Kester, D. 1990. Propagación de plantas, principios y prácticas. México, Continental. 814 p.
13. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.
14. _____. 2003. PINFOR (Programa de Incentivos Forestales): informe de actividades 1998-2003. Guatemala. 58 p.
15. _____. 2006. PINFOR (Programa de Incentivos Forestales): estadísticas de especies utilizadas para reforestación. Guatemala. 1 Disquete.
16. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1977. Manual técnico para el cultivo de la teca (*Tectona grandis* L.f.). Guatemala, INAFOR, Unidad de Proyectos Especiales. 42 p.
17. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2006. Datos estación meteorológica tipo B, Alameda ICTA. Guatemala. 1 Disquete.
18. ISTA (International Seed Testing Asociation, SW). 1996. International rules for seed testing. Zurich, Switzerland. 568 p.
19. Jara, L. 1996. Biología de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE / Danida Forest Seed Centre. 31 p.
20. Montgomery, DE. 1991. Diseño y análisis de experimentos. México, Iberoamérica. 478 p.
21. Niembro, A. 1988. Semillas árboles y arbustos: ontogenia y estructura. México, Limusa. 208 p.
22. Padilla, L. 1977. Análisis de germinación de teca (*Tectona grandis* L.f.), especie con grandes posibilidades de reforestación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 69 p.
23. Rivas, C. 2004. Establecimiento de plantaciones forestales comerciales en los departamentos de Chinandega y Matagalpa, Nicaragua (en línea). Nicaragua, IICA. Consultado 20 mar 2006. Disponible en http://www.iica.int.ni/Estudios_PDF/Cafe_Frutales.pdf
24. Simmons, C; Tárano T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
25. Vásquez, F. 2003. Apuntes de tecnología de semillas y viveros. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 124 p.

26. Weaver, P. 2004. *Tectona grandis* (en línea). US, Servicio Forestal de los Estados Unidos / Instituto Internacional de Dasonomía Tropical / USDA, Servicio Forestal. Consultado 20 mar 2006. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Tectonagrandis.pdf>
27. William, R. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, estudio con especial referencia a los trópicos. Roma, Italia, FAO. 502 p. (FAO Montes 20/2).

13. ANEXOS

Cuadro 10A. Precios por servicio de escarificación aplicando métodos abrasivos y precios de semillas ofrecidos por el Banco de Semillas Forestales -BANSEFOR-.

PRECIOS POR SERVICIOS		
TRATAMIENTO PREGERMINATIVO POR KILOGRAMO		
ESPECIE		PRECIO (Q.)
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	
Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>	8.00
Conocaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	8.00
Cedro Rosado (Mundani)	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	8.00
Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	50.00
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	8.00
Teca	<i>Tectona grandis</i>	8.00
KILOGRAMO DE SEMILLA PROCESADO		
ESPECIE		PRECIO (Q.)
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	
Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>	96.00
Caoba del Sur	<i>Swietenia humillis</i>	24.00
Caoba de Oriente	<i>Swietenia mahoganyi</i>	24.00
Caoba del Norte	<i>Swietenia macrophylla</i>	24.00
Cedro de Costa	<i>Cedrela odorata</i>	27.00
Ciprés Común	<i>Cupressus lusitánica</i>	36.00
Gravilea	<i>Grevilea robusta</i>	96.00
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	48.00
Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	24.00
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	32.00
Palo Blanco	<i>Cibystax donell-smithii</i>	24.00
Pinabete	<i>Abies guatemalensis</i>	32.00
Pino del Petén	<i>Pinus caribea</i>	72.00
Pino Candelillo	<i>Pinus maximinoii</i>	72.00
Pino Colorado	<i>Pinus oocarpa</i>	144.00
Pino Triste	<i>Pinus pseudostrobus</i>	72.00
Pino de las Sierras	<i>Pinus tecunumani</i>	128.00
Teca	<i>Tectona grandis</i>	170.00

Fuente: BANSEFOR, 2006.

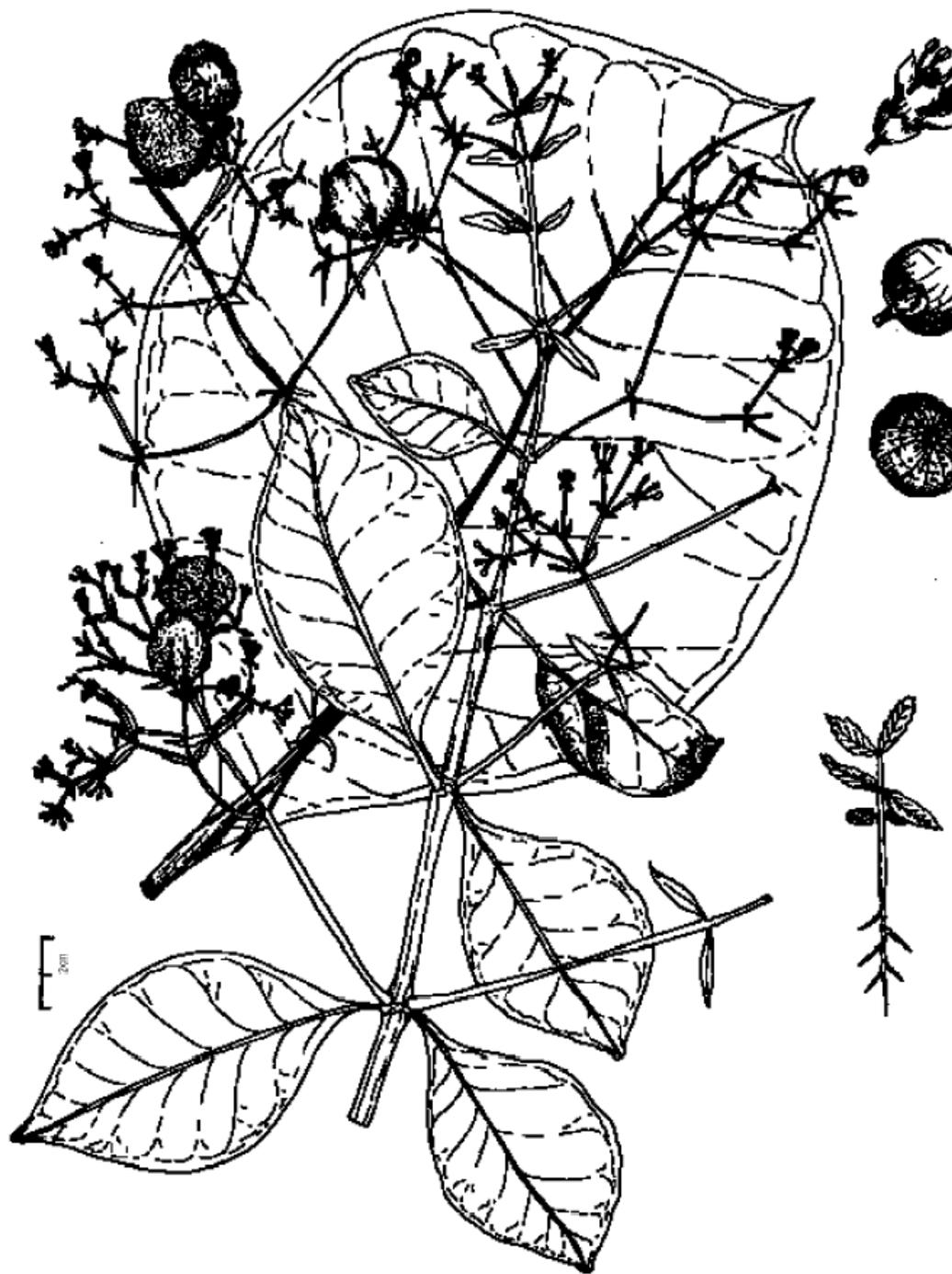


Figura 16A. Hojas, flores, frutos y plántulas de Teca (*T. grandis*)

Fuente. Francis, JK. 2004.



1. Árbol adulto. 2. Rama de frutos. 3. Frutos con cáliz inflado. 4. Flores. 5. Frutos abiertos.

Figura 17A. Estructuras florales y frutos de Teca. (*T. grandis*)

Fuente. Francis, JK. 2004.



Figura 18A. Racimo de frutos de Teca (*T. grandis*)

Fuente: Weaver, P. 2004.

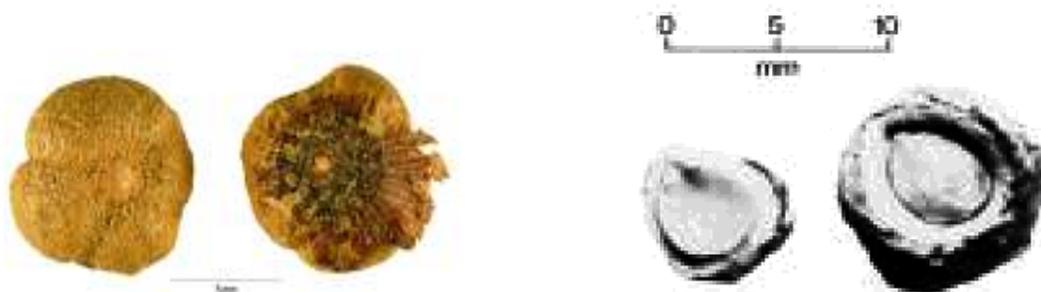


Figura 19A. Tamaño, forma y posición en que se encuentran las semillas en el fruto de Teca (*T. grandis*)

Fuente: Weaver, P. 2004.

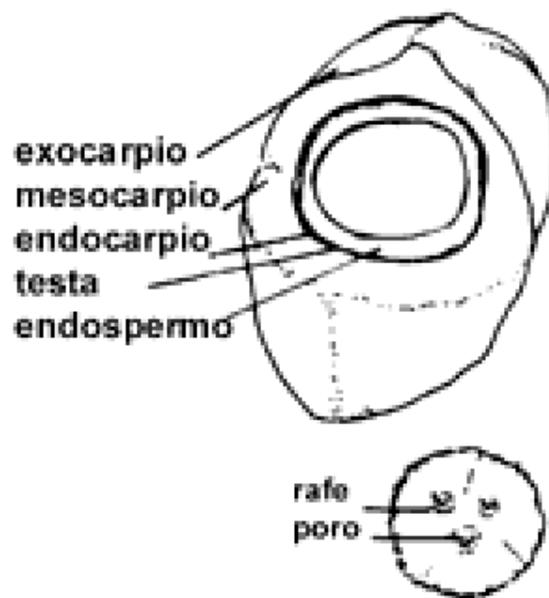


Figura 20A. Composición externa e interna del fruto de Teca (*T. grandis*).
Fuente. Francis, JK. 2004.



Figura 21A. Tratamiento 5, repetición 3, el cuál alcanzó el mayor número de plántulas geminadas en bancal.



Figura 22A. Tratamiento 4, repetición 3; 9 horas de lavado en agua y 3 días de secado al sol.



Figura 23A. Tratamiento 3, repetición 2; 6 horas de lavado en agua y 3 días de secado al sol.



Figura 24A. Tratamiento 2, repetición 1.
3 horas de lavado en agua y 3 días de secado



Figura 25A. Tratamiento 2, repetición 2.



Figura 26A. Ubicación de los tratamientos en bancal de germinación.



Figura 27A. Germinador para realización de prueba de germinación en laboratorio.



Figura 28A. Semilla nacional, rep 3



Figura 29A. Semilla importada, repetición 2



Instituto Nacional de Bosques

**BANCO DE SEMILLAS FORESTALES
INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
GUATEMALA, CIUDAD**

"CERTIFICADO DE CALIDAD DE SEMILLAS"

1. INFORMACIÓN DEL LOTE DE SEMILLAS

NOMBRE BOTÁNICO Tectona grandis
 NOMBRE COMÚN Teca
 CÓDIGO DE LOTE _____ FECHA DE RECOLECCIÓN 2006
 PROCEDENCIA El Estor, Izabal

2. CALIDAD DE SEMILLAS

FECHA DEL ENSAYO	PUREZA %	PESO DE 1000 SEMILLAS gr	NUMERO DE SEMILLAS /Kg	NUMERO DE SEMILLAS VIABLES/Kg	CONTENIDO DE HUMEDAD	VIABILIDAD %	TRATAMIENTO PREGERMINATIVO	SISTEMA
30/03/06						26	Escarificación mecánica y 7 días en agua corrida.	Arena

DIAS	14	24	30	36
GERMINACIÓN %	12	7	6	5
	12	6	4	3
	12	3	5	5
	15	5	5	4

OBSERVACIONES _____
 FOTOPERIODO 10 hrs
 TEMPERATURA DE GERMINACIÓN 20 - 30 °C



(Handwritten signature)

Encargado de Laboratorio
Iván R. Rodríguez

10 - 05 - 06

FECHA

BANSEFOR
 BANCO DE SEMILLAS FORESTALES - INAB
 Instituto Nacional de Bosques INAB
 7a. Av. 8-80, Zona 13 • Guatemala 01014
 Teléfono: (502) 2472 0736

"Más bosques para el desarrollo de Guatemala"

Figura 30A. Certificado de calidad de semilla nacional de Teca (*T. grandis*) proporcionado por BANSEFOR.



OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS

Tel (506) 223-5922 Fax (506) 223-5431 Apdo. 10309-1000 San José, Costa Rica
 Correo: ofinas@noiracsa.co.cr * <http://www.ofinas.go.cr>

CERTIFICADO DE ORIGEN

La Oficina Nacional de Semillas, Entidad oficial encargada de la certificación de semillas en el país, según la Ley N° 6289, certifica que:

La semilla de Teca (*Tectona grandis*), comercializada por el Centro Agrícola Cantonal de Hojanca, bajo el número de lote D-6086TEA08, categoría Autorizada B, . Procede de rodales semilleros propiedad de Garza de Nicoya, ubicados en Nicoya, Guanacaste. La semilla indicada cumple con los requisitos de campo y de laboratorio establecidos en el Reglamento Técnico para la Certificación de semilla de Especies Forestales y ha sido debidamente fiscalizada y analizada para tal fin.

Este certificado que acompaña el registro N° 35055E, avala la exportación de 200 Kg. de semilla de teca.

Se extiende la presente a los 10 días del mes de mayo del año dos mil seis.

Atentamente,
 OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS

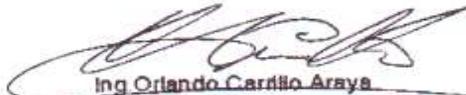

 Ing Orlando Carrillo Araya
 Jefe Depto. Técnico



Figura 31A. Certificado de calidad de semilla de Teca (*T. grandis*) importada por Agrokan S.A.



CAPITULO III.
INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS DURANTE EL EPSA
EN LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- FINCA
BÁRCENA, VILLA NUEVA, 2006.

1. INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado -EPSA-, de la Facultad de Agronomía contempla la planificación, ejecución y desarrollo de un plan de servicios, cuyo objetivo es el de solucionar, en la medida de lo posible, los problemas detectados en el diagnóstico efectuado del área de trabajo.

Para la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-, la investigación es una actividad de gran importancia, pues da soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje, a la vez que tiende a resolver las interrogantes a lo interno de las diferentes áreas productivas de la misma y como se detectó en el diagnóstico realizado sobre el estado actual de la investigación en la ENCA, ésta actividad no recibe el apoyo necesario debido principalmente a la poca participación de los docentes en proyectos y trabajos de investigación, la poca disponibilidad de tiempo de los docentes, la carencia de equipos de trabajo, así como la falta de propuestas para la realización de nuevos proyectos que provengan de las necesidades sentidas al interior de la ENCA, por lo que se propuso fortalecer dicha actividad por medio de la planificación y ejecución de tres investigaciones: evaluación del efecto del ácido giberélico GA₃ en el crecimiento de brotes de Izote pony (*Beucarnea recurvata* var. guatemalensis), evaluación de 4 niveles de vermicompost aplicado al cultivo de chile pimiento (*Capsicum annuum* var. Quetzal) bajo condiciones de invernadero y evaluación de tratamientos para el rompimiento de dormancia en semilla de Teca (*Tectona grandis* L.f.)

También se desarrollaron tres servicios provenientes de inquietudes y necesidades en las diferentes áreas que conforman dicha institución como lo son: establecimiento de parcela de Bambú (*Bambusa* sp.), con fines de multiplicación de la especie, propagación de esquejes de varias especies de Bambú (*Bambusa* sp.) con fines de diversificación de la especie, así como la introducción de nuevas especies a la colección de plantas medicinales.

Dentro de los servicios institucionales se apoyó a la sub área de investigación en la planificación, ejecución, desarrollo y análisis de resultados de los diferentes proyectos que se estaban realizando, se apoyó a la coordinación académica en la

práctica docente del módulo de investigación agrícola y forestal, como también en la práctica docente del curso de estadística. Se realizó a petición de la coordinación de producción, la ornamentación del área de ingreso a la granja de producción animal.

2. OBJETIVOS GENERALES.

- 2.1. Evaluar el efecto del ácido giberélico en Izote pony (*Beucarnea recurvata* var. guatemalensis) como inductor de brotación y crecimiento de brotes, en el área de floricultura de la ENCA
- 2.2. Establecer una plantación de bambú, (*Bambusa* sp.) en el área de producción de hortalizas a campo abierto de la ENCA.
- 2.3. Evaluar el efecto del vermicompost en el rendimiento de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal) bajo condiciones de invernadero en el área de consulados de la ENCA.
- 2.4. Introducir nuevas variedades de Bambú (*Bambusa* sp.) con el fin de contar con el material necesario para realizar investigación y desarrollo de nuevas formas de aprovechamiento por los estudiantes de la ENCA y de Ingeniería Agroindustrial, en el área de producción de hortalizas a campo abierto de la ENCA.
- 2.5. Introducir nuevas especies a la colección de plantas medicinales de la ENCA, seleccionadas por sus importantes características medicinales, así como por su capacidad de adaptarse a las condiciones agroclimáticas de la ENCA.
- 2.6. Ornamentar el área de ingreso principal a la granja de producción animal de la ENCA.

3. EJECUCIÓN

4. Servicio 1: Evaluación del efecto del Ácido Giberélico GA₃ en el Crecimiento de Brotes de Izote pony (*Beucarnea recurvata* var. *guatemalensis*) en la ENCA, Bárcenas, Villa Nueva

4.1. Planteamiento del Problema

Floricultura es una de las áreas productivas de la ENCA, la cuál cuenta con escasa información sobre planes de manejo de algunos de los cultivos existentes, en cuanto a fertilización, riego, podas y demás labores agronómicas se refiere. Dentro de los cultivos de interés por su gran impacto en la agricultura nacional encontramos el izote pony (*Beucarnea recurvata* var. *guatemalensis*), contándose con una plantación con 5 a 6 años de haber sido establecida, a la cuál no se le han realizado podas, por lo que la altura y diámetro de la plantas están fuera de las exigencias del mercado consumidor.

Debido a la ausencia de información, se planteó aprovechar una parte de la plantación para evaluar la respuesta de la planta a la aplicación de reguladores de crecimiento para inducción de brotación en yemas y aceleración del crecimiento de las mismas, utilizando diferentes concentraciones de ácido giberélico GA₃.

4.2. Objetivos Específicos

- 4.2.1. Determinar cual de las dosis de ácido giberélico GA₃, produce mayor cantidad de brotes en Izote pony (*Beucarnea recurvata* var. *guatemalensis*).
- 4.2.2. Establecer cual de las dosis evaluadas de ácido giberélico GA₃ aplicado en Izote pony (*Beucarnea recurvata* var. *guatemalensis*) produce mayor crecimiento en los brotes.

4.3. Metodología.

El material genético utilizado fueron plantas de Izote pony (*B. recurvata* var. guatemalensis), de la plantación que se encuentra en el área de floricultura de la ENCA.

El diseño utilizado fue completamente al azar (DCA), debido a que el experimento se realizó en un área con condiciones de suelo homogéneas, sin pendiente, lo cual presenta características de uniformidad en todas las unidades experimentales evaluadas.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Número de brotes de la ij -ésima unidad experimental.

μ = Valor de la media general del número de brotes.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento a aplicar.

ε_{ij} = Error experimental de la i -ésima unidad experimental.

i = 1, 2, 3, 4, 5 dosis a aplicar.

j = 1, 2, 3 repeticiones.

La unidad experimental estuvo conformada por 10 plantas, en 3 repeticiones para cada tratamiento, así como 3 repeticiones para el testigo absoluto. Se tomaron 10 plantas por unidad experimental para reducir así el margen de error del experimento.

Se determinó la cantidad de plantas a utilizar (180 pony's), distribuidas en 5 tratamientos con 3 repeticiones de 10 plantas cada una y un testigo absoluto. En la figura 32 se observa la forma en que se identificó cada unidad experimental por medio de cintas de seloseda de diferentes colores. Posteriormente se realizó el decapitado exactamente a la altura de la terminación del tallo y el comienzo del follaje, para lo que se utilizaron sierras, las cuales se esterilizaban cada vez que se hacía un corte con una

solución que contenía 20c.c. de Vanodyne® (Yodo-etanol 25%, ácido fosfórico 12.6% y ácido sulfúrico 8%) y 8 gm. de Cuprimicina por 4Lt. de agua. El corte se realizó con una inclinación aproximada de 45° para impedir que el agua se estancase en el tronco. Para la desinfección del corte realizado en la planta, se utilizó Captan® 50 WP (Captafol) en dosis de 40gm/16 Lt. de agua y se aplicó con una rociadora de mochila.



Figura 32. Forma en que se identificaron los diferentes tratamientos dentro del experimento.

El corte en el tallo se debió sellar para evitar el ingreso de patógenos a la planta, así como la pérdida de humedad en la misma como se observa en la figura 33. El sellado se realizó formando una mezcla de cera y parafina en relación 1:1 y dicha mezcla se unió en relación 1:2 con cemento de construcción. Para preparar el sellador se utilizó una estufa para calentar en baño María la cera, la parafina y que se mezclaran con el cemento de construcción. La pasta para sellar se aplicó con una esponja sobre el corte del tallo. El decapitado y sellado se realizó el 21-06-2006.



Figura 33. Sellado del tronco de piny para evitar daños por patógenos y lluvia.

Posterior al decapitado se realizó un riego para reducir el estrés de la planta. Se identificó cada una de las plantas por tratamiento y repetición, para esto se utilizó seloseda de diferentes colores, la cuál se amarro a cada tallo en la que se indicaba el tratamiento, repetición y el número de planta.

Las dosis evaluadas se plantearon en base a la información proporcionada por el Ing. Agr. Domingo Amador, Coordinador del Área de Mejoramiento de Plantas de la FAUSAC, quien recomendó la evaluación desde 50ppm, 100ppm, 200ppm, 300ppm hasta 500ppm de ácido giberélico. Se preparó una solución por cada una de las 5 concentraciones a aplicar y de esta se extraía una alícuota cada vez que se aplicaba el GA₃, la cual se aforaba utilizando un balón aforado de 1lt. La aplicación se realizó utilizando un atomizador y asperjando la parte superior del tronco. Las aplicaciones de las diferentes concentraciones de ácido giberélico se realizaron en 3 etapas; la primera aplicación se realizó el 30-06-2006, es decir 8 días después del decapitado, como se había planificado. La segunda aplicación se hizo el 14-07-2006, a los 15 días después de realizada la primera aplicación. La tercera y última aplicación de GA₃ se realizó 15 días después de la segunda aplicación, el 29-07-2006.

Se hicieron 3 lecturas, las cuales consistían en medir la longitud de cada uno de los brotes del tronco de las 10 plantas que conformaron la unidad experimental, para lo cuál se utilizó un vernier, regla y cinta métrica como se observa en la figura 34 y 35.



Figura 34. Vernier utilizado para medir brotes.



Figura 35. Regla utilizada para medir brotes.

Se anotó el inicio de la brotación de yemas, tomando como fecha de inicio cuando al menos 1 brote por planta estuviera presente en el 50% de la plantación, iniciándose la misma el 16-07-2006. La primera lectura se realizó el 30-07-2006, la segunda lectura el 14-08-2006 y la tercera y última lectura el 29-08-2006.

4.4. Resultados

La primera lectura se realizó el 30-07-2006, los brotes estaban cortos con un promedio de 0.5 a 1.2 cm. de largo y en algunas plantas las yemas todavía estaban brotando como se puede observar en la figura 5 y 6.



Figura 36. Tratamiento 2, repetición 1, durante la primera toma de datos.



Figura 37. Tratamiento testigo 2 durante la primera toma de datos se observan yemas en brotación.

La segunda lectura se realizó el 14-08-2006, en la cual se observó el crecimiento de los brotes principalmente en los tratamientos T4 y T5 con un largo promedio de 10 cm. En las figuras 38 y 39 se muestra el crecimiento alcanzado por los brotes.



Figura 38. Tratamiento 3 repetición,1 durante la segunda toma de datos.



Figura 39. Tratamiento 5, repetición 2, durante la segunda toma de datos.

La tercera y última lectura se llevó cabo el 29-08-2006, en las figuras 40 y 41 se muestra el crecimiento de brotes en dicha fecha.



Figura 40. Tratamiento 5, repetición 1, durante tercera toma de datos



Figura 41. Tratamiento 2, repetición 1 en la tercera toma de datos.

Los resultados tomados en campo de la evaluación del efecto del ácido giberélico en la brotación de Izote pony (*B. recurvata* var. *guatemalensis*), se expresaron en largo promedio de brotes por tratamiento y repetición y se presentan a continuación en el cuadro 11.

Cuadro 11. Resultados de campo expresados en largo promedio de brotes para la evaluación del ácido giberélico en el crecimiento de brotes de Izote pony (*B. recurvata* var. *guatemalensis*)

Trat	Rep		
	I	II	III
T1	7,43	4,05	4,14
T2	4,78	2,94	4,53
T3	4,65	4,41	0,74
T4	1,73	5,53	1,14
T5	4,77	8,42	1,00
Testigo	0,36	1,86	0,65

Según el análisis de varianza realizado para la variable largo de brote, expuesto en el cuadro 12, estadísticamente no existen diferencias significativas entre las diferentes dosis de ácido giberélico GA₃ evaluadas.

Cuadro 12. Análisis de varianza para evaluación del efecto de giberalina en la brotación de Izote pony (*B. recurvata* var. *guatemalensis*).

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrado Medio.	F. calculada	Sig.
Tratamientos	5	35.3356	7.0671	1.43	0.2814
Error.	12	59.1658	4.9304		
Total	17	94.5015			

C.V 63.31

Media de largo 3.5072 cms.

El coeficiente de variación fue del 63.31 lo que indica que existieron variaciones en el comportamiento del ensayo, las cuales se debieron principalmente a la variación en número y largo de los brotes, así como al estado fitosanitario del cultivo, ya que un 20% de la plantación estaba afectada por bacteria.

Aunque estadísticamente no existieron diferencias significativas entre las diferentes dosis de GA³ evaluadas en cuanto a número y largo de brotes, visiblemente si se observó una marcada diferencia especialmente en los tratamientos 4 y 5 (300 y 500 ppm) que presentaron un mayor número y longitud de brotes en comparación con el testigo absoluto, dichas diferencias se comparan en las figuras 42, 43 y 44.



Figura 42. Tratamiento 5, repetición 1, al realizar la 3era toma de datos.



Figura 43. Testigo 2 al realizar la 3ra toma de datos. Se observa menor número de brotes y longitud en comparación con los tratamientos 4 y 5.



Figura 44. Tratamiento 5, repetición 2, se observa la gran cantidad de brotes y largo de los mismos

4.5. Conclusiones

- Al evaluarse el efecto que causa el ácido giberélico aplicado a Izote pony (*B. recurvata* var. *guatemalensis*) con el fin de aumentar la cantidad de brotes, se estableció que estadísticamente ninguna de las 5 concentraciones de ácido giberélico evaluadas, causó un aumento substancial en el número de brotes por planta tras la aplicación de las mismas.

- Estadísticamente no existe diferencia significativa entre las 5 diferentes concentraciones de ácido giberélico evaluadas, con el fin de incrementar el crecimiento de longitud de los brotes en Izote pony (*B. recurvata* var. *guatemalensis*)
- Al finalizar la investigación se determinó que si bien estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, si se observa que las plantas de los tratamientos 4 y 5 (300 y 500 ppm) presentaron un mayor número y longitud de brotes en comparación con el testigo absoluto así como también el ácido giberélico indujo la brotación en plantas enfermas infectadas con bacteria.

4.6. Evaluación

Aunque estadísticamente no se observan diferencias significativas en el número y crecimiento de brotes, en la práctica si se estableció el efecto positivo que causa la aplicación de ácido giberélico GA_3 en el crecimiento de brotes de Izote pony (*B. recurvata* var. *guatemalensis*). Pese a la cantidad de tiempo que requirió cada una de las labores agronómicas, especialmente lo minucioso y lento que se tornaba la toma de datos para dicha evaluación, se logró realizar al 100% la investigación planteada y los objetivos trazados al inicio de la misma.

5. Servicio 2: Establecimiento de una Parcela de Bambú (*Bambusa* sp.), con Fines de Multiplicación de la Especie en la ENCA.

5.1. Descripción del Problema

El Bambú (*Bambusa* sp.) se constituye en un recurso natural renovable de gran potencial agronómico para nuestro país. Sus grandes cualidades han sido explotadas desde épocas antiguas, especialmente por habitantes del Sur-este Asiático. En Guatemala se cuenta con varias especies que se desarrollan favorablemente en la costa norte y sur del país.

Derivado del diagnóstico realizado del estado actual de la investigación en la ENCA, en el cual se denota la falta de interacción entre la actividad de investigación y producción, se planteó realizar un empalme entre dichas actividades, ante la necesidad de buscar alternativas para disminuir la presión realizada a los recursos maderables con que cuenta la finca Bárcena, ya que muchos de estos se utilizan para hacer estacas o tutores, usados en el desarrollo de las actividades de campo de diversos cultivos como Tomate (*Lycopersicum* esculentum Miller), Chile (*Capsicum* sp.), Pepino (*Cucumis sativum*), etc.

Es por esta razón que se implementó una área para la reproducción de Bambú (*Bambusa* sp.), con la finalidad de obtener nuevas plantas y en el mediano plazo establecer una plantación de Bambú (*Bambusa* sp.) y contar así con un sustituto de gran potencial de uso agronómico, renovable y de bajo costo económico para la realización de las diversas actividades de campo, que se desarrollan en las diferentes áreas productivas de la ENCA y que además provea suficiente material como para realizar trabajos de investigación de estudiantes de la ENCA, como de Ingeniería Agroindustrial, con el objetivo de encontrar nuevos beneficios y productos derivados del mismo.

5.2. Antecedentes

En el año 2005 se realizó por parte de la Sub-área de Investigación de la ENCA el ensayo “Evaluación de la combinación óptima de sustrato, número de yemas y diámetro de esquejes para el enraizamiento de Bambú (*Bambusa* sp.)” el cuál reporta que el mejor sustrato fue arena blanca, 2 ó 4 yemas y 4 a 6 cm. de diámetro para su enraizamiento. Las plantas utilizadas para esta evaluación dieron origen a una pequeña plantación que se encuentra al final del área del vivero forestal.

5.3. Objetivos Específicos

- 5.3.1. Establecer un propagador para el enraizamiento de esquejes de Bambú (*Bambusa* sp.), previo a su transplante a campo definitivo.
- 5.3.2. Contar, a largo plazo, con una plantación de Bambú (*Bambusa* sp.) para la realización de trabajos de investigación y proyectos de módulo empresarial de estudiantes de la ENCA, así como también de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, tendientes a encontrar nuevos beneficios, usos y productos derivados de dicha planta.
- 5.3.3. Establecer a mediano plazo, una plantación de Bambú (*Bambusa* sp.) con fines de explotación para ser utilizado como tutores o estacas, en las actividades de manejo agronómico de los diferentes cultivos que se desarrollan en las áreas productivas de la ENCA.

5.4. Metodología

5.4.1. Preparación de Área que Ocupa el Propagador

Debido a la textura arcillosa que presentan los suelos de la ENCA, así como a los altos requerimientos de agua del cultivo en su etapa de enraizamiento, se hizo

necesario establecer un propagador para enraizar los esquejes, previo al traslado a campo definitivo. Primeramente se hizo la selección de una área específica dentro de las plantas de bambú ya establecidas, de aproximadamente 12Mts.de largo por 1 mt. de ancho por 0.25Mts. de profundidad. El propagador se recubrió con block's de 39*19*9Mts. y se lleno con arena blanca desinfectada utilizando para esto el fungicida Banroot® (15% de Etridiazole y 25% Metil teofanato) a razón de 1.3gm/Lt. de agua, aplicándolo con regadera. El objetivo de construir el propagador fue el de enraizar la mayor cantidad posible de esquejes de Bambú (*Bambusa* sp.) y así aumentar su prendimiento en campo definitivo.

5.4.2. Obtención de Esquejes para Reproducción

Los esquejes para reproducción se obtuvieron de varias plantas madres que se encuentran localizadas en el Área de Hortalizas a Campo Abierto de la ENCA, con una edad promedio de 4 a 5 años. Se extrajeron esquejes provenientes de ramas de entre 2 a 3 años de edad los cuales se cortaron con una sierra, y los brotes se cortaron a ras con una tijera de podar. Se seleccionaron esquejes de 2 yemas todavía cubiertas y de 6 cm. de diámetro que son los que tienen mejor enraizamiento y desarrollo, esto según los resultados obtenidos en la investigación "Evaluación de la combinación óptima de sustrato, número de yemas y diámetro de esquejes para el enraizamiento de Bambú (*Bambusa* sp.)" realizada por la Sub-área de Investigación de la ENCA en el año 2005.

5.4.3. Enraizamiento de los Esquejes

El enraizamiento como ya se mencionó se realizó en un propagador de arena blanca lavada con agua como lo recomienda el Manual para Manejo de Recursos Genéticos Forestales de FAO 2006. Los esquejes se llenaron de arena en los huecos de los extremos para evitar su pudrición, se colocaron transversalmente a lo largo del germinador con el cuidado de colocar una yema hacia abajo y otra hacia arriba y se cubrieron por completo con una capa de arena como se muestra en la figura 45.



Figura 45. Colocación de los esquejes en el propagador para su enraizamiento.

La siembra se realizó el 15 abril de 2006, con un total de 125 esquejes. En cuanto al riego se realizaron 2 aplicaciones diarias durante los meses de verano y posteriormente 1 aplicación durante el invierno, utilizando para ello manguera o regadera. El propagador se cubrió con saran a una altura de 1Mt. para reducir la entrada de luz que dañase los brotes, la pérdida de humedad y el daño por lluvia, como se aprecia en la figura 46



Figura 46. Recubrimiento dado a los esquejes en el propagador



Figura 47. Esquejes en enraizamiento

5.4.4. Transplante

El transplante que se tenía programado para el mes de noviembre 2006, no se llevo acabo durante el periodo del EPSA, debido a varios factores, principalmente por la poca cantidad de raíces que presentaban los esquejes, por lo que se hizo necesario

que permanecieran más tiempo en el propagador para enraizar, además, el área asignada para establecer la plantación al final de hortalizas a campo abierto no contaba con sistema de riego, por lo que se ponía en riesgo el desarrollo de la misma en su etapa inicial. Junto a la coordinación de producción se buscaron otras áreas posibles para el transplante, pero no se llegó a un acuerdo definitivo, es por esto que la selección de la nueva área, el transplante y establecimiento de la plantación, se dejó en manos de la coordinación de producción de la ENCA.

5.5. **Resultados Obtenidos**

Se logró la construcción de 2 propagadores revestidos de block y rellenos de arena blanca para enraizamiento de esquejes de Bambú (*Bambusa* sp.) de 12Mts. de largo y 1Mt. de ancho, que albergaron un total de 125 esquejes, como se aprecia en la figura 48. Al finales del mes de octubre de 2006 un 30% de los esquejes presentaba poco crecimiento y desarrollo de raíces como se muestra en la figura 49, esto debido a que el Bambú (*Bambusa* sp.) se desarrolla mejor en áreas mucho mas cálidas y húmedas, por lo que se tomó la determinación de que los esquejes permanecieran mas tiempo en el propagador para su enraizamiento y dejar en manos de la coordinación de producción de la ENCA la futura selección definitiva del área, así como el transplante y establecimiento de la plantación.



Figura 48. Enraizamiento de esquejes en los propagadores.



Figura 49. Crecimiento de esquejes en el propagador.

5.6. Evaluación

Se logró la construcción de 2 propagadores para enraizamiento de esquejes de Bambú, así como la obtención de más de 125 esquejes enraizados. Debido a que alrededor del 30% de los esquejes presentaba pocas raíces y no lograr definir un área específica para su trasplante se decidió que la selección de la nueva área, el trasplante y establecimiento de la plantación, lo realizará la Coordinación de Producción de la ENCA.

6. Servicio 3: Evaluación de 4 Niveles de Vermicompost Aplicado al Cultivo de Chile pimiento (*Capsicum annuum* var. Quetzal) Bajo Condiciones de Invernadero en la ENCA.

6.1. Planteamiento del Problema

Como resultado del diagnóstico sobre el estado actual de la investigación científica en la ENCA se implementó el reforzamiento de dicha actividad a través del desarrollo de proyectos de investigación de interés para las diferentes áreas productivas de la ENCA, siendo una de estas el Área de Producción de Hortalizas bajo invernadero. En el contexto de manejo del cultivo, se tiene como base del desarrollo y rendimiento del mismo, una adecuada nutrición así como la protección al ataque de plagas y enfermedades. En los invernaderos del área de Consulados el plan de fertilización de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal) incluye; Ácidos húmicos, Nitrato de Calcio (CaNO_3), Nitrato de Potasio (KNO_3), Sulfato de Magnesio (MgSO_4), Hierro (Fe), Boro (Br), estos elementos se incorporan al cultivo a través del sistema de riego por goteo, en forma de sales solubles en agua.

En la línea de los fertilizantes orgánicos encontramos el Vermicompost, el cuál se forma por la transformación de materia orgánica como estiércol de animales, restos de cosechas, etc., que realiza la lombriz Coqueta roja (*Eisennia foetida*). Dicho fertilizante es rico en Materia Orgánica, Fósforo y Potasio, cuya adición puede

complementar los requerimientos nutricionales de un cultivo dentro del plan de fertilización del mismo.

Con la finalidad de establecer si la adición de vermicompost al plan de fertilización química proporciona mejoras en el rendimiento de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal) se evaluó su efecto aplicándolo al suelo antes del trasplante en 4 diferentes niveles de 7.14Kg, 14.28Kg, 21.42Kg y 28.56Kg/surco de 28 Mts, con un total de 93 plantas/surco respectivamente.

6.2. Objetivos

- 6.2.1. Evaluar el efecto de 4 distintos niveles de fertilización con Vermicompost en el rendimiento de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal) bajo condiciones de invernadero.
- 6.2.2. Establecer cuál de las dosis evaluadas presenta mejor rendimiento en Kg/surco de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal).

6.3. Metodología

En base a la revisión bibliográfica realizada se determinó la cantidad (gramos) de vermicompost que se requiere por planta y tomando en cuenta la cantidad de plantas por surco (93 plantas) se obtuvieron los diferentes niveles de fertilización a evaluar que fueron 7.14kg, 14.28kg, 21.42kg y 28.56kg/surco de 28 mt.

Posteriormente se peso dicha cantidad de Vermicompost utilizando una balanza de doble reloj y se introdujo en sacos. En la figura 50 y 51 se muestra el invernadero "D" donde se realizó el ensayo el cuál se encuentra localizado en el Área de Consulados, del cuál se selecciono la segunda nave con un total de 5 surcos de 28 Mts. de longitud y un 5% de pendiente. Se aplicaron los 4 diferentes niveles uno por cada surco y el quinto surco se utilizó como testigo relativo. El Vermicompost se aplicó

directamente sobre el surco y se mezcló uniformemente, esto se realizó 3 días antes del transplante del pión.



Figura 50. Distribución de los surcos dentro del invernadero para la evaluación de 5 niveles de vermicompost



Figura 51. Surco tratamiento 1 (7.14 kg vermicompost).

Las labores de manejo del cultivo como tutorado, fertilización, riego, control fitosanitario, etc., estuvieron a cargo del personal del Área de Consulados y estudiantes del módulo de investigación agrícola. La dirección de la misma estuvo a cargo del estudiante de EPSA.

La siembra se realizó el 07/06/2006 y la cosecha de Chile se inició el 04/09/2006 dándose por finalizada el 28/11/2006 con un total de 18 cortes. La cosecha se realizaba con estudiantes del módulo de producción o con trabajadores del Área de Consulados. Se inició con 3 cortes por semana y conforme el cultivo decreció en producción se redujeron a 2 por semana. Se cortaban los frutos de cada surco y se colocaban en cajas por separado, luego se seleccionaban por su calidad en primera, segunda y tercera respectivamente. Posteriormente se pesaba cada uno de los tamaños por separado de cada surco y se anotaba su peso en Lb./corte/surco.

6.4. Resultados

El rendimiento obtenido por calidad de fruto se muestra en el cuadro 13 observándose que se obtuvo mayor cantidad de frutos de segunda con 259.80 Kg. seguido del fruto de tercera con 106,59 Kg. luego se encuentra el fruto de primera

calidad con 79,37 Kg. y finalmente el fruto de 4 calidad con 14.65 Kg. En total el cultivo produjo 460.79 Kg. en alrededor de 3 meses de cosecha.

Cuadro 13. Rendimiento por calidad en kg. del cultivo de chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal).

Calidad	1era.	2da.	3ra.	4ta.	Total
Rendimiento	79.37 Kg.	259.80 Kg.	106.59 Kg.	14.65 Kg.	460.79 Kg.

En cuanto al rendimiento por surco tratamiento evaluado expuesto en el cuadro 14, se muestra que el surco 2 (14.28Kg. de Vermicompost/surco), obtuvo la mayor producción de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal). con un total de 109.50 Kg., seguido del surco 4 (28.56kg/surco) con 97.29 Kg., luego el surco 1 (7.14kg/surco) con 94.21Kg. y finalmente el surco 3 (21.42Kg/surco) con 87.81Kg. Los rendimientos alcanzados por todos los tratamientos evaluados son superiores al alcanzado por el surco testigo relativo el cuál obtuvo una producción de 71.75 Kg.

Cuadro 14. Rendimiento en Kg/surco de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal).

surco 1	surco 2	surco 3	surco 4	Testigo
94.21kg.	109.50 kg.	87.81Kg.	97.29 Kg.	71.75 Kg.

El análisis de varianza realizado, muestra que estadísticamente existen diferencias significativas entre tratamientos por lo que se realizó la prueba de medias de Tukey para determinar cuál de los tratamientos presentaba los mejores resultados.

Cuadro 15. Análisis de varianza de Evaluación de 4 niveles de vermicompost aplicado al cultivo de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F. calculada	Sig.
Tratamientos.	4126.1137	21	196.48	10.70	0.0001
Error.	1248.5493	68	18.36		
Total	5374.6630	89			

C.V. = 37.98

Media en rendimiento 5.11 kg.

La prueba de medias de Tukey efectuada indica que el nivel 2 (14.28 Kg. de Vermicompost/surco) alcanzó el mayor rendimiento en cuanto a cantidad de fruto, con una media en producción de 6.083 Kg/corte, seguido del nivel 4 (28.56 Kg. de Vermicompost/surco) con una media de 5.404 Kg./corte, en tercer lugar encontramos el nivel 1 (7.14 Kg. de vermicompost/surco) con una media por corte de 5.233 Kg./corte

y el nivel mas bajo de los 4 evaluados fue el 3 (21.42 Kg. de Vermicompost/surco) que alcanzó una media de 4.878 kg de fruto/corte. El rendimiento mas bajo se obtuvo en el surco testigo relativo con una media de 3.986 Kg./corte.

Cuadro 16. Resumen de prueba de Tukey para la variable respuesta Rendimiento.

Surco	Media	Grupo Tukey
2	6.083	A
4	5.404	BA
1	5.233	BA
3	4.878	BA
5	3.986	B

6.5. Conclusiones

- Al evaluar el efecto de las 4 diferentes dosis de fertilización con Vermicompost se estableció que estadísticamente existe diferencia significativa entre las mismas, por lo que la adición del Vermicompost al suelo además de la fertilización química aplicada en el Área de Producción de Hortalizas bajo Invernadero de la ENCA aumenta el rendimiento del cultivo de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal)
- En cuanto al rendimiento de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal), se estableció que el nivel 2 (14.28 Kg. de Vermicompost/surco) alcanzó el mayor rendimiento, produciendo un total de 109.50 Kg. de Chile con un media de 6.083 Kg. de fruto/corte realizado, en comparación con el testigo relativo el cual obtuvo un rendimiento total de 71.75 kg. y una media por corte efectuado de 3.986 Kg. El nivel 2 (14.28 Kg. de vermicompost/surco) obtuvo un 65% mas de producción de Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal) en comparación con el surco testigo relativo.

6.6. Evaluación

Pese a la cantidad de tiempo que requería el corte, selección por tamaño y pesado del Chile pimiento (*C. annuum* var. Quetzal) durante al menos 3 meses de

cosecha, se logró realizar al 100% la evaluación de diferentes niveles de fertilización con vermicompost aplicado al suelo más fertilización química, obteniéndose resultados satisfactorios para el Área de Producción de Hortalizas bajo Invernadero de la ENCA, que según la Coordinación de Producción se implementarían en los próximos ciclos de cultivo para mejorar tanto el rendimiento como la calidad de los frutos.

7. Servicio 4: Propagación de Esquejes de Varias Especies de Bambú (*Bambusa* sp.) con Fines de Diversificación en la ENCA

7.1. Descripción del Problema.

En la ENCA se cuenta únicamente con variedades amarillas de Bambú como *Bambusa* sp y *Bambusa vulgaris*, por lo que se decidió diversificar el número de especies mediante la propagación de nuevos materiales que resultaron atractivos debido a sus características particulares tal es el caso de Guadúa (*Gigantochloa verticillata* (Wild.)) y tratar de adaptarlos a las condiciones agroclimáticas de la ENCA,

La finalidad es contar en el mediano plazo con nuevos materiales y que puedan ser utilizados como tutores, postes para invernaderos, artesanías, etc., o que se realicen trabajos de investigación y desarrollo de nuevas formas de aprovechamiento de los mismos.

7.2. Objetivos Específicos

- 7.2.1. Obtener esquejes de nuevas variedades de Bambú (*Bambusa* sp.) que cuenten con características de interés para la realización de investigación sobre su desarrollo y nuevas formas de aprovechamiento.
- 7.2.2. Enraizar esquejes de las diferentes variedades de Bambú (*Bambusa* sp.) obtenidas.

7.2.3. Que se establezca posteriormente por parte de la Sub-área de Investigación una pequeña plantación con las nuevas variedad de Bambú (*Bambusa* sp.) introducidas.

7.3. Metodología

7.3.1. Propagación de los Esquejes

Se construyó un propagador con el objetivo de enraizar de forma segura los esquejes obtenidos. Se ubicó dentro de la plantación de Bambú ya establecida, con aproximadamente 12 Mts. de largo por 1 Mt. de ancho por 0.25 Mt. de profundidad. El propagador se recubrió con block's de 39*19*9 Mt. y se llenó con arena blanca desinfectada utilizando para esto el fungicida Banroot® (15% de Etridiazole y 25% Metil teofanato) a razón de 1.3gms/Lt. de agua, aplicándolo con regadera.

7.3.2. Obtención de Esquejes Para Reproducción.

Los esquejes fueron extraídos de la plantación de Bambú (*Bambusa* sp.) del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la aldea San Miguel Panán, Chicacao, Suchitepéquez como se observa en las figuras 52 y 53 y fueron donados para su reproducción en la ENCA.

Los esquejes fueron cortados el 02 de octubre del 2006 de ramas bien desarrolladas de entre 15 a 20 Mts. de longitud y diámetros entre 7.5 y 15 cm. Las ramas se seleccionaron y cortaron e inmediatamente se transportaron hacia la ENCA para evitar la pérdida de agua en las mismas. A su llegada a la ENCA los esquejes fueron desinfectados sumergiéndoles por 5 minutos en un deposito conteniendo Regent® pues algunos presentaban ataque de gorgojo o picudo. A la mañana siguiente fueron introducidos en el propagador colocándolos en forma horizontal, rellenándolos en los extremos de arena, y colocando una yema hacia arriba y la otra hacia abajo.



Figura 52. Planta de Bambú de donde se extrajeron esquejes de Guadúa para su multiplicación en la ENCA.



Figura 53. Plantación de bambú (*Bambusa* sp) en la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

7.3.3. Enraizamiento de los Esquejes

El enraizamiento se realizó el 03 de octubre de 2006, en el propagador construido para tal fin, el cuál contenía arena blanca lavada y desinfectada con Banroot[®], esto se efectuó en base a lo recomendado por el Manual Para Manejo de Recursos Genéticos Forestales de FAO 2006.

En la figura 54 se muestra como los esquejes se llenaron de arena en los huecos de los extremos para evitar su pudrición, se colocaron transversalmente a lo largo del germinador, colocando una yema hacia abajo y otra hacia arriba y se cubrieron por completo con una capa de arena.

Posteriormente se cubrieron con arena, se identificaron utilizando rótulos de madera que indicaba la variedad, fecha de siembra y cantidad de esquejes sembrados como lo muestra la figura 24. Se cubrió todo el propagador con saran para evitar la entrada directa de luz, pérdida de humedad y el crecimiento de malezas dentro del mismo.



Figura 54. Forma en que se colocaron los esquejes dentro del propagador.



Figura 55. Distribución por especie y cubrimiento del bancal con arena de los esquejes.

7.4. Resultados Obtenidos

Se realizó la construcción de 1 propagador para el enraizamiento de nuevas variedades de Bambú (*Bambusa* sp.) con una longitud de 12Mts. y 1Mt. de acho. Se introdujeron para enraizamiento 5 nuevas variedades de Bambú entre las que tenemos:

- *Bambusa tulda* Roxb.
- *Bambusa textiles*
- *Gigantoclhoa verticillata* (Wild.)
- *Bambusa tuldoides* Munro.
- *Bambusa vulgaris* var. *striata*.

Debido al tiempo que se requiere para el enraizamiento del Bambú (*Bambusa* sp.) se decidió que la Sub-área de Investigación se encargue de plantar las nuevas variedades introducidas.

7.5. Evaluación

Se logró cumplir al 100% el objetivo de obtener nuevas variedades de Bambú (*Bambusa* sp.) e introducirlas para su reproducción en la ENCA, con el fin de contar con nuevos materiales para la realización de investigación, así como contar en la largo

plazo con las plantas necesarias para desarrollar nuevas formas de aprovechamiento por parte de los estudiantes de la ENCA y de Ingeniería Agroindustrial.

8. Servicio 5: Introducción de Nuevas Especies a la Colección de Plantas Medicinales de la ENCA.

8.1. *Planteamiento del Problema*

La colección de plantas medicinales con que contaba la ENCA, era muy limitada en cuanto a diversidad de especies así como su área disponible, observándose la necesidad de ampliar el número de especies así como el mejorar las condiciones del área que ocupaban.

Según la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 1998), las plantas medicinales están cobrando gran importancia en el mundo, especialmente aquellas con propiedades bien establecidas y por lo cuál tienen una alta demanda para su utilización en la nueva tendencia llamada medicina alternativa.

Actualmente en Guatemala, algunas empresas están explotando ya las propiedades de algunas especies como Sábila (*Aloe vera*), Tilo (*Typha* sp.), Menta (*Menttus piperita* L), Pericón (*Tagetes lucida* Cav), etc. fabricando distinto productos que van desde te's, ungüentos para uso medicinal, hasta productos para el cuidado personal, por lo que representan un nuevo mercado, poco explotado pero atractivo y en expansión, por lo que se hace necesario que los estudiantes conozcan y se familiaricen con la mayor cantidad de especies que por sus importantes beneficios pueden constituirse en cultivos a explotarse.

8.2. Objetivos

- 8.2.1. Diversificar la colección de plantas medicinales de la ENCA, mediante la inserción de nuevas especies seleccionadas por sus importantes características medicinales, así como por su capacidad de adaptarse a las condiciones agroclimáticas de la ENCA.
- 8.2.2. Brindar al estudiante de la ENCA por medio de la colección de plantas medicinales, la oportunidad de conocer una mayor diversidad de especies con propiedades curativas.
- 8.2.3. Promover en los estudiantes tanto de la ENCA como de Ingeniería Agroindustrial, la elaboración de proyectos empresariales o de investigación orientados a darle un mejor aprovechamiento a las especies medicinales, así como propiciar su industrialización para insertarse al creciente mercado de la medicina alternativa o natural.

8.3. Metodología

El área que ocupa la colección de plantas medicinales es de alrededor de 500 Mt² y se encuentra frente a los invernaderos de la sección de Hortalizas. Se inició identificando las especies ya existentes, posteriormente se comenzó con el mantenimiento del área, siendo este la limpieza y chapeo de la misma, a cargo de los estudiantes del módulo de investigación agrícola y forestal, luego se realizó la reparación del sistema de riego por micro aspersion y finalmente la fertilización a cada una de las parcelas de plantas existentes. Para las especies ya existentes se aplicó un total de 22,68 Kg. de Vermicompost y 18,14 kg. de Blaukorn[®]. Las parcelas en las que se introdujeron las nuevas especies tienen un área de aproximadamente 6 Mt² c/u y se encuentran dentro del área de la colección. La metodología consistió en picar y mezclar el suelo con azadón, aplicando 4,54 Kg. de Vermicompost por parcela con el objetivo de mejorar la textura del suelo y facilitar el prendimiento de las plantas. El sistema de riego fue ampliado para asegurar que todas las parcelas fueran cubiertas.

Para la obtención de las especies a introducir en la colección de la ENCA se contó con el apoyo del Ing. Agr. Vicente Martínez, encargado de la Colección de Plantas Medicinales de la FAUSAC, quien proporcionó las plantas seleccionadas.

Las plantas eran cortadas por la mañana, se introducían en bolsas de papel o nylon con papel húmedo con agua, se transportaban y sembraban el mismo día.

Las especies que se propagaron en forma vegetativa son:

- Fresa (*Fragaria vesca* L.)
- Menta (*Mentha piperita* L.)
- Cola de caballo (*Equisetum hyemale* L.)
- Árnica de monte (*Hyptis sinuata* Pahl&Benth)
- Albahaca morada (*Ocimum selloi* Benth)
- Saúco (*Sambucus canadensis* L.)
- Curarina (*Sansevieria guineensis* (Jack) Hill)
- Verbena (*Verbena litoralis*)

Por reproducción sexual se incluyeron:

- Linaza (*Linum usitatissimum* L.)
- Fenogreco (*Trigonella foenum-graecum* L.)
- Albahaca blanca (*Ocimum micranthum* Wild.)

Las plantas ya existentes en la colección eran:

- Ruda (*Ruta chalapensis* L.)
- Ajenjo (*Artemisa absinthium* L.)
- Samat (*Eryngium foetidum* L.)
- Buganvillea (*Bougainvillea glabra* Choisy in DC.)
- Te de limón (*Cymbopogon citratus* DC Staff.)
- Pericón (*Tagetes lusida* Cav.)
- Sábila (*Aloe vera* (L.) Burm. F.)

Por último se le colocó a cada una de las especies un rótulo de identificación con su nombre común, nombre técnico así como un rótulo de identificación general de la colección.

8.4. Resultados Obtenidos

El logró insertar 12 nuevas especies que fueron seleccionadas por su capacidad de adaptación a las condiciones agroclimáticas de la ENCA, así como por sus reconocidas propiedades. La ampliación de la colección se realizó con la finalidad de brindar al estudiante la oportunidad de conocer la mayor diversidad posible de especies y sus características, así como el despertar su interés en la elaboración de proyectos orientados a la investigación o industrialización de las mismas, mediante la elaboración de productos derivados como aceites esenciales, ungüentos, te's, etc., llegando hasta productos para el cuidado personal.

8.5. Evaluación

Se cumplió al 100% el objetivo trazado de diversificar la colección de plantas medicinales de la ENCA a pesar de la falta de colaboración del personal del Área de Hortalizas lugar donde se encuentra asentada dicha colección. Se logró la inserción de 12 nuevas especies, las cuales al final del periodo de EPSA estaban totalmente establecidas. Aunado a lo anterior también se le colocó un rótulo de identificación a cada especie y uno de identificación general a la colección, con lo cuál se asegura que cumplirán la función de enseñanza para la cual fueron introducidas, así como no ser cortadas o aplastadas por desconocimiento de las personas.

9. Servicio 6: Ornamentación del Área de Ingreso a la Granja de Producción Animal de la ENCA

9.1. Descripción del Problema

La Coordinación de Producción de la ENCA sugirió la jardinería de la calle de ingreso a la granja de producción animal, ya que encontraba sin ningún tipo de ornamentación.

Por el tipo de actividades que lleva a cabo, la granja de producción es visitada por muchas personas, especialmente durante las fiestas de aniversario de la ENCA ya que dentro de sus instalaciones se realiza el tradicional jaripeo.

9.2. Objetivos

9.2.1. Ornamentación de la calle de ingreso a la granja de producción animal de la ENCA a través del establecimiento de distintas especies de plantas ornamentales.

9.2.2. Proyectar a los visitantes una mejor imagen de la granja de producción animal y a la vez mejorar el entorno para el aprendizaje de los estudiantes y personal que labora en ella.

9.3. Metodología

Primeramente se revisó del área para determinar si las plantas no interferían en ninguna actividad que se realizase en la granja, seguidamente se visitó el área de floricultura y se revisó el inventario de especies ornamentales existentes que soportaran luz de sol completa.

Las especies seleccionadas fueron, Narcisos (*Plectranthus* sp), Cycas (*Cyca revoluta* L.), Hierbilla (*Aloysia tripylla* L Heritt, Britt) y Maní forrajero (*Arachis pintoii* Krappov Wc Gregory). Posteriormente se determinó el diseño y el arreglo que se daría a las plantas en la calle de entrada a la granja.

Se hicieron plateos de 1Mt. de diámetro, luego agujeros de aproximadamente 0.50 Mt. de profundidad y 0.50Mt. de diámetro para introducir las Cycas (*Cyca revoluta*) y Narcisos (*Plectranthus* sp). Se aplicó fertilizante 15-15-15 a razón de 25 gm./planta durante la siembra y se repetía cada 22 días. Se colocaron desde la puerta de entrada a la granja, hasta el inicio de la planta de concentrados, a la orilla de la calle principal con distanciamiento de 20 Mt. entre si. En la figura 56 podemos observar como las plantas se rodearon formando círculos de aproximadamente 1Mt. para lo cuál se sembró Hierbilla (*Aloysia tripylla* L Heritt, Britt) y dentro de estos círculos se sembraron estolones de Maní forrajero (*Arachis pintoii*). La siembra de las plantas estuvo a cargo de un solo trabajador de servicios generales de la ENCA. Las labores de riego fueron realizadas por trabajadores de la granja de producción.



Figura 56. Diseño de la ornamentación establecida en la calle de ingreso a la granja de producción animal.

Debido a que durante el invierno se realizó el pastoreo de ganado bovino en áreas fuera de la granja y el ganado pasa por toda la entrada de la misma, como se aprecia en las figuras 57 y 58 se hizo necesaria la protección de las plantas mientras se establecían, para lo cuál se les colocaron alrededor estacas de madera unidas con alambre y rafia.



Figura 57. Protección colocada para evitar que los animales dañaran las plantas.



Figura 58. Pastoreo efectuado en el área.

En el diseño inicial se tenía planificado el establecimiento de una jardinera frente al edificio central de la granja de producción, pero debido al mantenimiento que requeriría, no se llevó a cabo. Los trabajos en el área iniciaron el 12 de mayo de 2006 y finalizaron con la retirada de las estacas de protección el 15 de octubre del mismo año.

9.4. Resultados

Se logró realizar la ornamentación de la calle principal de ingreso a la granja de producción animal como se logra apreciar en las figuras 59 y 60, con lo que se le dio un aspecto más agradable a dicha área, la cuál es visitada por muchas personas. Las prácticas realizadas fueron siembra, resiembra de plantas muertas o dañadas, riego, fertilización y circulación para protección. La mano de obra estuvo a cargo de solamente un trabajador de la Coordinación de Servicios Generales y la supervisión a cargo del estudiante de EPSA



Figura 59. Ornamentación vista desde la puerta de inicio a la granja de producción



Figura 60. Ornamentación vista desde la planta de concentrados de la granja de producción animal.

9.5 Evaluación

A pesar de los inconvenientes que se tuvieron con el pastoreo y la falta de colaboración para realizar el riego necesario para el crecimiento y desarrollo de las plantas, se logró cumplir al 100% la ornamentación de la calle de ingreso a la granja de producción animal con lo que se mejora la imagen de una de las áreas más importantes de la ENCA debido a la gran cantidad de actividades académicas, productivas y sociales que allí se llevan a cabo.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Barceló, J; Nicolás, G; Sabater, B; Sánchez, R. 1980. Fisiología vegetal. Madrid, España, Pirámide. 750 p.
2. Barrera, C; Domínguez, A; Estrada, C; Coronado, F. 2000. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos de la ENCA. Informe investigación MSc. Manejo de Suelo y Agua. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 60 p.
3. CATIE, CR. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas en chile dulce (*Capsicum* sp.). Turrialba, Costa Rica. 44 p.
4. ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura, GT). 2006. Datos meteorológicos, estación meteorológica tipo A, ENCA. Barcenás, Villa Nueva, Guatemala. 1 Disquete.
5. FAO, IT. 2005. Información sobre recursos genéticos forestales no. 18 (en línea). Italia. Consultado 5 abr 2008. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/U2240S/U2240S06.htm>
6. Gaspar, C. 2002. Evaluación de 7 formas de corte para la brotación de izote pony (*Beucarnea recurvada* var. guatemalensis), Informe Técnico P.A. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 52 p.
7. Hartmann, H; Kester, D. 1990. Propagación de plantas, principios y prácticas. México, Continental. 814 p.
8. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2006. Datos estación meteorológica tipo B, Alameda ICTA. Guatemala. 1 Disquete.
9. Martínez, C; Ramírez, L. 2000. Lombricultura y agricultura sustentable. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 85 p.
10. Martínez, J; Granados, N. 2005. Guía y generalidades del cultivo de las especies de la colección y huerto productivo de plantas medicinales y aromáticas del CEDA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
11. Montgomery, DE. 1991. Diseño y análisis de experimentos. México, Iberoamérica. 478 p.
12. Morales, J. 2000. Efecto de la densidad de siembra de lombriz coqueta roja (*Eisennia foetida*) en bobinaza para la producción de vermicompost en la finca San Sebastián, San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. Tesis Lic. Zootecnia. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 57 p.
13. Mendoza, C. 2002. Descripción del proceso de selección y presentación para exportación de izote pony (*Beucarnea recurvada* var. guatemalensis) en la finca Buena Vista, Santa Lucía Cotz, Escuintla. Informe Técnico P.A. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 39 p.

14. Pineda, C. 1998. Estudio técnico de capacidad de uso de los suelos de la ENCA. Informe técnico P.A. Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 17 p.
15. Santos, J. 2004. Bio bambú: utilización del bambú (*Bambusa* sp). (en línea). México, BambuMex. Consultado 5 abr 2006. Disponible en <http://www.bambumex.org/paginas/PROPAGACION.pdf>

