

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

**CONTRIBUCIÓN AL PROCESO DOCENTE EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
NOR ORIENTE -ITECNOR-, LA FRAGUA, ZACAPA**



LESTER ELISEO CORDÓN VARGAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2,006

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

**CONTRIBUCIÓN AL PROCESO DOCENTE EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
NOR ORIENTE -ITECNOR-, LA FRAGUA, ZACAPA**

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

POR

LESTER ELISEO CORDÓN VARGAS

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2,006

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

RECTOR MAGNÍFICO

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Dr. Ariel Abderraman Ortiz López

Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila

Br. Douglas Antonio Castillo Álvarez

P. Agr. José Mauricio Franco Rosales

Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

GUATEMALA NOVIEMBRE DE 2,006

Guatemala, 16 de noviembre de 2006

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

Honorables miembros:

De conformidad con lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación, **CONTRIBUCIÓN AL PROCESO DOCENTE EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR ORIENTE -ITECNOR-, LA FRAGUA, ZACAPA**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, 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”

Lester Eliseo Cordón Vargas

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

PRINCIPIO DE LA SABIDURÍA,

MI PADRE:

Eliseo Arturo Cordon Chacón, por su apoyo incondicional y sus consejos en caminados a la superación,

MI MADRE:

Dora Estela Vargas Zabaleta, por sus sabios consejos y su amor incondicional,

MIS HERMANOS:

Verna Liceth, Ingrid Viveca y Walter Arturo, por su absoluto apoyo,

MI FAMILIA:

Mis tías, sobrinos, primos y cuñados en general.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS,

MI PATRIA GUATEMALA,

MI DEPARTAMENTO ZACAPA,

MI MUNICIPIO TECULUTÁN,

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA,

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA,

LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE
AGRICULTURA,

MIS PADRES Y MIS HERMANOS,

MIS AMIGOS DE PROMOCION Y DE TODA LA
VIDA.

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS por darme entendimiento, sabiduría y sus múltiples bendiciones para alcanzar mis metas,

Mis padres y hermanos, por su valioso apoyo y participación en el desarrollo del presente documento,

Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez, por su valioso apoyo y asesoría en el desarrollo de la investigación,

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamontes, por la asesoría y revisión del presente documento,

El personal docente y administrativo del Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR-,

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, Delegación de Zacapa, especialmente a Eduardo Gándara y al Lic. Federico Franco,

Abby Sánchez por su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
CAPÍTULO I	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación Geográfica	3
1.2.1.2 Ubicación Político-Administrativa y Vías de Acceso	3
1.2.2 Características Socio Económicas	4
1.2.2.1 Antecedentes de la Institución	4
1.2.2.2 Estructura del Proyecto Educativo	5
1.2.2.3 Fuentes de Financiamiento	5
1.2.2.4 Organización de la Institución	6
1.2.2.5 Extensión Territorial del ITECNOR	6
1.2.2.6 Personal docente de la unidad académica ITECZA	7
1.2.2.7 Descripción de las Carreras Impartidas en el ITECZA	8
1.2.2.8 Cantidad de alumnos inscritos en la unidad académica ITECZA	11
1.2.3 Características Biofísicas	12
1.2.3.1 Clima	12
1.2.3.2 Zona de vida	15
1.2.3.3 Geología	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Generales	16
1.3.2 Específicos	16
1.4 METODOLOGÍA	17
1.4.1 Análisis de áreas críticas	17
1.4.2 Revisión de información secundaria	17
1.4.3 Recolección de información primaria	18
1.4.4 Descripción de la problemática	18
1.4.4.1 Árbol de problemas	18
1.4.4.2 Priorización de problemas	18
1.5 RESULTADOS	19
1.5.1 Recursos Naturales Renovables	19
1.5.1.1 Recurso hídrico	19
1.5.1.2 Recurso suelo	23
1.5.1.3 Recurso bosque	27
1.5.2 Análisis del pensum de la carrera de Industria de la Madera	29
1.5.2.1 Herramientas y equipo	31
1.5.2.2 Áreas y horarios de práctica	31
1.5.2.3 Personal docente	31
1.5.2.4 Análisis FODA de la carrera	32
1.5.3 Análisis de la problemática	33
1.5.3.1 Lluvia de ideas	33
1.5.3.2 Priorización de problemas	33

1.5.3.3	Descripción de los problemas	33
1.6	CONCLUSIONES	39
1.7	RECOMENDACIONES	40
1.8	BIBLIOGRAFÍA	41
CAPÍTULO II		42
2.1	PRESENTACIÓN	43
2.2	MARCO CONCEPTUAL	45
2.2.1	Origen del bambú	45
2.2.2	Clasificación taxonómica del bambú	45
2.2.3	Morfología del bambú	45
2.2.3.1	Raíz	46
2.2.3.2	Rizoma	46
2.2.3.3	Tallo o culmo	46
2.2.3.4	Hojas	46
2.2.3.5	Flores	47
2.2.3.6	Semillas	47
2.2.3.7	Yemas	47
2.2.4	Tipos de bambú	47
2.2.4.1	Grupo Paquimorfo	48
2.2.4.2	Grupo Leptomorfo	48
2.2.4.3	Grupo Anfipodial	48
2.2.5	Propagación asexual o por fracción vegetativa	48
2.2.5.1	Propagación por estacas o segmentos de culmo	49
2.2.6	Crecimiento del bambú	50
2.2.7	Ecología y distribución del bambú	51
2.2.7.1	Precipitación pluvial	51
2.2.7.2	Temperatura	51
2.2.7.3	Humedad relativa	51
2.2.7.4	Altitud	51
2.2.7.5	Pendiente	52
2.2.7.6	Suelos	52
2.2.8	Distribución geográfica del bambú	52
2.2.9	Marco referencial	52
2.2.9.1	Descripción de cultivares a utilizar	53
2.3	OBJETIVOS	57
2.3.1	General	57
2.3.2	Específicos	57
2.4	HIPÓTESIS	58
2.5	METODOLOGÍA	59
2.5.1	Metodología estadística	59
2.5.1.1	Tratamientos	59
2.5.1.2	Unidad experimental	59
2.5.1.3	Diseño experimental	59
2.5.1.4	Modelo estadístico	59
2.5.1.5	VARIABLES A EVALUAR	60
2.5.1.6	Análisis de la información	60

2.5.2	Manejo del experimento	61
2.5.2.1	Selección de cultivares	61
2.5.2.2	Preparación del terreno	61
2.5.2.3	Propagación y siembra	61
2.5.2.4	Limpias	61
2.5.2.5	Riegos	61
2.5.2.6	Control fitosanitario	62
2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
2.6.1	Peso de la raíz en base seca (gramos por planta)	64
2.6.2	Longitud total de los brotes en centímetros	65
2.6.4	Incremento en la longitud de los brotes	68
2.6.5	Incremento en el número de brotes por estaca	69
2.7	CONCLUSIONES	71
2.8	RECOMENDACIONES	72
2.9	BIBLIOGRAFÍA	73
	CAPÍTULO III	75
3.1	PRESENTACIÓN	76
3.2	SERVICIOS REALIZADOS	78
3.2.1	Servicio docente	78
3.2.1.1	Objetivos	78
3.2.1.2	Metodología	78
3.2.1.3	Resultados	79
3.2.1.4	Evaluación	81
3.2.2	Planificación del vivero forestal del ITECNOR (MAGA-EANOR)	81
3.2.2.1	Objetivos	81
3.2.2.2	Metodología	81
3.2.2.3	Resultados	83
3.2.2.4	Evaluación	83
3.2.3	Elaboración de las guías programáticas para los cursos de área técnica de la carrera “Industria de la Madera”	83
3.2.3.1	Objetivos	83
3.2.3.2	Metodología	83
3.2.3.3	Resultados	84
3.2.3.4	Evaluación	84
4.	ANEXOS	85
4.1	Anexo 1. Figuras y cuadros.	85
4.2	Anexo 2. Planificación del Vivero Forestal del ITECNOR (MAGA-EANOR).	102
4.3	Anexo 3. Guías programáticas de los cursos de área técnica de la carrera de Industria de la Madera, del ITECNOR.	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Organización del proyecto educativo, Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR-, La Fragua, Zacapa	5
2	Curva de temperatura máxima, media y mínima, del ITECNOR, según registros de la estación metereológica de La Fragua	12
3	Promedios mensuales de precipitación pluvial, en el ITECNOR, según registros de la estación metereológica de La Fragua, Zacapa	13
4	Climadiagrama del Valle de la Fragua, según registros de la estación metereológica de La Fragua, Zacapa	14
5	Velocidad de infiltración, por el método de doble cilindro	24
6	Árbol del problema, Debilidad del pensum de la carrera Industria de la Madera	34
7	Árbol del problema, Baja calidad del agua	35
8	Árbol del problema, Déficit hídrico y uso inadecuado del agua en la región	36
9	Árbol del problema, Carestía de recursos forestales	37
10	Árbol del problema, Uso inadecuado del suelo	38
11	Precipitación y evapotranspiración media mensual durante el período de evaluación (diciembre de 2,005 a mayo de 2,006), en La Fragua Zacapa	53
12	Peso de raíz en base seca, de los cultivares de bambú propagados asexualmente por estacas, en La Fragua, Zacapa, 2,006	64
13	Longitud total de los brotes, alcanzada por los cultivares propagados asexualmente por estacas, en La Fragua Zacapa durante el año 2,006	66
14	Producción de brotes por nudo de los cultivares evaluados en La Fragua Zacapa, durante el año 2,006	67

15	Incremento en longitud de los brotes mostrada por los cultivares propagados asexualmente por estacas, en la Fragua, Zacapa, durante el año 2,006	68
16	Incremento en número de brotes por estaca, en los cultivares propagados asexualmente por estacas, en La Fragua, Zacapa, durante el año 2,006	69
17	Porcentaje de alumnos reprobados en los cursos impartidos durante enero a mayo, en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa	80
18A	Ubicación geográfica del ITECNOR	85
19A	Mapa de profundidad efectiva del ITECNOR (EANOR)	86
20A	Mapa de profundidad efectiva del ITECNOR (ITECZA)	87
21A	Mapa de uso del ITECNOR (EANOR)	88
22A	Mapa de uso del ITECNOR (ITECZA)	89
23	Mapa de capacidad de uso del ITECNOR (EANOR)	90
24	Mapa de capacidad de uso del ITECNOR (ITECZA)	91
25	Mapa de intensidad de uso del ITECNOR (EANOR)	92
26	Mapa de intensidad de uso del ITECNOR (ITECZA).	93
27A	Croquis del experimento	96
28A	Rizoma de bambú del tipo Paquimorfo	96
29A	Rizoma de bambú del tipo Leptomorfo	97
30A	Propagación asexual de bambú, por medio de estacas o segmentos de tallo	97
31A	Corte y Preparación de las estacas de culmo para la siembra de (<i>Guadua angustifolia</i> Kunt)	98
32A	Siembra y llenado del entrenudo con dos tercios de agua (<i>Bambusa dolichoclada</i> Stripe)	98
33A	Primeros brotes del cultivar (<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl)	99

34A	Extracción de las estacas para la determinación del peso de raíces y el número de brotes por nudo (<i>Dendrocalamus asper</i> (Schultes F.) Backer)	99
35A	Medición de la longitud total de un brote del cultivar <i>Guadua angustifolia</i> Kunt	100
36A	Climadiagrama del Valle de la Fragua, según registros de la estación metereológica de La Fragua, Zacapa	107
37A	Ubicación del vivero forestal dentro de la finca pecuaria del ITECNOR.	123
38A	Distribución de las secciones del vivero forestal en el área seleccionada	124

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Coordenadas UTM (Transversal Universal de Mercator), del cuadrante dentro del cual se localiza el ITECNOR	3
2	Claustro de catedráticos del ITECNOR que imparten clases en ITECZA	8
3	Cantidad de alumnos inscritos en cuarto y quinto grado durante el año 2,005, en la unidad académica ITECZA	11
4	Déficit hídrico de los suelos del valle de La Fragua, calculado con valores medios mensuales. Estación metereológica de La Fragua, 2,005	14
5	Usos del agua subterránea en el ITECNOR, durante el año 2005, según observaciones realizadas	22
6	Gasto de agua la unidad académica ITECZA, del ITECNOR, durante el año 2,005	23
7	Uso actual del suelo en la unidad académica EANOR, del ITECNOR, durante el año 2,005	25
8	Uso actual del suelo en la unidad académica ITECZA, del ITECNOR, durante el año 2,005	25
9	Capacidad de uso según la metodología del INAB, para los suelos del ITECNOR en el año 2,005	26
10	Listado de especies forestales presentes en el ITECNOR, durante El año 2,005	27
11	Producción de plantas por especie en los viveros forestales del ITECNOR, durante el año 2,005	28
12	Contenido curricular de la carrera Industria de la Madera impartida en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa	30
13	Rango de elevación para el desarrollo de algunas especies de bambú presentes en Guatemala	51

14	Respuesta de tres cultivares de bambú a la propagación asexual por estacas. La Fragua Zacapa, 2,006	63
15	Resultados de la prueba de Tukey para la variable, peso de raíz en base seca. La Fragua, Zacapa, 2,006	65
16	Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud total de brotes. La Fragua, Zacapa, 2,006	66
17	Resultados de la prueba de Tukey para la variable número de brotes por nudo. La Fragua, Zacapa, 2,006	68
18	Porcentaje de alumnos reprobados en los cursos impartidos durante agosto a octubre del 2005, en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa	79
19	Cursos impartidos por grado y por carrera durante enero a mayo del 2006, en el ITECNOR La Fragua, Zacapa	80
20A	Análisis de agua proveniente del canal de la Fragua	94
21A	Análisis de agua proveniente de un pozo de la EANOR	95
22A	Análisis de varianza para la variable, peso de raíz en base seca La Fragua, Zacapa, 2,006	100
23A	Análisis de varianza para la variable, longitud total de brotes. La Fragua, Zacapa, 2,006	100
24A	Análisis de varianza para la variable, número de brotes por nudo. La Fragua, Zacapa, 2,006	101
25A	Respuesta de los tres cultivares evaluados, en las variables, incremento en longitud de brotes e incremento en número de brotes por estaca. La fragua, zacapa, 2006.	101
26A	Coordenadas UTM del cuadrante donde se localiza el ITECNOR	106
27A	Presupuesto e ingresos proyectados para el vivero forestal del ITECNOR.	121
28A	Análisis financiero del proyecto de vivero forestal	122

RESUMEN

Dentro del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía de La Universidad de San Carlos de Guatemala, realizado de agosto de 2,005 a mayo de 2,006, en el Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR-, ubicado en la Fragua, Zacapa; se efectuó una serie de actividades según el programa de EPSA. Dentro de las actividades realizadas se destaca, el diagnóstico de los recursos naturales renovables del Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR- y el análisis del pensum de la carrera de Perito en Industria de la Madera, de la misma institución; la evaluación de cinco cultivares de bambú propagados asexualmente por medio de estacas de culmo, la impartición de cursos en las carreras de Perito en Gestión de Recursos Hídricos y Perito en Industria de la Madera, la planificación de un vivero forestal como parte de un convenio que existe entre el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- y la Escuela de Agricultura de Nor Oriente -EANOR-, y la elaboración de las guías programáticas para los cursos de área técnica de la carrera de Perito en Industria de la Madera.

Dentro del diagnóstico, se analizaron los recursos naturales renovables agua, suelo y bosque. En lo que respecta al recurso agua, en el ITECNOR existe baja calidad del recurso y uso inadecuado del mismo; en base al estudio de capacidad de uso efectuado por García Mérida (2,005) a través de la metodología de capacidad de uso del Instituto Nacional de Bosques -INAB-, se determinó que más del 50 % de los suelos del ITECNOR están siendo utilizados de forma inadecuada; en lo referente al recurso forestal dentro del ITECNOR, es escaso. Con respecto al análisis del pensum de la carrera de Perito en Industria de la Madera, se determinó que el principal problema radica en la elevada carga académica de los docentes, la deficiencia de material y equipo forestal, la insuficiencia de área práctica y el pobre contenido curricular.

Durante el período comprendido entre diciembre de 2,005 y mayo de 2,006, se realizó la investigación en los cultivares *Guadua angustifolia* Kunt, *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer, *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl, *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro y *Bambusa dolichoclada* Stripe; evaluándose, su comportamiento a la propagación asexual por estacas. El diseño estadístico utilizado fue, bloques al azar con cuatro repeticiones, cinco tratamientos y veinte unidades experimentales. Dentro de los resultados obtenidos se determinó que de los cinco cultivares evaluados únicamente *Guadua angustifolia* Kunt,

Dendrocalamus asper (Schultes F.) Backer y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl, presentaron brotación; mientras que *Gigantochloa verticillata verticillata* (Willd.) Munro y *Bambusa dolichoclada* Stripe, no brotaron. El comportamiento se midió mediante las variables, peso de raíz en base seca, longitud total de brotes, número de brotes por nudo, incremento en longitud de brotes e incremento en número de brotes por estaca. *Guadua angustifolia* Kunt, presentó el mejor comportamiento, con un peso de raíz en base seca de 5.17 gr por planta, 90.43 cm de longitud total de brotes, 2 brotes por nudo y el mayor incremento en longitud de brotes y número de brotes por planta.

La actividad docente se efectuó durante los 10 meses que duró el EPSA, de agosto a octubre se impartieron los cursos de Biología, Química I y Física, mientras que de enero a mayo de 2006 se impartieron los cursos de semillas y viveros, política forestal, hidráulica e inventarios forestales; además se asesoró y supervisó estudiantes de agronomía durante el desarrollo de sus Prácticas Agrícolas Supervisadas -PAS-.

La planificación del vivero forestal del IETCNOR se realizó con el fin de producir dos millones de plantas forestales, como parte del convenio que existe entre el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- y la Escuela de Agricultura de Nor Oriente -EANOR-. En la planificación de este vivero forestal se incluyen aspectos de administración, supervisión y control de actividades, flujo de producción y coste de producción.

Además se elaboró la guía programática para los cursos de área técnica de la carrera Industria de la Madera: semillas y viveros, procesos industriales I, reforestación, política forestal, procesos industriales II, Tratamientos de la madera, maquinaria y equipo, Inventarios forestales y procesos industriales III.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES AGUA, SUELO,
BOSQUE Y ANÁLISIS DEL PENSUM DE LA CARRERA DE INDUSTRIA DE LA
MADERA EN EL ITECNOR, LA FRAGUA, ZACAPA**

1.1 PRESENTACIÓN

La asociación para el Desarrollo Integral de Nor Oriente (ADIN), dentro de sus objetivos ha planteado y ejecutado proyectos que contribuyan al desarrollo de la Región. Dentro de estos proyectos se destaca el proyecto educativo que dió origen a la Escuela de Agricultura de Nor Oriente (EANOR) que tiene la misión de formar Peritos Agrónomos, bajo el régimen educativo de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA). Dentro de esta misma línea, ADIN en el año 2004 creó el Instituto Tecnológico de Zacapa (ITECZA), el cual ofrece las carreras de Perito en Gestión de Recursos Hídricos, Perito en Industria Alimentaria y Perito en Industria de la Madera. Ambas unidades académicas constituyen el Instituto Tecnológico de Nororiente (ITECNOR).

Bajo ese esquema y dentro del EPSA realizado en el ITECNOR durante el período comprendido de agosto de 2005 a mayo de 2006; se realizó el diagnóstico de los recursos naturales renovables (agua, suelo y bosque) y un análisis del pensum de la carrera de Industria de la Madera, en el cual se determinó la situación actual del agua, suelo y bosque en términos cuantitativos y cualitativos y se realizó un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la carrera de Industria de la Madera, con el objetivo de detectar la problemática de la institución en estos temas y de esa cuenta plantear soluciones integrales que incluyan propuestas viables para disminuir el efecto negativo de la problemática detectada. Dentro de la problemática referente a los recursos naturales renovables, detectada a través del diagnóstico, destaca la baja calidad del agua en términos físicos, químicos y biológicos, la problemática relacionada al uso y manejo del agua en la región, la carestía de recursos forestales y el uso inadecuado del suelo. En el análisis del pensum de la carrera de Perito en Industria de La Madera, se determinó que el principal problema radica en la debilidad del mismo, debido al pobre contenido curricular, a la excesiva carga académica de los docentes y a la escasez de áreas y equipo para el desarrollo de las prácticas de campo.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación Geográfica

El ITECNOR se localiza en la hoja topográfica de Zacapa 1,617 III, escala 1:50,000 y se ubica entre las coordenadas geográficas: 14°57'44.76" y 14°57'44.76" Latitud Norte y 89°35'4.97" y 89°34'49.98" Longitud Oeste. El cuadro 1, muestra las coordenadas UTM del cuadrante dentro del cual se localiza el ITECNOR.

Cuadro 1. Coordenadas UTM (Transversal Universal de Mercator), del cuadrante dentro del cual se localiza el ITECNOR

Ubicación	Coordenadas	
	Longitud Oeste	Latitud Norte
Noreste	222600	1656000
Sudeste	222600	1654500
Noroeste	221400	1656000
Sudoeste	221400	1654500

Fuente: Hojas topográficas 1617 III

En base a la clasificación hidrológica por vertientes del país; el ITECNOR, está ubicado dentro de la sub cuenca del Río Grande de Zacapa, el cual drena a la vertiente del Océano Atlántico. Se caracteriza por suaves pendientes y extensas planicies ubicadas en los valles de La Fragua (9).

1.2.1.2 Ubicación Político-Administrativa y Vías de Acceso

De acuerdo a la división político-administrativa del país, el ITECNOR se encuentra ubicado en la región III, departamento de Zacapa, municipio de Zacapa, aldea La Fragua, antiguas instalaciones de la Dirección General de Servicios Pecuarios –DIGESEPE–. Colinda al Norte con la línea férrea que va de Puerto Barrios a Guatemala, al Sur con la carretera de terracería que conduce hacia el municipio de Estanzuela, al Este con la planta empacadora de la empresa AGRIPROMO S.A, y al Oeste con la finca del señor Mario Pineda.

El ITECNOR está ubicado a una distancia de 154 km de la ciudad capital y a 6.5 km de la cabecera departamental de Zacapa. El acceso desde la ciudad capital es por la carretera al Atlántico CA-9, hasta llegar al cruce de Río Hondo a la altura del kilómetro 136, de ahí se toma la carretera que conduce a la cabecera departamental de Zacapa, hasta el kilómetro 144.5, en el cruce a la Fragua. De la Fragua hay una distancia de 4.5 km al

instituto, de los cuales 1 km esta asfaltado y el resto es camino de terracería transitable todo el año.

Otra vía alterna hacia el ITECNOR es por el antiguo camino a Zacapa cabecera, conocido como “Camino Viejo” el cual es completamente de terracería y se mantiene en buenas condiciones. (Figura 18A)

1.2.2 Características Socio Económicas

1.2.2.1 Antecedentes de la Institución

En el año 2,001 La Asociación para el Desarrollo Integral de Nororiente ADIN, fundo la Escuela de Agricultura de Nor-Oriente -EANOR-, bajo el régimen educativo de la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-. Con la experiencia adquirida en la ejecución del proyecto educativo EANOR y analizando el contexto actual, se consideró necesario la implementación de otras carreras técnicas de nivel medio y de esa manera, conformar el Instituto Tecnológico de Zacapa -ITECZA-.

Según Archila y Orellana (2,004) este Instituto tiene contemplado que ante los cambios acelerados y profundos que se están dando a principios de este nuevo siglo, pueda ofrecer opciones educativas que contribuyan a la formación tecnológica de jóvenes que, a su vez, contribuyan a dar respuesta a las demandas que el desarrollo rural plantea, ligadas, al menos, con dos aspectos plenamente identificados: i) el uso sostenible y sustentable de los recursos naturales renovables, y ii) la necesidad de agregarle valor a la producción primaria (8).

De esa cuenta, además de la carrera de Perito Agrónomo, en el año 2004 se iniciaron las carreras de Técnico en Gestión de Recursos Hídricos, Técnico en Industria Alimentaria y Técnico en Industria de la Madera (8).

Archila y Orellana (2,005) indican que para la definición de estas carreras, se realizaron investigaciones con empresarios del sector industrial, funcionarios de diferentes instituciones públicas, las alcaldías, y estudiantes del ciclo básico.

Se espera que, juntamente con la carrera de Perito Agrónomo, constituyan opciones educativas atractivas para la juventud, valoradas como reales y positivas oportunidades de profesionalización y que además brinde oportunidades para una formación integral, con el fortalecimiento de valores éticos, cívicos y espirituales.

Con lo anterior se espera atender la demanda de profesionales a nivel medio de importantes actividades productivas y de gestión de los recursos naturales estratégicos en la región, tanto de empresas privadas lucrativas como de grupos de pobladores organizados en la búsqueda de su desarrollo integral y consecuentemente, del desarrollo de sus comunidades.

1.2.2.2 Estructura del Proyecto Educativo

El proyecto educativo EANOR, iniciado hace 5 años y fortalecido hace dos años con la fundación del ITECZA, regido por el Ministerio de Educación MINEDUC conforman lo que ahora se conoce como Instituto Tecnológico de Nor-Oriente (Figura 1) (4).

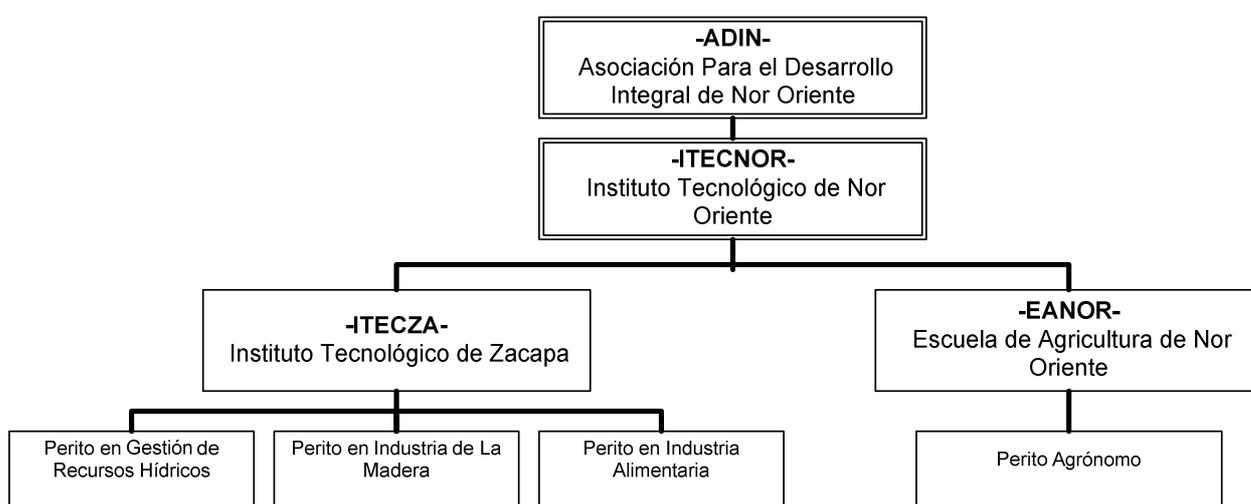


Figura 1. Organización del proyecto educativo, Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR-, La Fragua, Zacapa.

1.2.2.3 Fuentes de Financiamiento

El proyecto educativo ITECNOR depende en gran parte de la capacidad de gestión de ADIN, ya que no cuenta con un presupuesto fijo para su funcionamiento.

Según la junta directiva de ADIN¹, el ITECNOR requiere para su funcionamiento una suma de Q 130,000 por mes destinados al pago de planilla. A incluir gastos operativos y otros imprevistos la suma mensual se duplica y el presupuesto anual asciende a 3.6 millones de quetzales.

¹ Archila Córdón, W. 2005. Aspectos socioeconómicos del ITECNOR (Entrevista). La Fragua, Zacapa.

Para satisfacer esa necesidad económica, el ITECNOR tiene como fuentes financieras las siguientes:

1. Fondos MAGA: El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, a través del convenio con las Escuelas de Formación Agrícola –EFAS–, aporta una cuota anual, a la EANOR equivalente al 40 % del presupuesto anual de la escuela (1).
2. Fondos privativos: Dentro de estos fondos se incluye el pago mensual de colegiatura que para el ITECZA es Q 210.00 por mes y para la EANOR de Q 250.00 por mes (1).
3. Otros fondos: El ITECNOR cuenta con otro tipo de entradas procedentes de los proyectos productivos de los cuales el proyecto pecuario es el más importante. Estos proyectos son manejados por el instituto y a la vez de constituir una entrada de fondos a la institución sirve para las prácticas de campo de los alumnos (1).

1.2.2.4 Organización de la Institución

El ITECNOR como parte del proyecto educativo a cargo y fundado por ADIN, ésta bajo la rectoría de un Consejo Directivo, ente encargado de tomar las decisiones correspondientes al desarrollo de las carreras (5).

El consejo directivo está integrado por:

1. Un representante del MAGA
2. Cinco representantes de ADIN
3. Dos representantes del patronato de padres de familia
4. Director del Instituto.

La organización interna del Instituto tiene en su primer nivel al consejo directivo descrito anteriormente, en un segundo nivel la dirección de la cual se deriva la coordinación administrativa y financiera junto con la coordinación académica. Posteriormente en menor nivel jerárquico están los departamentos de producción agrícola, producción pecuaria, producción de frutales, riegos y comercialización (5).

1.2.2.5 Extensión Territorial del ITECNOR

En el año de 1,998 el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y la Asociación para el Desarrollo Integral del Nororiente (ADIN) realizaron un convenio de

cooperación técnica (Convenio de Cooperación Técnica Número S-98), para la implementación del proyecto denominado CEAN (Centro de Educación Media Agropecuaria de Nororiente) dicho convenio consta de once cláusulas.

Estas cláusulas indican que el MAGA otorga en calidad de usufructo, las instalaciones del Centro de Capacitación Carlos A. Anleu y un área de 30 hectáreas, ubicadas en los llanos de la Fragua, determinándose de que al momento de terminar el convenio que se le pueda hacer a favor del MAGA, así mismo se indica de que ADIN se compromete a la implementación del proyecto con sus propios recursos.

Este convenio tiene vigencia o fue firmado por un plazo de 10 años, pudiéndose prorrogar de acuerdo a otro convenio y así mismo puede disolverse o suspenderse por incumplimiento de algunas de las partes, por mutuo acuerdo, por causas de fuerzas mayores o por modificación de los objetivos.

El ITECZA como parte del proyecto educativo ITECNOR, comparte las mismas instalaciones que la EANOR. Según García Mérida, Z. (2004) el ITECZA cuenta con una superficie de 22.76 hectáreas y la EANOR con 16.61 hectáreas los cuales hacen un total de 39.37 hectáreas.

1.2.2.6 Personal docente de la unidad académica ITECZA

En una reunión convocada por el presidente de la junta directiva de ADIN, a la cual asistió todo el personal docente y administrativo, se dió a conocer que actualmente el ITECNOR esta atravesando por una crisis de austeridad, por la cual la institución se ha visto en la necesidad de recortar el personal docente, administrativo y de producción. La unidad académica más afectada en esta crisis fue ITECZA. El Cuadro 2 muestra el personal docente del ITECZA y la carga académica asignado a cada uno. Según este cuadro y los sondeos realizados entre los docentes del ITECZA, se determinó que la carga academica es excesiva ya que cada docente imparte en promedio cuatro cursos y dos prácticas de campo por lo cual no queda tiempo para la preparación de las clases y según los docentes en muchas ocasiones se sacrifican períodos de clase por cumplir con las prácticas de campo. El problema se intensifica al mencionar que de los 11 docentes listados, 10 son de tiempo completo, de los cuales únicamente 6 son específicos del ITECZA.

Cuadro 2. Claustro de catedráticos del ITECNOR que imparten clases en ITECZA

Num.	Nivel académico	Cargo	Carga académica
1	Perito Agrónomo	Coordinador académico y docente	Cuatro cursos y cuatro prácticas de campo
1	Perito Agrónomo	Docente	Cuatro cursos y tres prácticas de campo
2	Ingeniero Agrónomo	Docente	Dos cursos y dos prácticas de campo cada uno
1	Ingeniera Industrial	Encargada de prácticas de laboratorio	Dos cursos y tres prácticas de campo
1	Licenciado Zootecnista	Docente	Cinco cursos y tres prácticas de laboratorio
1	Maestro	Docente	Tres cursos
1	Licenciada Química	Encargado de laboratorio	Tres cursos
3	EPS Agronomía	Docente	Cuatro cursos y dos prácticas de campo cada uno

1.2.2.7 Descripción de las Carreras Impartidas en el ITECZA

El ITECZA ofrece las carreras técnicas a nivel diversificado de, Perito en Industria de la Madera, Perito en Industria Alimentaria y Perito en Gestión de Recursos Hídricos.

A. Perito en Industria de la Madera

Según Archila y Orellana (2,004), el sector forestal, cuenta con un marco legal e institucional consensuado entre los diferentes grupos de interés (productores o dueños de bosques, industriales, ecologistas, entre otros). Adicionalmente cuenta con una política con instrumentos de fomento como el Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-, el cual está incrementando la oferta de productos forestales en el mediano y largo plazo (8). Dentro de los principios de la política forestal destaca, la sostenibilidad en el uso del recurso y el incremento en la competitividad productiva. Para el logro de ambos se reconoce la importancia del recurso humano capacitado como elemento clave. De estos principios se derivan elementos de estrategia como la de concentrar geográficamente las plantaciones forestales en las tierras con mayor aptitud para ello y de mejor ubicación geográfica respecto a vías de comunicación, con el fin de mejorar la eficiencia en los procesos de transformación industrial y mercadeo de productos.

Afirman Archila y Orellana (2,004), que diferentes estudios relacionados con el requerimiento de mano de obra calificada y la educación forestal en Guatemala, coinciden en que existe un déficit de personal calificado en la rama forestal. En la medida que las plantaciones y bosques bajo manejo que promueve la política forestal contribuyan aún más a la oferta de materia prima, el requerimiento de técnicos en la industria de la madera se irá incrementando (8).

En base a lo anterior, el Instituto Tecnológico de Zacapa implementó esta carrera, diseñada para formar jóvenes con un perfil acorde al contexto general antes descrito, bajo la premisa que el sector forestal se está convirtiendo paulatinamente, en el principal motor de la economía del país.

B. Perito en Industria Alimentaria

Según Archila y Orellana (2,004), una de las debilidades de las actividades agropecuarias e hidrobiológicas es el carácter perecedero de sus productos, lo que limita las capacidades de negociación, de búsqueda de mercados o de mantener los productos por un tiempo para el logro de mejores precios y/o mejorar el autoconsumo fuera de época de producción. Además de los esfuerzos que se realizan para aumentar la eficiencia en los procesos productivos en el área rural, se hace indispensable complementarlos con avances en los procesos de conservación y transformación. Actualmente estas deficiencias se reflejan en la baja disponibilidad de alimentos y en los altos índices de pérdida de los mismos, en buena medida por la carencia de capacidad de almacenaje y transporte adecuado (8).

Archila y Orellana (2,004), indican que para contribuir a potenciar la producción agropecuaria e hidrobiológica y a resolver la problemática antes descrita, se requiere de personal calificado que dé respuestas prácticas con base científica. En tal sentido, Esta carrera tiene como fin, la formación de técnicos que puedan desarrollar capacidad de trabajo profesional en tecnologías de poscosecha, procesamiento de alimentos, análisis y control de calidad, investigación y desarrollo de nuevos productos, evaluación de los aspectos sanitarios y nutricionales de los alimentos, aprovechamiento de subproductos, entre otros (8).

Según Archila y Orellana (2,004), todo lo anterior deberá traducirse en mayores posibilidades de empleo y consecuentemente, mejoras en el ingreso de las familias rurales, ya que se conseguirán mayores opciones productivas con mejor acceso a mercados. El autoconsumo de alimentos más saludables y variados también deberá mejorar en el campo, con el consiguiente incremento en la seguridad alimentaria (8).

C. Perito en Gestión de Recursos Hídricos

Archila y Orellana (2,004), indican que en cuanto al recurso hídrico, la creación de un marco legal e institucional es urgente, la cooperación internacional está trabajando con las instancias nacionales para la creación de ese marco legal e institucional. Esto implicará la demanda de personal capacitado en temas relativos a la gestión de este recurso, tal es el caso de su “producción” en la zonas de recarga hídrica, la medición cuantitativa y cualitativa, la formulación y ejecución de proyectos orientados a disminuir su contaminación, así como de tecnologías y prácticas que permitan su eficiente uso, especialmente en la agricultura, pero también para que atienda la demanda insatisfecha de servicios de agua a nivel domiciliario. En la agricultura implica diseñar, construir y operar sistemas de riego presurizado, que no sólo ayuda a utilizar menos agua, sino que permite la aplicación de nutrientes y diferentes agroquímicos y productos orgánicos que elevan la producción y productividad, dando posibilidades de participar en los mercados competitivos que paulatinamente están ofreciendo nuevos retos a la creatividad y aplicación de tecnologías innovadoras (8).

Según Archila y Orellana (2,004), por el lado del uso del agua para el consumo humano, es impostergable el diseño de políticas que permitan ampliar la cobertura de este servicio, tal es el caso de que todo usuario lo pague por el volumen que utiliza, lo que implica contar con personal capacitado para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de estos sistemas. En el caso de los drenajes, con el consecuente tratamiento y procura de reutilizar las aguas residuales, es un tema que cada día se vuelve más urgente abordar. La contaminación de aguas superficiales, e incluso las subterráneas, está llegando a niveles alarmantes (8).

Otros usos de los recursos hídricos, como la producción de hidrobiológicos, la generación de energía y la valoración escénica para fines turísticos, son parte de los contenidos curriculares en esta carrera (8).

Afirman Archila y Orellana (2,004), que la formación de profesionales con capacidad de contribuir en el abordaje de estos urgentes e importantes temas es necesario. El componente ético de la formación, adicionalmente al tecnológico y al de destrezas y habilidades, conforman parte del perfil de los profesionales egresados de esta carrera (8).

1.2.2.8 Cantidad de alumnos inscritos en la unidad académica ITECZA

Para el año 2,005 se encontraron inscritos 55 alumnos en total. La distribución por grado y por carrera, se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Cantidad de alumnos inscritos en cuarto y quinto grado durante el año 2005, en la unidad académica ITECZA.

Cuarto Grado	
Carrera	Número de Alumnos
Perito en Gestión de Recursos Hídricos	10
Perito en Industria de la Madera	10
Perito en Industria Alimentaria	15
Quinto Grado	
Perito en Gestión de Recursos Hídricos	4
Perito en Industria de la Madera	10
Perito en Industria Alimentaria	6

La unidad académica ITECZA inició actividades oficiales en enero del año 2,004, razón por la cual en este año (2,005) solamente hay alumnos en cuarto y quinto grado. Sin embargo es gratificante observar que del año 2,004 al 2,005 se incrementó la población estudiantil en un 27 %.

1.2.3 Características Biofísicas

1.2.3.1 Clima

Según el sistema de clasificación climática de Thornthwite, en las instalaciones del ITECNOR, existe un tipo de clima cálido y seco cuya vegetación natural propia es la estepa. Sin embargo según el mapa de uso actual y los reconocimientos de campo se determinó que la vegetación natural presente es típica del monte espinoso, correspondiente a pastos naturales y arbustos de clima seco. (4)

Dentro de las instalaciones del ITECNOR está ubicada la estación metereológica La Fragua, del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). La estación La Fragua esta a una elevación de 210 msnm (Latitud Norte 15° 57' 51" y Longitud Oeste 89°35'04"). Según los registros de la estación, la evaporación media es de 7.5 mm por día, la velocidad del viento alcanza los 4.8 Km por hora, la humedad relativa media es del 63%, el promedio anual de luminosidad es de 7.7 horas por día y la presión atmosférica media es de 744.5 mm de mercurio.

A. Temperatura

Los datos obtenidos en la estación metereológica de La Fragua demuestran que los meses más calurosos son abril y mayo y los más fríos diciembre y enero. La temperatura máxima registrada es de 45 °C en marzo y la mínima de 7 °C en diciembre (Figura 2).

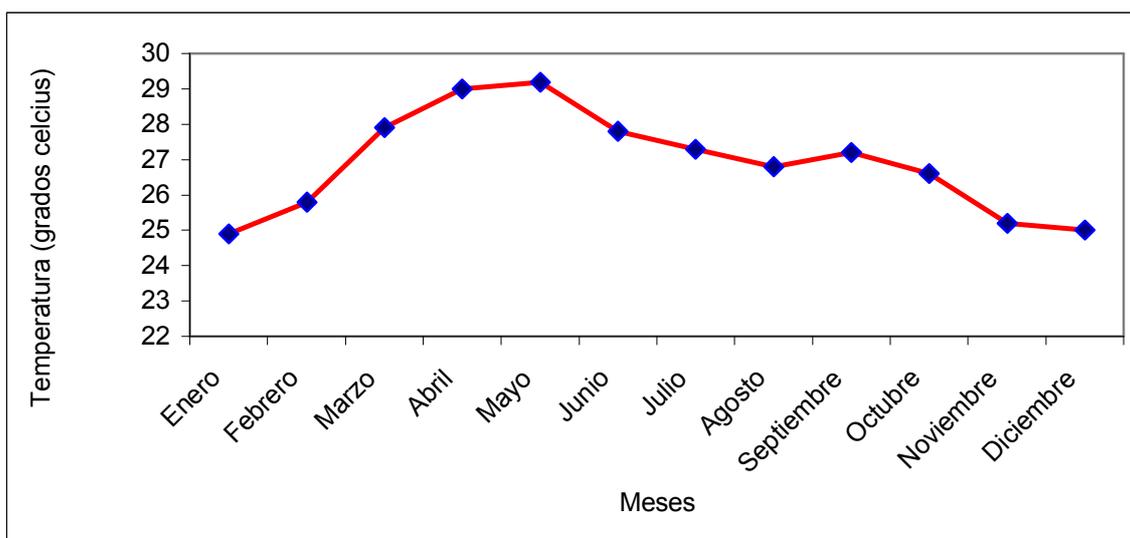


Figura 2. Curva de temperatura máxima, media y mínima, del ITECNOR, según registros de la estación metereológica de La Fragua.

B. Precipitación Pluvial

De mayo a octubre se presentan los mayores registros de precipitación pluvial que corresponden a la época lluviosa. Durante la época lluviosa existe un período marcado de sequía que tiene una duración de 40 días; inicia el 13 de julio y finaliza el 23 de agosto; este período recibe el nombre de “Canícula”. Según los registros de la estación meteorológica de la Fragua, la precipitación anual promedio es de 652.3 mm. Según esos registros, en el área de estudio existe un promedio de 85 días de lluvia en el año. Mientras que la época seca se marca de noviembre a mayo (Figura 3).

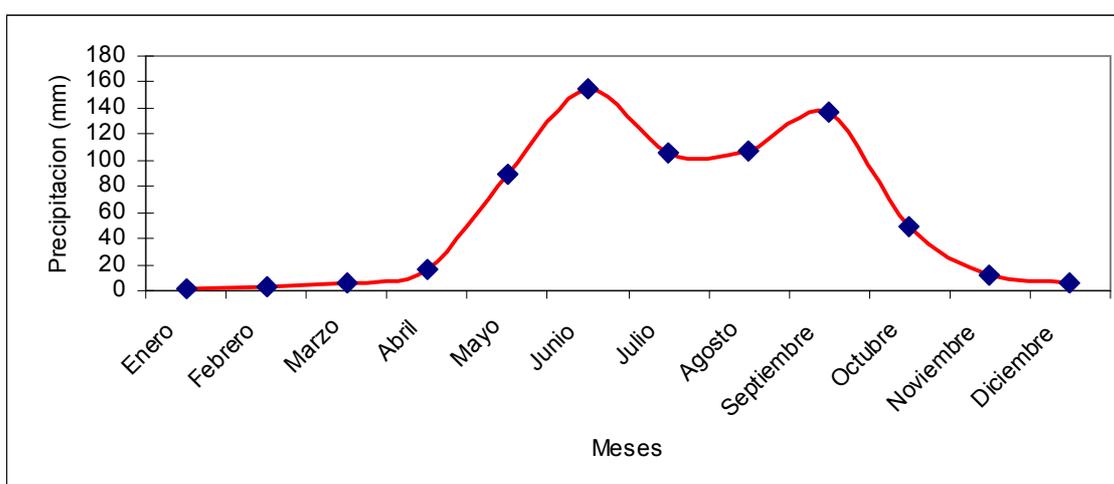


Figura 3. Promedios mensuales de precipitación pluvial, en el ITECNOR, según registros de la estación meteorológica de La Fragua, Zacapa.

C. Climadiagrama

Para generar el modelo del clima de la región y representarlo mediante un climadiagrama, fue necesario determinar previamente los valores de evapotranspiración mensual, utilizando la ecuación propuesta por Hargreaves:

$$ETP = [(100 - HR)^{1/2} * 12.5]^{1/2} * (0.075 * RMD) * [0.0075 * (9/5 * TM + 32)]$$

Donde:

- ETP = Evapotranspiración potencial.
- HR = Humedad relativa en porcentaje.
- RMD = Radiación extraterrestre.
- TM = Temperatura en grados centígrados.

El climadiagrama de la región en la cual se ubica el ITECNOR, exhibe un comportamiento típico de un bosque xerofítico. Según la Figura 4, durante todo el año existe déficit hídrico;

este déficit obedece a las fuertes temperaturas, a las velocidades del viento alcanzadas en las planicies del valle, a la intensa radiación y a la escasez de precipitación. Al relacionar todos estos factores se genera una curva de evapotranspiración (Línea oscura) que permanece sobre la curva de precipitación (línea clara) durante todo el año; esa área entre curvas indica el diferencial negativo de humedad existente en la zona.

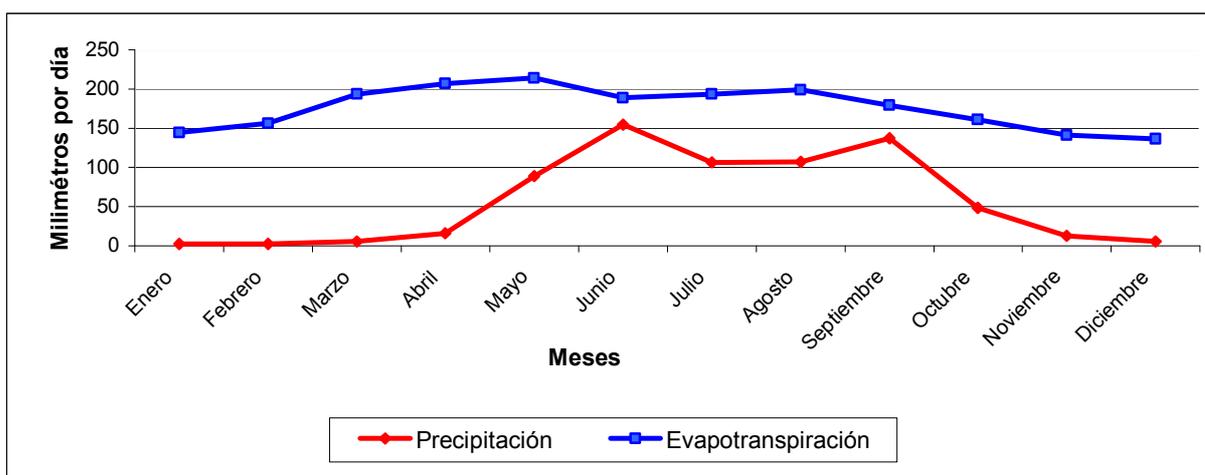


Figura 4. Climadiagrama del Valle de la Fragua, según registros de la estación meteorológica de La Fragua, Zacapa.

El Cuadro 4, muestra el déficit hídrico representado en el climadiagrama y expresado como una lámina de agua en milímetros. El Cuadro 4, clarifica el déficit hídrico presente en la región. Según este cuadro, el período crítico inicia en octubre y finaliza en mayo, encontrándose el mayor déficit en abril.

Cuadro 4. Déficit hídrico de los suelos del valle de La Fragua, calculado con valores medios mensuales. Estación metereológica de La Fragua, 2005.

Mes	PP (mm)	ETP (mm)	Humedad (mm)
Enero	2.05	144.5	-142.45
Febrero	2.45	156.05	-153.6
Marzo	5.3	193.8	-188.5
Abril	16.15	207.05	-190.9
Mayo	88.95	214.5	-125.55
Junio	154.9	189.15	-34.25
Julio	106.3	193.6	-87.3
Agosto	106.75	199.3	-92.55
Septiembre	137.45	179.07	-41.62
Octubre	48.4	160.74	-112.34
Noviembre	12.4	141.59	-129.19
Diciembre	5.7	136.64	-130.94

1.2.3.2 Zona de vida

Según el sistema de clasificación de Holdridge, modificado por De la Cruz en 1,982; el ITECNOR está ubicado en la zona de vida, Monte Espinoso Subtropical (me-s). La superficie total de esta zona de vida es de 928 kilómetros cuadrados que representa el 0.85 por ciento de la superficie del país. La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas (2).

1.2.3.3 Geología

Según el mapa geológico de la republica de Guatemala a escala 1:250,000, las formaciones geológicas dentro del valle de la Fragua, región en donde está ubicado el ITECNOR, están conformadas por rocas sedimentarias depositadas en aluviones del periodo cuaternario.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Generales

1. Establecer la situación actual de los recursos naturales renovables agua, suelo y bosque en el Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR-, La Fragua, Zacapa.
2. Analizar el pensum de estudios de la carrera de Perito en Industria de la Madera, del Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR-, La Fragua, Zacapa.

1.3.2 Específicos

1. Establecer en términos cuantitativos y cualitativos las condiciones del recurso agua, suelo y bosque del ITECNOR.
2. Señalar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del pensum de estudios de la carrera “Industrias de la Madera”, impartida en el ITECNOR.
3. Generar el árbol de problemas para los recursos agua, suelo y bosque.
4. Generar el árbol de problemas para el pensum de estudios de la carrera de Perito en Industrias de la Madera.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Análisis de áreas críticas

Con este análisis se pretendió establecer las áreas con mayores deficiencias desde un punto de vista educativo y productivo. El análisis se inició con una reunión, a la cual se invitó a las autoridades correspondientes: Ing. Agr. Rigoberto Ventura (Director), Lic. Vitalino Duque (Coordinador académico) y el Ing. Rubén Asencio (Sub-Coordinador académico). Los puntos tratados en la reunión se presentan a continuación:

- I. Presentación del programa EPSA.
- II. Entrega y lectura del calendario de actividades del EPSA (Agosto 2,005 a Mayo 2,006).
- III. Listado de áreas críticas.
- IV. Priorización de áreas críticas.

El objetivo de organizar esta reunión fue definir los objetivos y alcances del diagnóstico, con el fin de proponer soluciones útiles y viables para satisfacer las necesidades inmediatas de la institución; tomando en cuenta que el diagnóstico es el punto de partida para el proyecto de servicios y la investigación.

1.4.2 Revisión de información secundaria

En esta fase se realizó una recopilación de toda la información disponible sobre el área de estudio; para lo cual se consultó todo tipo de fuentes:

- Tesis (Aspectos socioeconómicos y administrativos de la institución)
- Diagnósticos (Mapas de capacidad de uso de los suelos del ITECNOR)
- Libros (Zonas de vida, clasificación climática y tipos de suelo)
- Base de datos del INSIVUMEH (Registros sobre variables climáticas)
- Proyectos productivos (Aspectos generales de estos proyectos)
- Análisis de calidad de agua (Características bioquímicas del agua del ITECNOR)
- Análisis de suelos (Características químicas de los suelos del ITECNOR)
- Sistemas de Información Geográfica

Todos los documentos fueron sometidos a un análisis, con el fin de seleccionar y extraer la información necesaria para cumplir con los objetivos del diagnóstico.

1.4.3 Recolección de información primaria

La información secundaria obtenida se complementó con datos e información generada en el ITECNOR. Este tipo de información sirvió para la elaboración de la caracterización como parte del diagnóstico, con el objetivo de conocer todas las características del área de estudio.

Dentro de las características biofísicas; en el recurso hídrico, se determinó el gasto de agua en la institución, mediante monitoreos diarios de los niveles de agua en los tanques de almacenamiento; se realizó la clasificación del agua del canal y de los pozos según el sistema de clasificación del USDA para aguas con fines de riego y se aforó el canal de riego de La Fragua, a través del método del flotador.

Para el recurso suelo, se realizó una prueba de infiltración básica con el método de doble cilindro, se midió la pendiente media con un clinómetro y se efectuó un análisis del estudio de capacidad de uso de los suelos, realizado en el año 2,005, según la metodología del INAB.

Dentro del recurso bosque, se realizó un conteo de las especies forestales presentes en el ITECNOR, se realizó un inventario en la producción de los viveros forestales y se midió el área de una plantación forestal recién establecida.

1.4.4 Descripción de la problemática

1.4.4.1 Árbol de problemas

La elaboración del árbol de problemas se llevó a cabo según los objetivos del diagnóstico. Bajo los principios que rige el método deductivo, se elaboraron árboles de problemas específicos con los cuales se establecieron causas y efectos para cada uno de los problemas identificados.

1.4.4.2 Priorización de problemas

En esta fase se tomó en cuenta la participación del personal que integra los diferentes niveles del organigrama de la institución. Con el fin de fortalecer la actividad, se incluyó a un representante estudiantil por carrera; esto con el fin de establecer las prioridades de la institución y así plantear posibles soluciones.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Recursos Naturales Renovables

1.5.1.1 Recurso hídrico

A. Agua superficial

a. Hidrografía

El ITECNOR esta ubicado dentro del área de influencia de la sub cuenca del Río Grande de Zacapa. Por la ubicación geográfica del área de estudio dentro de la subcuenca; la corriente de agua superficial más cercana es la quebrada de San Juan.

Paralelo a la sección longitudinal de las instalaciones del instituto² se ubica el canal principal del proyecto de riego de la Fragua, el cual, según indicaciones del encargado de riegos del ITECNOR, este mantiene un caudal constante durante todo el año.

b. Hidrometría

Según el aforo realizado en mayo de 2,005 a través del método del flotador; el canal principal de la Fragua, tiene un caudal de 1,800 litros por segundo. Este dato se determinó con el fin de manejar datos actuales que servirán para la planificación del uso del agua principalmente en el Centro de Producción Animal (CPA), que es el área que consume la mayor cantidad de agua en la unidad académica antes conocida como ITECZA.

c. Calidad del agua

1. Características físicas

El canal de riego transporta agua del Río Grande de Zacapa; según las observaciones realizadas, las características físicas en la época lluviosa son las siguientes: turbidez, alto contenido de sólidos en suspensión, color café oscuro y olor a tierra.

² Unidad académica ITECZA

2. Características químicas

Según la clasificación realizada mediante el sistema de clasificación del USDA para agua con fines de riego; el agua del canal pertenece a la clase C2-S1, la cual obedece a una categoría de aguas de salinidad media y baja en sodio. Un análisis químico realizado en el 2,004 determinó un nivel alto de alcalinidad total, niveles excesivos de hierro (Fe) y altos contenidos de bicarbonatos (Cuadro 20A) (8).

3. Características biológicas

Según estudios realizados en la región por Monrroy Monterroso, E. (2,005), el agua del canal presenta un alto contenido de coniformes totales y altos niveles de nematodos.

d. Uso actual del agua

El principal uso que se le da al agua del canal en el ITECNOR, es en el Centro de Producción Animal, en donde se utiliza para riego de los pastos y en el proyecto piscícola para los recambios del agua de las charcas.

B. Aguas subterráneas

Por las condiciones típicas del valle de la Fragua, la explotación del agua subterránea es la principal alternativa en los proyectos productivos. El ITECNOR cuenta con un pozo mecánico de 130 m de profundidad, del cual se extrae un caudal de 10.1 litros por segundo mediante una bomba de 10 HP. A su vez el centro de producción animal (CPA) cuenta con tres pozos artesanales con profundidades de 17 a 23 m; de los cuales dos están siendo utilizados, debido a que un tercer pozo se secó. La causa a la cual se le atribuye que este pozo se halla secado es debido a la interferencia causada por el distanciamiento al pozo mas profundo, ya que están ubicados a 18 m uno del otro. Dentro de las instalaciones del ITECNOR existe un quinto pozo (mecánico) que actualmente esta inhabilitado, el cual tiene instalada una bomba de turbina de una capacidad de 50 litros por segundo. Según el técnico de riegos, este pozo esta inhabilitado debido a que la turbina que tiene instalada se fundió (Ubicado en el área de chatarras).

a. Hidrometría

Según el aforo realizado en el pozo utilizado para los proyectos de pollos, cerdos y bovinos; se determinó que bajo las condiciones actuales y con la bomba sumergible instalada, el pozo tiene una producción constante de 0.8 litros por segundo, durante un período no mayor de 1.5 horas, ya que después de este tiempo el agua sale con altos contenidos de tierra³.

b. Calidad del agua**1. Características físicas**

Según observaciones realizadas, el agua de los pozos es de mejor calidad física que el agua del canal, ya que la turbidez es menor al igual que el contenido de sólidos en suspensión y es de color claro a marrón claro.

2. Características químicas

Un análisis químico realizado en el agua del pozo mecánico refleja la dureza del agua y un alto contenido de sales, principalmente Calcio (Ca) y Sodio (Na). Según el sistema de clasificación de agua para fines de riego del USDA; el agua del pozo pertenece a la clase C3-S1, que obedece a una categoría de agua altamente salina y baja en Sodio (Na) (Cuadro 14A) (8).

3. Características biológicas

Según Monrroy Monterroso, E. (2,005), en un análisis realizado en 6 fuentes de agua provenientes de los pozos del ITECNOR; “el agua esta contaminada por *Escherichia coli* y *Estafilococcus sp*, en cantidades más probables de 10,000 unidades por 100 ml de agua”.

c. Uso actual del agua

Gran parte del volumen total de agua utilizada en el ITECNOR, proviene de los pozos, tanto mecánicos como artesanales. Según observaciones realizadas, el Cuadro 5 muestra el uso del agua subterránea por cada uno de los pozos del IECNOR.

³ Castañeda León, J. C. 2005. Situación de los pozos en el ITECNOR (entrevista). La Fragua, Zacapa.

Cuadro 5. Usos del agua subterránea en el ITECNOR, durante el año 2,005, según observaciones realizadas.

Num.	Pozo	Tipo	Usos
1	Instalaciones (ITECZA)	Artesanal	Usos domésticos varios
2	Centro de Producción Animal	Artesanal	Cerdos, Bovinos, Pollos y Caprinos
3	Instalaciones (EANOR)	Mecánico	Proyectos agrícolas y usos varios
4	Centro de Producción Animal	Artesanal	Inhabilitado
5	Centro de Producción Animal (área de chatarras)	Mecánico	Inhabilitado
6	Instalaciones (EANOR)	Mecánico	Inutilizado

C. Demanda de agua en el ITECNOR

Según una investigación de acción realizada por los estudiantes del curso de técnicas de la comunicación, se determinó que no existen registros de demandas de agua por unidad productiva en el Instituto. Parte del diagnóstico consistió en generar información de este tipo; sin embargo en este documento únicamente se incluyen los datos de la unidad académica ITECZA, dentro del Centro de Producción Animal (CPA).

Los datos presentados en el Cuadro 6, son validos para la época lluviosa y en las condiciones bajo las cuales se realizó el estudio.

Se puede observar que el proyecto de peces consume la mayor cantidad de agua (89%), sin embargo este dato puede variar ya que para el cálculo se consideraron 3 recambios (20%) semanales para los reproductores (4 charcas) y 1 por semana (20%) para engorde (3 charcas); el segundo nivel en orden descendente lo ocupa el proyecto de pollos, en el cual el mayor gasto de agua se debe a los aspersores utilizados para mantener la temperatura en los galpones, para los cuales se consideró encenderlos cuatro veces al día durante 5 minutos. El proyecto identificado como otros incluye el proyecto de conejos, caprinos y codornices, este es el proyecto que representa el menor gasto debido a la magnitud del mismo. En total se gasta un valor aproximado de 94,976.14 litros de agua al día, de los cuales el 10% es abastecido con agua subterránea extraído de los pozos artesanales, mientras que el resto que corresponde al proyecto piscícola se abastece del

canal de riego de la Fragua, mediante una bomba de motor diesel con tubería de 4" de diámetro.

Cuadro 6. Gasto de agua la unidad académica ITECZA, del ITECNOR, durante el año 2,005.

Num.	Proyecto (CPA)	Consumo diario en litros	Consumo en porcentaje
1	Pollos	5,662.00	5.96 %
2	Cerdos	917.00	0.97 %
3	Bovinos	2,316.00	2.44 %
4	Peces	85,371.14	89.89 %
5	Otros	250.00	0.26 %
6	Instalaciones (ITECZA)	460.00	0.48 %
Total		94,976.14	100 %

1.5.1.2 Recurso suelo

De acuerdo al estudio de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala por Simons, Tárano y Pinto, se determinó que el suelo del área de estudio pertenece a la serie de Suelos de los Valles (SV). Los suelos de los valles no diferenciados se caracterizan por que ningún tipo de suelos es dominante, esta serie de suelos incluye una amplia variedad de clases de material madre, tipos de suelo y grado de inclinación. Es un suelo transportado y depositado por acción del agua (9).

Análisis de rutina realizados por el coordinador del Centro de Producción Animal (CPA), en el área de pastos demuestran el alto contenido de Calcio en los suelos, el cual inhibe la disponibilidad de Potasio (K), Magnesio (Mg) y otros elementos; por lo que los análisis recomiendan aplicaciones de potasio y fósforo.

Existen creencias de que los suelos del valle de la fragua son salinos, sin embargo en el ITECNOR aun se desconocen las particularidades de los suelos.

A. Capacidad de infiltración

Según un estudio realizado por Orellana Rodríguez 2,005, la velocidad de infiltración de los suelos del ITECNOR, calculada con el método del doble cilindro, es del orden de 2.21 centímetros por hora; sin embargo es un valor bastante alto para la clase textural del suelo; ya que según el coordinador del área de frutales, un análisis físico de suelos realizado en esa área, determinó una clase textural que va de arcilloso a franco arcillo-arenoso.

La Figura 5, indica que la curva de infiltración se estabiliza en un valor de 2.7 centímetros por hora, el cual corresponde a la infiltración básica. Sandoval Illescas (1989), reporta valores de velocidad de infiltración de 0.25 a 1.5 para suelos franco arcillosos. La razón por la cual existen diferencias entre estos valores y los determinados a nivel de campo se le atribuyen a las prácticas de manejo que se le han dado a los suelos para mejorar sus características (aplicación de materia orgánica, arena y subsolados).

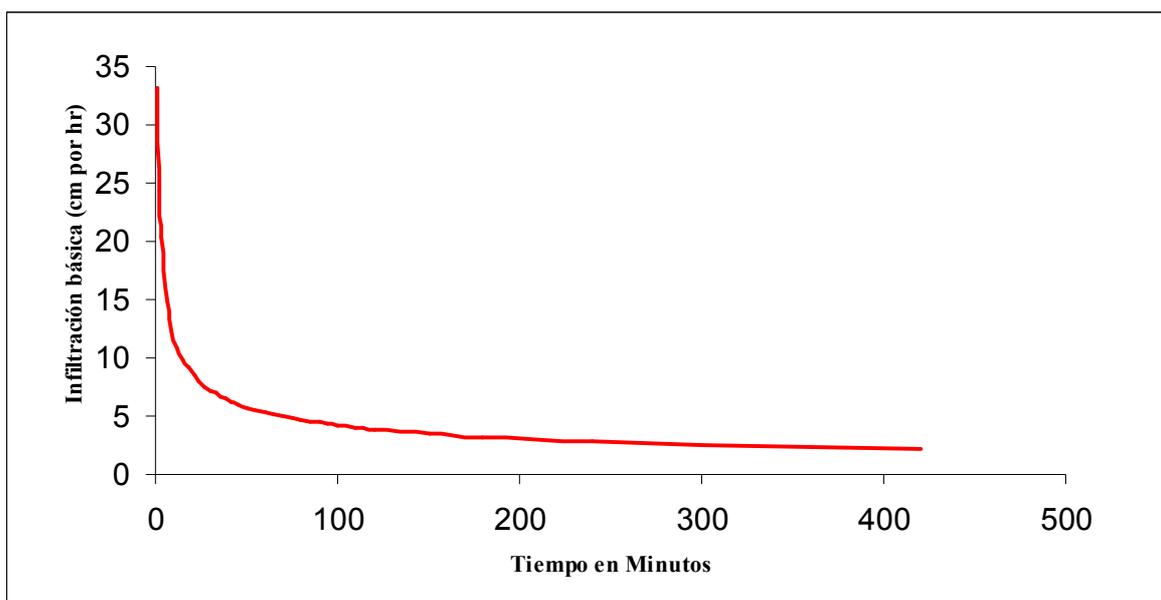


Figura 5. Velocidad de infiltración, por el método de doble cilindro.

B. Pendientes

Según el sistema de clasificación de pendientes del INAB, para la región fisiográfica de las Tierras Metamórficas; los suelos del ITECNOR están ubicados dentro de la clase A, que corresponde a un rango de pendientes de 0 a 12 %.

C. Profundidad efectiva de los suelos del ITECNOR

Los suelos del ITECNOR por ser de origen aluvial son bastante profundos.(8) Según García Mérida (2,004), están clasificados en dos rangos: 20 a 50 cm y 50 a 90 cm, tal como se presenta en el mapa de pendientes (Figura 19A, 20A).

D. Fisiografía

Según la clasificación de tierras por capacidad de uso, elaborada por García Mérida (2004), con la metodología del INAB. El ITECNOR está ubicado dentro del gran paisaje de las Terrazas antiguas del Río San Juan y el sub paisaje planicie aluvial de la quebrada San Juan.

E. Uso actual de los suelos del ITECNOR

El uso actual de los suelos del ITECNOR se puede dividir en dos categorías, uso agrícola para la unidad académica EANOR y uso pecuario para la unidad académica ITECZA. Según los Cuadros 7 y 8, 8.39 hectáreas, equivalente al 21.23% del área total del ITECNOR está cultivada con pastos mejorados, 20% está utilizado por cultivos anuales principalmente de solanáceas y el 25% lo representa la infraestructura utilizada en el proyecto educativo. Dentro de la categoría de uso no definido, están incluidas las 14 charcas paralelas al ICTA y la charca paralela al reservorio de aguas residuales, longitudinal al canal de riego de la Fragua. El apiario y el vivero representan la menor extensión; entre las dos unidades representan el 1% del área total (Figura 21A y 22A).

Cuadro 7. Uso actual del suelo en la unidad académica EANOR, del ITECNOR, durante el año 2,005.

<i>Uso actual</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área en porcentaje</i>
Campo de fut bol	1.11	2.80 %
Cultivos anuales	8.16	20.67 %
Frutales de clima cálido	3.12	7.90 %
Infraestructura	2.57	6.50 %
Superficie con escasa vegetación	1.40	3.56 %
Viveros	0.36	0.93 %

Fuente: García Mérida, Z. EPSA 2004-2005

Cuadro 8. Uso actual del suelo en la unidad académica ITECZA, del ITECNOR, durante el año 2,005.

<i>Uso actual</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Área en porcentaje</i>
Apiario	0.11	0.28 %
Infraestructura	7.52	19.03 %
Pastos cultivado	8.39	21.23 %
Sistema silbo pastoril	1.35	3.42 %
Uso no definido	5.38	13.62 %

Fuente: García Mérida, Z. EPSA 2004-2005

F. Capacidad de uso de los suelos del ITECNOR

Según la metodología de capacidad de uso propuesta por el INAB; mas de la mitad del área total del ITECNOR es de vocación agrícola (22.99 ha). Según el cuadro 9, el 58.12% de la superficie corresponde a la categoría de agricultura sin limitaciones, la cual según el INAB es una categoría de áreas con aptitud para cultivos agrícolas sin mayores limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad o drenaje. Permiten cultivos agrícolas en monocultivo o asociados en forma intensiva o extensiva y no requieren o demandan muy pocas, prácticas intensivas de conservación de suelos y pueden ser objeto de mecanización.

El 16.25% del área, equivalente a 6.42 ha, corresponde a la categoría de agricultura con mejoras, que según el INAB es una categoría para áreas que presentan limitaciones de uso moderadas con respecto a la pendiente, profundidad, pedregosidad y/o drenaje. Para su cultivo se requieren prácticas de manejo y conservación de suelos así como medidas agronómicas relativamente intensas y acordes al tipo de cultivo establecido (Figura 23A y 24A).

Cuadro 9. Capacidad de uso según la metodología del INAB, para los suelos del ITECNOR en el año 2,005.

Categoría	Código	Área (ha)	Área en porcentaje
Agricultura sin limitaciones	A	22.99	58.18 %
Agricultura con mejoras	Am	6.421	16.25 %
Infraestructura		10.091	25.54 %
Total		39.511	100 %

Fuente: García Mérida, Z. EPSA 2004-2005

G. Intensidad de uso de los suelos del ITECNOR

Según el estudio de capacidad de uso y los mapas de intensidad de uso generados realizado por García Mérida (2005); mas del 50% de la superficie total del ITECNOR esta sub utilizada, es decir que el uso actual está por debajo del uso que soporta el suelo en términos físicos sin disminuir su capacidad productiva. Con el fin de promover el uso correcto y a capacidad se recomienda realizar un plan de manejo basado en el ordenamiento territorial, sin apartarse de los objetivos docentes del ITECNOR (Figura 25A y 26A).

1.5.1.3 Recurso bosque

El eminente uso agrícola del valle de la Fragua, ha ido excluyendo al recurso forestal de los sistemas productivos de la región; sin embargo el crecimiento actual del sector forestal promete un escenario halagador para el recurso bosque.

Según la definición de bosque, es una comunidad vegetal dominada por árboles en términos de biomasa⁴; partiendo de esta definición, el ITECNOR carece de recurso bosque. Existen árboles de uso forestal dispersos en el área, de los cuales representa un listado y una breve descripción del uso que se le da en la región (Cuadro 10).

Cuadro 10. Listado de especies forestales presentes en el ITECNOR, durante el año 2,005.

Nombre común	Nombre científico	Usos en la región
Conacaste	<i>Enterolobium ciclocarpum</i> (Jacquin) Grisebach	Maderable
Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose) Standley	Postes
Nim	<i>Azadiricta indica</i> L.	Ornamental, repelente
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp.	Maderable
Upay	<i>Cordia dentata</i> Vahl.	Cabos, maderable
Morro	<i>Crescentia alata</i> H.B.K.	Yugos, artesanías
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sistemas agroforestales
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i> (L) Sarg.	Sistemas agroforestales
Orotoguaje	<i>Acacia demii</i>	Postes, energético
Chaparro	<i>Cordia truncatifolia</i> Bartlett	Postes, carreta de bueyes
Jaguay	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxburgh) Bentham	Canoas (comedero de ganado)
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Sistemas agroforestales
Zapotón	<i>Swietenia humilis</i> Zuccarini.	Maderable
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Ornamental
Tamarindo	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Maderable, comestible
Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers	Sistemas agroforestales
Guayacán	<i>Guayacun zantum</i> L.	Ornamental, artesanías
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Símbolo patrio
Volador	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pavón) Steudel.	Comestible
Ciprés común	<i>Thujacupressus lusitanica</i> Miller	Ornamental
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	Maderable
Trueno	<i>Delonix regia</i> L.	Maderable, ornamental

⁴ DataForg (Software forestal). 2006.

A. Vivero forestal

El ITECNOR cuenta con dos áreas destinadas a la producción de plantas de especies forestales; una esta ubicada en la unidad académica EANOR y la otra en la unidad académica ITECZA. En ambos viveros existe producción de plantas forestales destinadas a la venta y el excedente se utiliza en el instituto para el establecimiento de cercas vivas. En el Cuadro 11, se presenta el detalle de la producción de plantas en los viveros forestales del ITECNOR; según este cuadro, existe una disponibilidad de 5,230 plantas de especies forestales en bolsa de polietileno.

Cuadro 11. Producción de plantas por especie en los viveros forestales del ITECNOR, durante el año 2,005.

Especie	Cantidad
Nim (<i>Azadiricta indica</i> L.)	3,290
Aripín <i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose) Standley	295
Jocote de mico (<i>Simarouba glauca</i>)	200
Trueno (<i>Delonix regia</i> L.)	280
Conacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacquin) Grisebach)	503
Madrecacao <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers	348
Cortez colorado (<i>Tabebuia guayacan</i> (Seeman) Hemsley)	36
Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb. var. rekoy Standl.)	28
Ormigo (<i>Platimiciun dimorfandrum</i>)	61
Caoba (<i>Swietenia humillis</i> Zuccarini)	10
Vainillo (<i>Cassia emarginata</i> L.)	75
Matilisquate <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	13
Guayacán (<i>Guaiacum sanctum</i> L.)	91
Total	5,230

B. Sistemas forestales

Dentro del recurso bosque, el ITECNOR cuenta con sistemas agroforestales con especies forrajeras de morera (*Morus* sp) y leucaena (*Leucaena leucosephala*), además existen cercas vivas de madre cacao (*Gliricidia sepium*) y aripín (*Caesalpinia vellutina*). Otro tipo de sistema forestal considerado dentro del recurso bosque son las cortinas de eucalipto utilizadas como rompevientos para los galpones del pollo de engorde.

En el presente año y como parte del curso de Semillas y Viveros y Reforestación, se estableció una colección de especies forestales con una extensión de 0.1 ha (1,163 m²) en la cual se plantaron 57 árboles de especies forestales nativas e introducidas.

1.5.2 Análisis del pensum de la carrera de Industria de la Madera

Esta parte del diagnóstico se plantea como un análisis del pensum de la carrera de Industria de la Madera; sin embargo con el fin de enriquecer el análisis y proponer soluciones integrales, se incluyeron otros aspectos como equipo y herramientas de trabajo, personal docente, áreas y horarios de práctica.

En la sección de características socioeconómicas se presenta la descripción general de la carrera; por lo que el análisis se iniciará con la evaluación del pensum actual.

El Cuadro 12, contiene el contenido curricular de la carrera. En el año uno correspondiente a cuarto grado, se incluyen dos cursos específicos de la carrera: Procesos Industriales I y Semillas y Viveros, sin embargo para impartir un curso de semillas y viveros es necesario tener una base sobre Fisiología y Botánica, la cual no se tomó en cuenta. Procesos Industriales juega un papel de comodín, ya que no existe un programa que dirija el curso de los contenidos y prácticas; el desarrollo de este curso se da conforme se avanza, sin ninguna planificación previamente establecida.

En el año dos, correspondiente al quinto grado, se imparten los cursos de Política Forestal, Reforestación y Procesos Industriales II; en este año ya se incluyen tres cursos específicos de la carrera. El curso de política forestal se imparte con material desactualizado y fuera de contexto; Procesos industriales II mantiene la misma metodología repetitiva y de acomodamiento de Procesos Industriales I. Reforestación es un tema bastante corto para impartirlo como un curso durante un año, por lo que en este curso se tocan temas diversos relacionados al sector forestal y el recurso bosque.

En el quinto y último grado, se imparten los cursos de Estadística, Elaboración y Gestión de Proyectos y Relaciones Humanas y Ética Profesional. Entre los cursos específicos se imparte Inventarios Forestales, paralelo a Estadística; con estos dos cursos existe el problema que uno es base para el otro. Además se imparte un curso de Elaboración y Gestión de Proyectos sin antes haber impartido un curso de Economía General.

Cuadro 12. Contenido curricular de la carrera Industria de la Madera impartida en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa.

Cuarto grado		Quinto Grado		Sexto Grado	
Estudios de Guatemala	3	Política Forestal	4	Elaboración y Gestión de Proyectos	5
Inglés Técnico	3	Inglés Técnico	3	Inglés Técnico	3
Química I	4	Química II	4	Tratamientos de la Madera	5
Técnicas de Comunicación e Investigación	5	Informática	4	Estadística	4
Matemática I	5	Matemática II	5	Maquinaria y Equipo	4
Biología	5	Física	5	Relaciones Humanas y Ética Profesional	4
Procesos Industriales I	5	Procesos Industriales II	5	Procesos Industriales III	5
Semillas y Viveros	5	Reforestación	5	Inventarios Forestales	5
Períodos Semanales	35	Períodos semanales	35	Períodos semanales	35

Fuente: Proyecto educativo ITECZA, ADIN/MINEDUC.

En resumen, el pensum actual tiene debilidades ya que hay cursos que son pre requisitos de otros y se imparten en el mismo ciclo; además ninguno de los cursos contenidos en el pensum tienen un programa en donde se describan los objetivos y el contenido temático y analítico del mismo, por lo que no se tiene una secuencia lógica de contenidos.

Al analizar la visión de la carrera de Perito en Industria de la Madera, que se plantea como “Formar jóvenes con un perfil acorde en el área forestal, que promuevan un manejo sostenible del recurso bosque, capaces de mejorar la eficiencia en procesos de transformación industrial y mercadeo de los productos maderables tomando como punto de partida que el sector forestal se esta convirtiendo paulatinamente en el principal motor de la economía del país” (8). Al relacionar la visión de la carrera de Perito en Industria de la Madera con el pensum de la misma, se afirma que un egresado de esta carrera debería tener y conocer todas las herramientas necesarias para promover el uso sostenible del recurso bosque y mejorar los procesos de transformación industrial. Según este análisis, carrera de Industria de la Madera, está enfocada no solo a la industria de la madera como su nombre lo indica si no también al manejo del recurso; por lo tanto en el contenido curricular deberían incluirse más cursos que le permitan al egresado ejercer su profesión y cumplir con la visión bajo la cual fue formado.

1.5.2.1 Herramientas y equipo

Para el área común el ITECNOR cuenta con laboratorios equipados con hornos, balanzas, microscopios, estereoscopios, cristalería y equipo de computación, para las prácticas de Química, Biología y computación. Para los cursos específicos, hay deficiencias, ya que no se cuenta con el equipo básico para el adiestramiento de profesionales en el ámbito forestal, sin embargo, la institución cuenta con herramientas básicas de carpintería, con lo que imparten algunas prácticas.

1.5.2.2 Áreas y horarios de práctica

Como ya se menciona en la parte del recurso bosque, el ITECNOR dentro de sus instalaciones no cuenta con áreas o plantaciones forestales en donde los estudiantes puedan desarrollar y poner en práctica sus conocimientos, de tal forma que se cumpla con el lema “Aprender Haciendo”.

Existe una carpintería con el equipo necesario para cumplir con su función, que representa el único centro de prácticas para los estudiantes de esta carrera. En mayo del año 2006 se estableció una colección de especies forestales implementada por los mismos estudiantes bajo la asesoría del catedrático del curso y los estudiantes del programa de EPS de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Además de la escasez del área para las prácticas, el horario destinado a las mismas es muy reducido. Una carrera técnica como Perito en Industria de la Madera, debería tener mucho más tiempo destinado a prácticas de campo. En la semana se tienen dos días de practica con un periodo de dos horas por día únicamente; razón por la cual las prácticas son muy generales y no se alcanza a cubrir todo el contenido.

1.5.2.3 Personal docente

En el Cuadro 2, se presentó el claustro docente de la unidad académica ITECZA, en el cual se pone de manifiesto el déficit de personal. Como se indica en el Cuadro 2, en el área específica de la carrera de Industria de la Madera, únicamente se desempeñan dos catedráticos, los cuales imparten cuatro cursos cada uno con sus respectivas prácticas.

1.5.2.4 Análisis FODA de la carrera

A través de este análisis se establecieron los factores internos y externos, positivos y negativos que afectan la formación de los estudiantes de esta carrera.

A. Fortalezas

1. Respaldo de una asociación consolidada en la región (ADIN).
2. Infraestructura instalada.
3. Convenio MAGA-Escuelas de Formación Agrícola -EFAS-.
4. Forma parte de una institución reconocida y consolidada (EANOR).
5. Organización administrativa claramente definida.
6. Giras de estudio.

B. Oportunidades

1. Crecimiento del sector forestal.
2. Alta concentración de industrias madereras en áreas cercanas a la institución.
3. Política forestal con instrumentos de fomento (PINFOR).
4. Sector Forestal con un Marco institucional y legal concensuado.
5. Déficit de personal capacitado en materia forestal.

C. Debilidades

1. Deficiencia de áreas prácticas.
2. Horario de prácticas reducido.
3. Falta de material y equipo forestal.
4. Deficiencia de personal docente (cantidad).
5. Falta de personal docente especializado.
6. Pobre contenido curricular.

D. Amenazas

1. Tratado de Libre Comercio C.A-USA.
2. Monopolización de la educación Agrícola y Forestal por parte de la ENCA.
3. Hostilidad en el ambiente de trabajo (docentes).
4. Alta dependencia económica de la institución.

1.5.3 Análisis de la problemática

La problemática relacionada a los recursos naturales y al pensum de la carrera de Industria de la Madera impartida en el ITECNOR, se analizó bajo una perspectiva docente, tomando en cuenta la naturaleza educativa de la institución.

1.5.3.1 Lluvia de ideas

1. Baja calidad del agua.
2. Déficit hídrico y uso inadecuado del agua en la región.
3. Uso inadecuado del suelo.
4. Carestía de recursos forestales.
5. Debilidad del pensum de la carrera de Industria de la Madera.

La lluvia de ideas se realizó con la ayuda de los estudiantes de cuarto perito de la carrera de Industria de la Madera. La metodología utilizada consistió en el planteamiento de la planificación de la carrera, el contenido curricular y su relación con la situación actual del establecimiento; de esa cuenta se generó una comunicación de doble vía en la cual se materializó la lluvia de ideas de los problemas vigentes.

1.5.3.2 Priorización de problemas

Con la participación del personal docente de la carrera de Industria de la Madera, se realizó la priorización de problemas detectados a través del diagnóstico.

1. Debilidad del pensum de la carrera de Industria de la Madera.
2. Baja calidad del agua.
3. Déficit hídrico y uso inadecuado del agua en la región
4. Carestía de recursos forestales.
5. Uso inadecuado del suelo.

1.5.3.3 Descripción de los problemas

Tomando en cuenta que el ITECNOR es una institución docente y sin fines de lucro; en la problemática encontrada se le dió prioridad a las actividades de formación académica.

A. Debilidad del pensum de la carrera Industria de la Madera

Este es el principal problema del ITECNOR, tomando en cuenta la naturaleza docente de la institución. La raíz o causas del problema la constituye, la escasez de personal docente, la deficiencia de material y equipo forestal, la insuficiencia de área práctica y el pobre contenido curricular. Los efectos de este problema se traducen en la deficiencia en la capacidad laboral de los egresados de la carrera, apatía de los estudiantes por aprender, incumplimiento de la misión del ITECNOR y al final no solo los estudiantes salen perjudicados si no también la institución por la pérdida de credibilidad y prestigio.

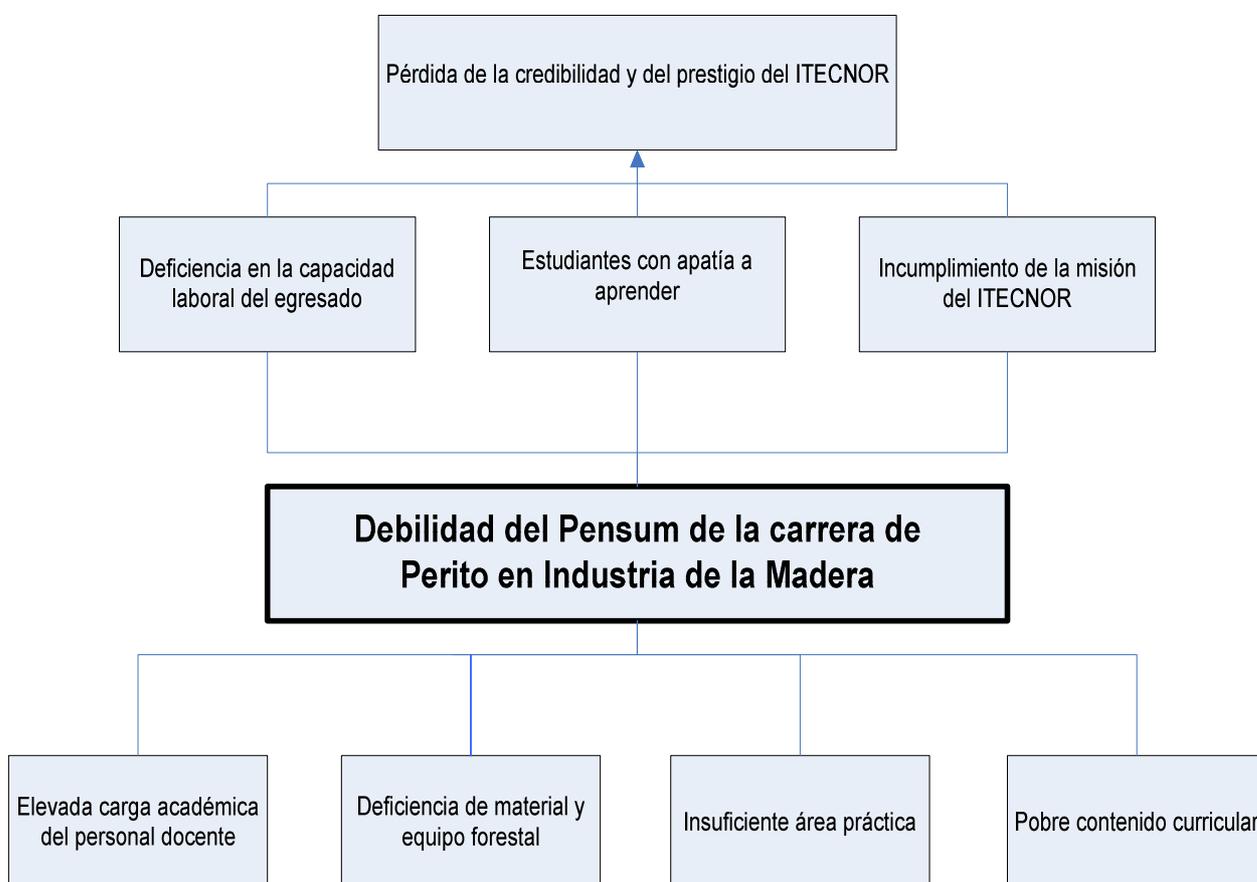


Figura 6. Árbol del problema, debilidad del pensum de la carrera Industria de la Madera.

B. Baja calidad del agua

En el ITECNOR se utilizan dos tipos de agua, la superficial proveniente del canal de La Fragua, cuyas características físicas y biológicas, impiden su uso apropiado en los proyectos productivos. Y el agua subterránea proveniente de los pozos; esta agua subterránea es de mejor calidad física que el agua del canal, sin embargo no es adecuada para el consumo humano; a pesar de estas características, en las instalaciones del ITECNOR se utiliza el agua proveniente de los pozos para consumo, servicio domestico en la cafetería y en los baños.

El uso intensivo e irracional del suelo y la contaminación local, representan las principales causas del problema. Debido a la baja calidad del agua, no es apta para el consumo humano, es inapropiada para la producción animal y presenta capacidad relativa para riego de cultivos agrícolas intensivos.

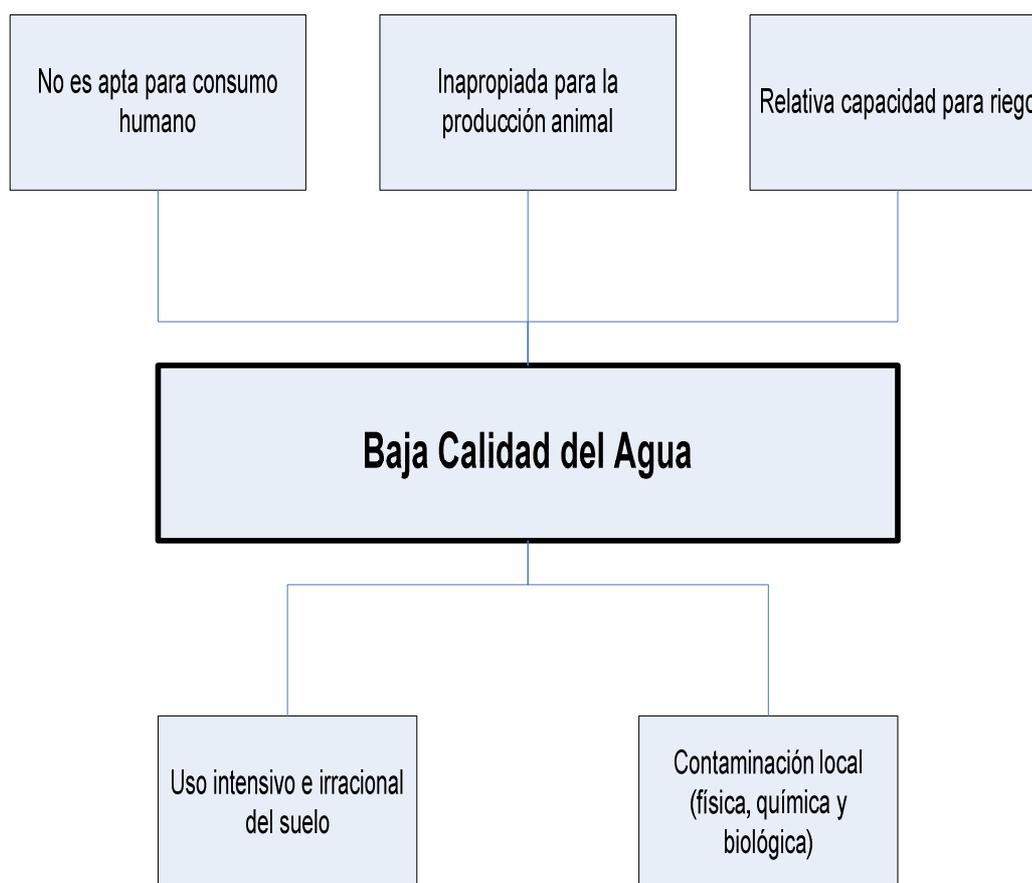


Figura 7. Árbol del problema, baja calidad del agua.

C. Déficit hídrico y uso inadecuado del agua en la región

Los valles de la Fragua se caracterizan por la escasez del agua; debido a factores climáticos incontrolables, como la escasa precipitación pluvial y la elevada evaporación del agua en la región, lo que produce un déficit hídrico en todo el año, reduciendo la disponibilidad del agua en La Fragua, además el uso del recurso no es el adecuado, tal es el caso de las pérdidas de agua en los sistemas de riego por gravedad en las sacateras del ITECNOR y el elevado gasto de agua en los proyectos piscícolas. A causa de este problema se ha elevado el costo del agua en la región, disminuyen los rendimientos de los proyectos productivos en la época seca y se ha creado una alta dependencia del Centro de Producción Animal a un solo pozo, del cual se abastecen durante la época seca.

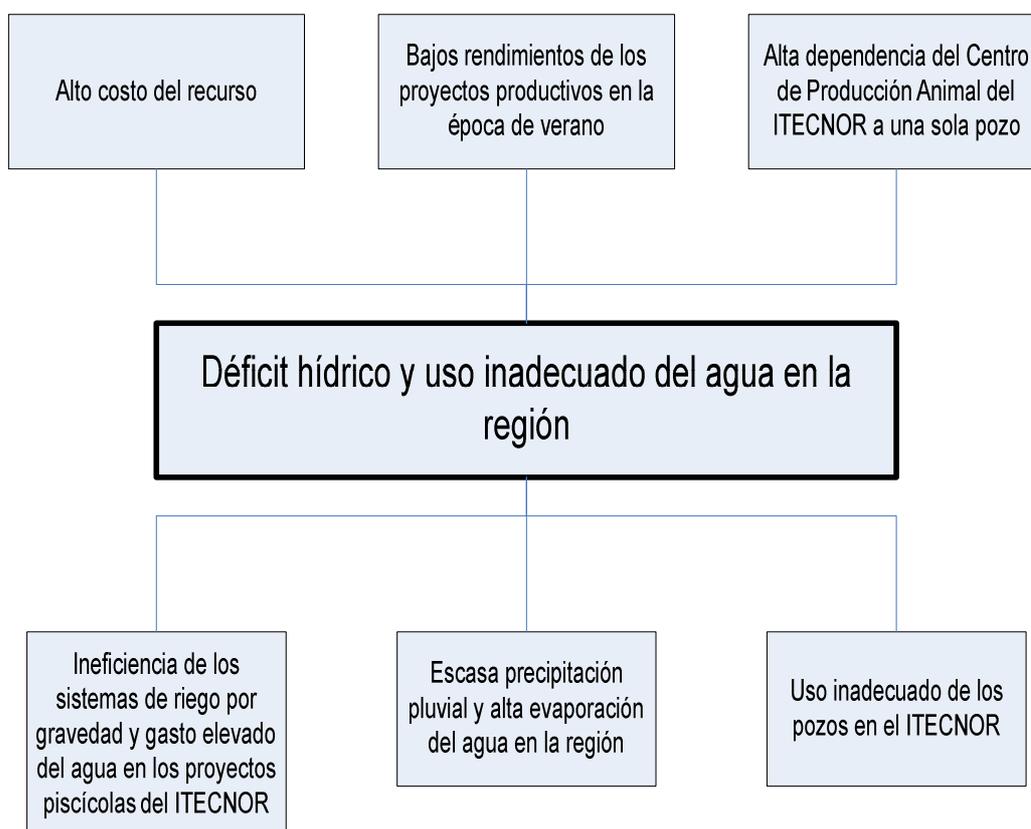


Figura 8. Árbol del problema, déficit hídrico y uso inadecuado del agua en la región.

D. Carestía de recursos forestales

La falta de recursos forestales en la institución representa un problema importante no solo por los bienes y servicios del recurso si no también por que este constituye el área de estudio de la carrera de Industria de la Madera.

La eminente actividad agrícola de la región, la escasa extensión territorial del ITECNOR, la reciente implementación de las nuevas carreras y el retorno del capital a largo plazo, limitan el establecimiento de plantaciones forestales en el instituto. La carencia de recursos forestales en el ITECNOR, se traduce en insuficiencia de área práctica para la carrera de Industria de la Madera, escasez de materia prima para la carpintería y al no disponer de recursos forestales para el desarrollo de las prácticas de campo de los alumnos de la carrera de Industria de la Madera, se promueve la incredulidad de los padres de familia hacia el establecimiento.

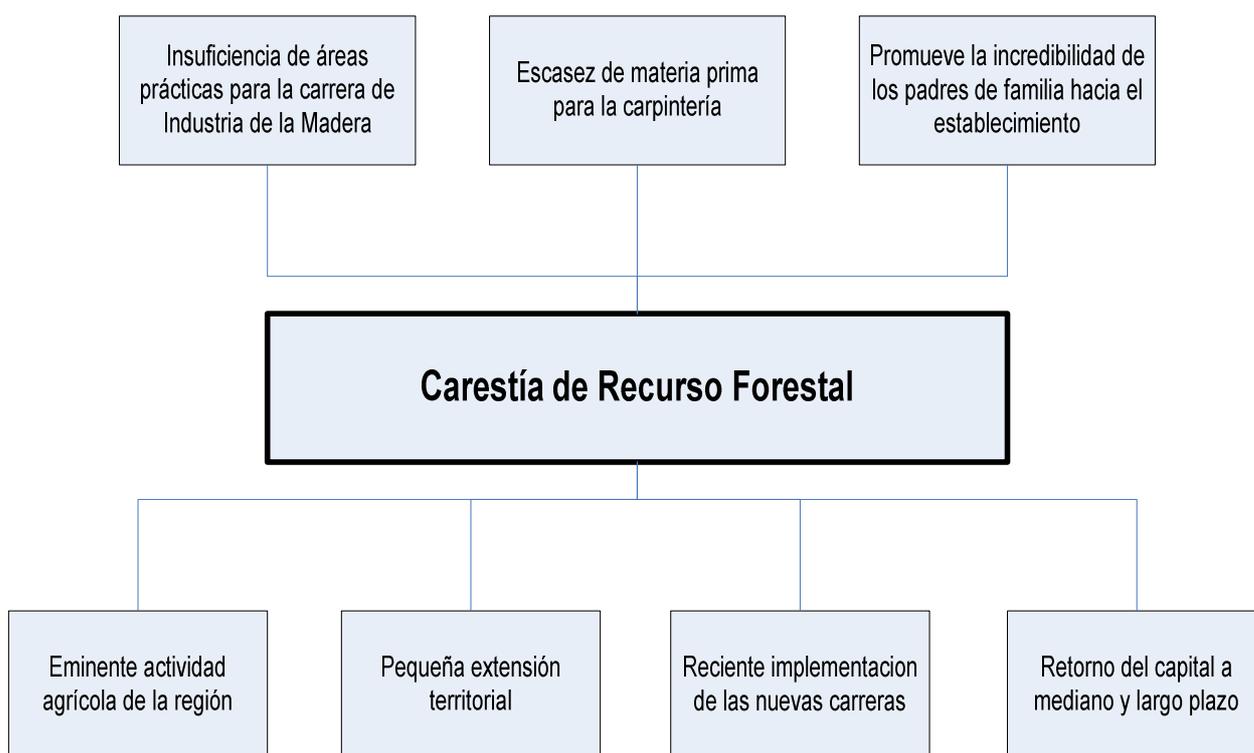


Figura 9. Árbol del problema, carestía de recursos forestales.

E. Uso inadecuado del suelo

En base al estudio de Capacidad de Uso de la Tierra con la metodología del INAB, se determinó que más de la mitad de los suelos del ITECNOR, están sub utilizados; una de las causas de este problema es la actividad docente por la cual deben haber numerosos proyectos productivos tomando en cuenta la diversidad de carreras, otra de las causas la representa la necesidad de cultivar pastos para alimentar al ganado vacuno en las áreas disponibles, además la escasez de estudios relacionados al recurso han limitado el uso a capacidad del recurso.

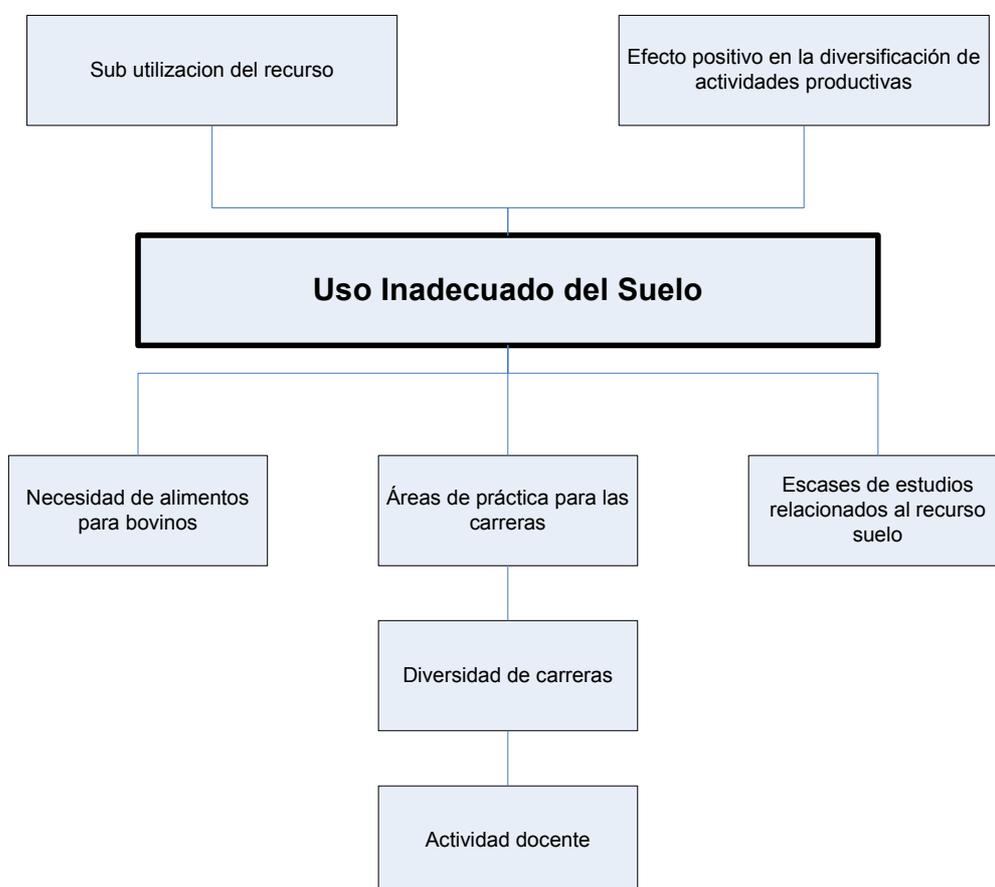


Figura 10. Árbol del problema, uso inadecuado del suelo

1.6 CONCLUSIONES

1. Según los resultados obtenidos en el diagnóstico, se determinó qué: en materia de recursos naturales: a) El agua del ITECNOR es de baja calidad y el manejo actual es inadecuado; b) Según la metodología de capacidad de uso de la tierra del INAB, mas del 50 % del suelo está sub utilizado y c) El recurso bosque es limitado, únicamente se cuenta con una cortina rompevientos de eucalipto, una plantación forestal de 0.1 hectáreas plantada con especies nativas y árboles dispersos en toda la extensión territorial de la institución.
2. Mediante el análisis FODA se determinaron los factores negativos y positivos externos e internos que afectan a la carrera de Perito en Industria de la Madera; de los cuales la principal fortaleza radica en el respaldo de ADIN como una asociación organizada y consolidada en la región; una alta concentración de industrias madereras en la región y el rápido crecimiento del sector forestal en Guatemala representan las principales oportunidades; mientras que las debilidades se puntualizan en la deficiencia de áreas prácticas, escasez de personal especializado y pobre contenido curricular. La alta dependencia económica de la institución representa la principal amenaza de la carrera de Industria de la Madera.
3. La debilidad del pensum de la carrera de Industria de la Madera, baja calidad del agua, escasez de agua en la región, carestía de recursos forestales y el uso inadecuado del suelo; representan los principales problemas del Instituto Tecnológico de Nor Oriente -ITECNOR-, La Fragua, Zacapa.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Con el fin de solucionar la problemática detectada, se recomienda: a) Para el uso humano, se debe clorar el agua en los reservorios y depósitos para reducir los niveles de contaminación biológica y habilitar el pozo mecánico del taller de chatarra para incrementar el caudal de agua en el instituto. b) Realizar un plan de manejo y ordenamiento de tierras en el instituto para dar al suelo un uso a capacidad. c) Establecer plantaciones forestales con especies de crecimiento rápido las cuales puedan ser aprovechadas a mediano plazo para postes.
2. Se recomienda contratar los servicios de un experto en el tema académico forestal para readecuar el programa educativo de la carrera de Perito en Industria de la Madera, impartida en el ITECNOR.
3. Aprovechando el convenio firmado entre la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) y el Instituto Tecnológico de Nor Oriente (ITECNOR), se recomienda pedir a un estudiante del Ejercicio Profesional Supervisado para que desarrolle un plan de manejo sostenible de los recursos naturales renovables agua, suelo y bosque del ITECNOR.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Archila Cordón, W. 2005. Aspectos socioeconómicos del Instituto Tecnológico de Nor Oriente –ITECNOR– (entrevista). La Fragua, Zacapa, Guatemala, ITECNOR.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. García Luna, E. 2000. Evaluación de dos extractos vegetales para el control de mosca blanca *Bemisia tabacii* Genn., en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL. 45 p.
4. García Mérida, Z. 2005. Determinación de la capacidad de uso de las tierras del Instituto Tecnológico de Nor Oriente, ITECNOR. La Fragua, Zacapa, Guatemala. 33 p.
5. Guirola De la Rosa, CR. 1999. Diseño de estructura organizacional para una escuela de agricultura. Tesis Lic. Admón. Empresas. Zacapa, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 65 p.
6. Holdridge, LR. 1979. Ecología basada en zonas de vida. Costa Rica, IICA. 107 p. (Material Educativo no. 34).
7. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2006. Estación meteorológica "La Fragua" Zacapa. datos climáticos del valle de La Fragua, Zacapa; estación tipo "A", clave 78649, La Fragua, Zacapa, Guatemala. s.p.
8. Orellana, H; Archila Cordón, W. 2004. Proyecto educativo, ITECZA, ADIN/MINEDUC. Zacapa, Zacapa, Guatemala, MINEDUC. 15 p.
9. Palma, R. 2,004. Resultados de un muestreo de aguas de el canal de La Fragua y el pozo uno del ITECNOR, analizado por laboratorios agrícolas AGRILAB, Guatemala. Guatemala. 7 p.
10. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.

CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DE LA PROPAGACIÓN POR ESTACA DE CINCO CULTIVARES DE
BAMBÚ, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA**

**EVALUATION OF THE PROPAGATION TROUGH CUTTING OF FIVE
CULTIVATIONS OF BAMBOO IN THE VALLEY OF LA FRAGUA, ZACAPA**

2.1 PRESENTACIÓN

El bambú es una planta de aspecto arbóreo que pertenece a la familia *Poaceae* y sub familia *Bambusoideae*, la cual cuenta con más de mil doscientas especies y 70 géneros, además de algunas variedades que existen en el mundo (Hidalgo, 1,974). Para Guatemala McClure, (1,955) reportó 11 géneros y 50 especies. En la actualidad este número ha cambiado, por a la introducción de especies asiáticas, a través de la Misión Técnica de Taiwán. Los bambúes son plantas extraordinarias, de crecimiento rápido (9 a 14 cm por día, Juárez Barrera, 1986) y usos múltiples que están adaptadas a una gran variedad de climas. Dentro de los principales usos del bambú en Guatemala, se puede mencionar, la construcción, tutores para chile, tomate y pepino, elaboración de muebles, ornamental, alimentación, energético y artesanías (flautas, aretes, collares, etc) (6).

Sin embargo por ser una especie originaria de los trópicos y neotrópicos; ésta reportado que el factor climático limitante es la humedad relativa; sobre el cual muchos autores han publicado que para garantizar su óptimo desarrollo, se requiere de un valor medio anual de 80 % o más. A efectos de ello, en Guatemala se desconoce su adaptación a la diversidad de climas del país, principalmente en las regiones semi áridas como La Fragua Zacapa, en donde las condiciones climáticas son muy particulares; destacan la errática distribución de las lluvias y condiciones de alta temperatura. Éstas características aunadas a la escasez de agua en el valle han restringido el desarrollo de sistemas productivos en la región, circunscribiéndose a cultivos intensivos de curbitaceas y solanaceas altamente tecnificados, incrementándose la deforestación.

Por esa razón y tomando en cuenta que, el bambú con respecto a la madera de los árboles, adquiere su máximo desarrollo en menos de un año, después de haber brotado del suelo y terminado su desarrollo se inicia su maduración que en la mayoría de los bambúes alcanza su máximo grado entre los tres y seis años; esta especie representa una alternativa de bajo costo para la diversificación de los sistemas productivos y a su vez constituye un medio para promover el desarrollo sostenible de los recursos naturales de la región.

Dentro de ese contexto, en la presente investigación se evaluó propagación asexual por estacas de culmo, de cinco cultivares de bambú, durante la fase de propagación vegetativa en el ITECNOR, La Fragua Zacapa, durante el período comprendido entre diciembre de 2,005 a mayo de 2,006.

Según los resultados obtenidos, de los cinco cultivares evaluados, únicamente brotaron tres, *Guadua angustifolia* Kunt, *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl; a diferencia de *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro y *Bambusa dolichoclada* Stripe que no presentaron brotación alguna. El cultivar que presentó el mejor comportamiento durante el período de evaluación fué, *Guadua angustifolia* Kunt, con un peso de raíces en base seca de 5.17 gramos por planta, 90.43 centímetros de longitud total de brotes y 3 brotes por nudo.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Origen del bambú

La historia del bambú se remonta al comienzo de la civilización en Asia. Valenovsky, citado por Hidalgo (1,978) sostiene que la planta tuvo su origen en la era Cretácea un poco antes de la iniciación de la Terciaria, cuando el hombre apareció (6).

El hombre y el bambú han estado estrechamente ligados en China desde tiempo prehistóricos, lo que se demuestra en el hecho de que uno de los primeros radicales o elementos de la ideografía china que existieron, fue un dibujo del bambú, por dos tallos con ramas y hoja que se denominó CHU. Como es sabido, el ideograma fue originalmente basado en la representación pictórica de objetos para los cuales la lengua local tenía nombre, lo que posteriormente evolucionó con la invención de las letras o caracteres chinos atribuidos a Ts'ang Chi, ministro de Huang Ti en el año 2,600 A.C. (3).

2.2.2 Clasificación taxonómica del bambú

Quizá por el hecho de ver crecer casi juntos los árboles y los bambúes en nuestros bosques, mucha gente se sorprende al saber que el bambú no es un árbol sino lo que pudiéramos llamar una hierba gigante (10).

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida (Monocotiledóneas)
Sub-clase	Commelinidae
Familia	Gramineae(poaceae)
Sub-familia	Bambusoideae (poaceae)
Tribu	Bambuseae
Género y especie	<i>Guadua angustifolia</i> Kunt, <i>Dendrocalamus asper</i> (Schultes F.) Backer, <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl; <i>Gigantochloa verticillata</i> (Willd.) Munro y <i>Bambusa dolichoclada</i> Stripe

2.2.3 Morfología del bambú

Estructuralmente el bambú está constituido por un sistema de ejes vegetativos segmentados, que forman alternamente nudos y entrenudos, o varían en su morfología ya sea que correspondan al rizoma, al tallo o a las ramas. Tanto los nudos como los

entrenudos varían también de una especie a otra, particularmente en los tallos, facilitándose por este su clasificación (6).

2.2.3.1 Raíz

Al igual que todas las gramíneas, el bambú posee un sistema radicular fibroso, con raíces primarias, raicillas, y rizomas. En muchas especies se observa un sistema radicular adventicio en los nudos inferiores (5, 6).

2.2.3.2 Rizoma

Corresponde a una modificación de tallo. El rizoma es un órgano de almacenamiento muy importante que sirve para la propagación asexual mientras se completa el ciclo de la planta. En base a su ramificación y forma, se clasifican los tipos de bambú en Paquimorfo, Leptomorfo y Anfipodial (10).

2.2.3.3 Tallo o culmo

Se caracteriza por ser cilíndrico y con entrenudos huecos, separados transversalmente por tabiques o nudos que le imparten mayor rigidez y resistencia. Sin embargo hay algunas especies en las que los tallos toman formas curvas, como por ejemplo tallos en forma de concha de tortuga, otras presentan entrenudos cuadrados y otros tallos sólidos (no huecos). Los tallos difieren en altura, diámetro, color y forma de crecimiento. Pueden ser verdes, verde con rayas amarillas y viceversa, amarillos, rojos, blancos y negros; pueden alcanzar alturas hasta de 40 m y diámetros de 45 cm, según la especie. En cuanto la forma de desarrollo, la mayoría crecen erectos, otros se extienden lateralmente y otros tienen hábitos trepadores (6, 10).

2.2.3.4 Hojas

Alternas con nervación paralela y compuesta de dos partes: La vaina en forma tubular que nace en los nudos y abiertas por un lado abrazando y protegiendo al tallo y la lámina generalmente en forma de cinta plana doblada o con los márgenes a veces enrollados. En la unión de la vaina y la lámina se encuentra la lígula, comúnmente de textura delgada, a veces reducido a un anillo de perfiles y rara vez ausente (6).

2.2.3.5 Flores

Están dispuestas en espigas o panojas constituidas por espiguillas de flores en hileras dobles, todas hermafroditas o sólo fértiles las intermedias, siendo la masculinas la superior y quedando las inferiores reducidas a una bráctea; cada espiguilla lleva en su base dos glumas sin arista y mucrón, cóncavas y cada flor hermafrodita comprende dos glumillas y tres glumerulas enteras y ciliadas; estambres generalmente en número de seis, formando verticilos ternarios alternos; ovario sentado y terminado por un estilo largo, con el estigma bipartido o tripartido y plumoso (6). Resalta el mecanismo biológico de la floración, ya que, una misma especie florece al mismo tiempo en diferentes partes del mundo, no importando el estado de su desarrollo. La floración se presenta en ciclos que fluctúan entre 1, 3, 30, 60, y hasta 120 años (6).

Los ciclos de floración tienen mucha importancia para la industria. Las especies de ciclo largo presentan ventaja, ya que tardan en florecer, y en bambú una vez que halla florecido la macolla, esta tiende a morir (5, 6).

Debido a que la floración se da en intervalos muy largos, no es común el empleo de semilla en la propagación (6).

2.2.3.6 Semillas

Las flores generan semillas que se asemejan a granos de arroz, por su forma, tamaño y cubierta (6).

2.2.3.7 Yemas

Las yemas están presentes en el tallo o culmo, en las ramas y en los rizomas o en las raíces que favorecen la reproducción y propagación vegetativa (6).

2.2.4 Tipos de bambú

De acuerdo con la forma y hábito de ramificación del rizoma, existen dos grupos o tipos principales y uno intermedio: Paquimorfo, Leptomorfo y Anfipodial (6).

2.2.4.1 Grupo Paquimorfo

Tiene rizomas cortos y gruesos, con raíces en su parte inferior y yemas laterales que sólo se desarrollan en nuevos rizomas y subsecuentemente en nuevos tallos. Generalmente el desarrollo de los rizomas es radial, por lo cual los tallos aéreos se ven aglutinados formando manchas (Figura 28A).

A este grupo corresponde la guadua (*Bambusa guadua* Humb. & Bonp), cómo también la mayor parte de especies tropicales de los géneros *Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Gigantochloa* y muchos otros (5).

2.2.4.2 Grupo Leptomorfo

Este grupo se caracteriza por poseer rizoma cilíndrico y sólido con diámetro de menor dimensión que los tallos que origina. Las yemas pueden producir indistintamente tallos o un nuevo rizoma. Los rizomas se ramifican lateralmente recorriendo grandes distancias. Debido a esto, los tallos aéreos se ven separados y no aglutinados (Figura 29A) (5).

2.2.4.3 Grupo Anfipodial

El rizoma presenta ramificación combinada de los dos grupos principales en una misma planta. Pertenecen a este grupo muy pocos géneros, entre ellos el género *Chusquea* (5).

2.2.5 Propagación asexual o por fracción vegetativa

La propagación vegetativa constituye la forma natural y/o artificial casi exclusiva de reproducción del bambú (1).

La propagación vegetativa es uno de los métodos más seguros para la multiplicación de clones de bambú, ya que permite obtener plantas uniformes, tanto en su constitución genética como en su tamaño, lo cual es muy importante para estudios experimentales y también desde el punto de vista económico (6).

En la propagación asexual se emplea por lo general las partes de la planta que contenga yemas o tejidos meristemáticos, los cuales al estar enterrados generan una nueva planta. Estas yemas están localizadas en el rizoma y en los nudos de los culmos y ramas. El proceso de desarrollo de la nueva planta se inicia con la formación de raíces en la zona meristemática, continúa con la formación de tallos inicialmente delgados y finalmente con

la formación de rizomas. Solo las raíces no son indicativas del establecimiento de la planta, siendo necesaria para ello la formación de su rizoma (1).

Hidalgo (1,978), señala que los métodos de propagación asexual tanto de los bambúes del grupo Paquimorfo como los del Leptomorfo son similares en algunos aspectos; sin embargo, la experiencia ha demostrado que algunos de esos métodos de propagación dan mejores resultados para un grupo de bambúes que para el otro. Por otra parte en un mismo grupo cada uno de estos métodos tiene sus ventajas en ciertas circunstancias pueden estar sujetos a limitaciones para la propagación de un determinado bambú (6).

Según Hidalgo (1,978), la propagación de los bambúes del grupo Paquimorfo puede realizarse por cualquiera de los siguientes métodos: por estaca o segmentos del tallo, trasplante directo, por rizoma y parte del tallo o por rizoma solo. Para el grupo Leptomorfo, se puede utilizar cualquiera de los siguientes métodos: por trasplante directo, por tallos con raíces y rizoma, por cepa con raíces y rizoma y por rizoma con raíces (6).

2.2.5.1 Propagación por estacas o segmentos de culmo

En este caso el propágulo está constituido por una sección completa del tallo aproximadamente de una longitud de un metro y de uno a dos años de edad que tengan uno o varios nudos con yemas o ramas. Las ramas generalmente se cortan hasta 30 cm de longitud. Estas secciones pueden ser sembradas horizontalmente o en ángulo con la superficie del suelo y deben tener al menos un nudo enterrado. McClure (1955) observó que este sistema es utilizado con éxito en la propagación en algunas especies como *Banbusa vulgaris Schrad ex Wendl* (10).

Según Hidalgo (1,978), existen dos modalidades de este método, cuya diferencia básica estriba en que los entrenudos se perforan o no. El mismo autor reporta haber aprendido el método de perforado y llenado con agua a dos terceras partes, en Taiwán y lo puso en práctica en Colombia; él mismo afirma haber obtenido buenos resultados en la propagación de *Banbusa guadua* Humb. & Bonp y *Banbusa vulgaris* Schrad ex Wendl, sólo cuando se emplean secciones de culmo con yemas de dos a tres años de edad; pero no indica porcentajes de brotación o pegue (6).

Sharma y Rivera citados por Armira Atz en 1,989, indican en general altos porcentaje de brotación para ambos métodos; sin embargo McClure (1,955) indica que para regiones áridas, la modalidad con entrenudos perforados presenta mejores resultados (1).

Barrera citado por Armira Atz (1,989) obtuvo resultados poco satisfactorios en cuanto a sobre vivencia de 10 especies de bambú del tipo Paquirmofo, ocho meses después de la siembra. Barrera empleó secciones de tallo con dos nudos enterrados horizontalmente; las especies que tuvieron los mayores porcentajes de brotación en Chocolá fueron: *Bambusa ventricosa* con un 58%, *Gigantochloa verticillata* con un 50%, *Bambusa vulgari var. striata* con un 42%, *B. textilis*, *B. arundinacea* y *B. tulda* con 25% cada una. Los porcentajes de brotación obtenidos al emplear secciones de dos tallos con nudos, enterrados solo de la base e inclinada a 60 grados respecto a la superficie del suelo, fueron: *B. Vulgaris var. Striata* con un 100%, *B. Ventricosa* con un 92%, *B. Textilis* con un 67%, *B. Multiplex* con un 66%, *B. Arundinacea* con un 58%, *B. tulda* con un 33%, *B. Tuldoides* y *Gigantohloa Verticillata* con 25% cada una (1).

2.2.6 Crecimiento del bambú

Según Hidalgo (1,978) el período de crecimiento de un tallo desde el momento en que emerge del suelo hasta adquirir su altura total es de 80 a 110 días en especies del grupo Paquimorfo y de 30 a 80 en las del grupo Leptomorfo (6).

En las especies del grupo Leptomorfo o Monopodial, el crecimiento de los tallos se efectúa en dos períodos: El primer período corresponde al de mayor desarrollo del tallo y su crecimiento es equivalente al 93% de su altura total. Durante este período el crecimiento es vigoroso. El segundo período, es de crecimiento lento, en este período se completa la parte superior del tallo es decir la equivalente al 7% de la longitud total (6).

En las especies del tipo Paquimorfo o Simpodial que se desarrollan en la época seca, los dos períodos anotados anteriormente no pueden distinguirse claramente, debido a que el tallo crece lenta y continuamente (6).

EL crecimiento de los tallo del bambú es tan rápido, que no existe planta en la naturaleza que lo iguale. En condiciones normales y en la época de mayor desarrollo, el crecimiento promedio en 24 horas es de 8 a 10 cm y en algunos casos de 38 a 40 cm; como sucede con *Dendrocalamus giganteus* Munro. Por lo general la tasa de crecimiento es continua durante 30 días aproximadamente; después puede ser variable (6).

2.2.7 Ecología y distribución del bambú

2.2.7.1 Precipitación pluvial

El mínimo necesario es de 762 mm al año, el máximo no se conoce. Hay bambúes que se encuentran en zonas donde la precipitación es mayor de 6,350 mm al año. La variación más común: 1,270 a 4,050 mm al año (10).

2.2.7.2 Temperatura

La mayoría se desarrolla entre los 9 y 36 °C; pero se reporta algunas especies que soportan temperaturas bajas (*Phyllostachys edulis*, hasta -15 °C), y sequías con temperaturas altas (*Dendrocalamus strictus*) (6, 10).

2.2.7.3 Humedad relativa

Los bambúes en su mayoría se encuentran en zonas de humedad relativa alta, 80% o más (6, 10).

2.2.7.4 Altitud

En Latinoamérica se reportan bambúes en las playas del caribe y cordillera andina (4,500 msnm). En Asia se han encontrado en el Himalaya a 3,500 msnm y Playas de Acenia (8). La altitud para la mejor programación de algunas especies que se encuentran en Guatemala se especifica en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Rango de elevación para el desarrollo de algunas especies de bambú presentes en Guatemala

Especies	Elevación (msnm)
<i>Bambusa textilis</i> McClure	600-1000
<i>Bambusa angustifolia</i> Kunt	500-1000
<i>Dendrocalamus giganteus</i> Munro	200-600
<i>Gigantachloa apus</i> Kurz ex Munro	600-1000
<i>Gigantochloa verticillata</i> (Willd.) Munro	600-1000
<i>Phyllostachys aurea</i> A. & C. Riviére	1000-1600
<i>Phyllostachys nuda</i> McClure	1000-1600

Fuente: CHEN, CHUN, HSIUM, 1984, citado por Juárez Barrera (7)

2.2.7.5 Pendiente

La inclinación del terreno apropiada para el cultivo y crecimiento del bambú es de 15 %, lo que solicita el cuidado y manejo del mismo (6).

2.2.7.6 Suelos

No se conoce bambúes que se desarrollen en suelos salinos. Las condiciones que se consideran adecuadas para el bambú son las siguientes: texturas francas, franco-arcillosas, franco-limosas, arcillo-limosas; suelos fértiles, bien drenados con alto contenido de Nitrógeno que es uno de los elementos de mayor consumo del bambú, con alto contenido de materia orgánica, p^H entre 5 y 6.5, pobres en Fósforo, medianos en Potasio, altos en contenido de Aluminio, Hierro, Manganeso, bajos en contenido de Calcio y Magnesio, amarillo, amarillo castaño, amarillo rojizo-claro. Es difícil encontrar bambúes en suelos negros mezclados con grava, de estructura granular o blocosa (10).

2.2.8 Distribución geográfica del bambú

El bambú está distribuido naturalmente en el hemisferio Occidental desde el Sur de Estados Unidos, hasta Argentina y Chile, encontrándose aproximadamente 200 especies nativas con una distribución irregular. Todos los continentes a excepción de Europa y región Euroasiática poseen especies nativas de bambú. Se considera que existen en el mundo 47 géneros con 1,250 especies (5).

F.A. McClure (1,955) determinó la existencia de 11 géneros de bambú con 50 especies en Guatemala (10).

2.2.9 Marco referencial

La Figura 11, presenta el comportamiento de la precipitación pluvial y la evapotranspiración en el área de estudio, durante el período en el que se realizó la evaluación. Se puede observar que la evapotranspiración (Línea azul) fue mayor que la precipitación pluvial (Línea roja), lo cual provocó un déficit hídrico durante todo el período de evaluación.

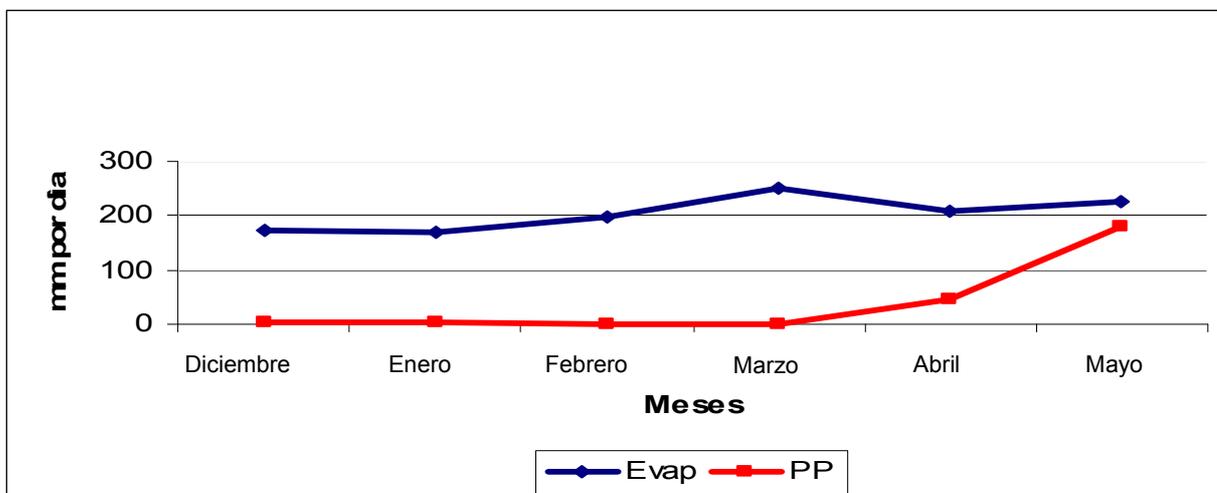


Figura 11. Precipitación y evapotranspiración media mensual durante el período de evaluación (diciembre de 2,005 a mayo de 2,006), en La Fragua Zacapa.

2.2.9.1 Descripción de cultivares a utilizar

A. Cultivar 1: Pertenece a la especie *Guadua angustifolia* Kunt, es un bambú de rizoma Paquimorfo, nativo del Sureste Suramericano, particularmente de Colombia y Ecuador. Se encuentra en grupos de tallos espaciados y arqueados. Los tallos son verde oscuro o verde arbeja con una banda blanquecina de 1.0 a 1.5 cm de ancho en los nudos (7).

Las mediciones más importantes realizadas por Juárez Barrera (1,986) en esta especie dieron como resultado los promedios siguientes:

A. Longitud del tallo a partir del suelo	19.80 m.
B. Diámetro del 5to. entrenudo a partir del suelo	13.50 cm.
C. Longitud del 5to. entrenudo a partir del suelo	19.30 cm.
D. Grosor de la pared del 5to. entrenudo a partir del suelo	3.0 cm.

Los entrenudos son cortos, deprimidos en la axila de la rama, lisos lustrosos y finos. La hoja caulina grande ampliamente-triangular, café oscuro, por la fuerte cantidad de setas orales en su exterior café claro y liso en el interior, la lígula triangular y parece conformar una sola pieza con la hoja en si. Las ramas basalmente solitarias y con hojas reducidas a espinas, en la parte media del tallo una rama principal y dos secundarias, formando ángulos de 45 grados respecto al tallo y en filotaxia alterna-opuesta. Las hojas pequeñas 8.2 por 3.7 cm de largo y ancho respectivamente,

verdes, oblongo-lanceoladas, lisas en el haz, ligera pubescencias en el envés, la venación es deprimida en el haz (7).

En el análisis de correlación, Juárez Barrera (1,986), determino un coeficiente negativo alto, entre la longitud del quinto entrenudo y la longitud del tallo. Este coeficiente es importante pues indica que a menos longitud del 5to entrenudo, se obtendrá un tallo más alto en esta especie (7).

Según una entrevista realizada al coordinador del Centro Educativo del Bambú, en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA- de Cúyuta, *Guadua angustifolia* Kunt, es utilizado para la construcción de casas e invernaderos, debido a la rigidez y diámetro de sus tallos o culmos y por sus entrenudos cortos que brindan mayor estabilidad en la construcción.

- B. Cultivar 2:** Pertenece a la especie *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer; es un bambú de rizoma Paquimorfo, nativo de Asia, África y Oceanía. Presenta culmos o tallos verdes, entrenudos largos de 35 a 60 cm, paredes gruesas y diámetro de 15 a 25 cm, alcanzan alturas mayores a los 20 m (6).

La Misión Técnica de Taiwán en cooperación con el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola -ICTA-, cuentan con plantaciones y viveros de *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer. Ellos reportan el uso de este cultivar para construcción de viviendas, puentes, andamios y otros, debido la rigidez de sus tallos o culmos. Según el representante de la Misión Técnica de Taiwán en el Centro educativo del bambú, del ICTA de Cúyuta, este cultivar se desarrolla muy bien a elevaciones mayores a los 200 msnm, él mismo indicó, que el principal uso de este cultivar en el Centro Educativo del Bambú, del ICTA de Cúyuta, es para la construcción de casas e invernaderos.

- C. Cultivar 3:** Este cultivar pertenece a la especie *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro; es un bambú de rizoma Paquimorfo, nativo de Java. Se encuentra en macollas de tallos con crecimiento muy compacto, arqueados apicalmente, verde oscuro. Las mediciones más importantes efectuadas por Juárez Barrera (1,986) en esta especie reportaron los siguientes promedios (7).

A. Longitud del tallo a partir del suelo	17.42 m.
B. Diámetro del 5to. entrenudo a partir del suelo	9.70 cm.
C. Longitud del 5to. entrenudo a partir del suelo	56.0 cm.
D. Grosor de la pared del 5to. entrenudo a partir del suelo	11.0 cm.

Los entrenudos largos, huecos, lisos, semi lustrosos y semi finos. La hoja caulinar ampliamente copular, café, fuerte cantidad de setas orales en el exterior, lisa en el interior, la lígula en forma triangular. Las ramas, una principal y de dos a seis secundarias, presentes en la parte superior de los tallos, en ángulo 45° y filotaxia alterna-opuesta. Las hojas verdes, lineal-lanceoladas de 36.4 por 6.2 cm de largo y ancho respectivamente, presenta ligera y fina pubescencia en el haz y envés, la venación deprimida en el haz (7).

Entre las correlaciones determinadas por Juárez Barrera (1,986), para *G. verticillata* (Willd.) Munro solamente las variables longitud del 5to. entrenudo y diámetro del quinto entrenudo, mostraron alto coeficiente de correlación. La circunferencia del quinto entrenudo y la longitud del tallo mostraron correlación cerca del 60% ($r= 0.56066$). El uso principal que se le esta dando a este cultivar en el Centro Educativo del Bambú, en el ICTA de Cuyuta, es artesanal y para la construcción de muebles, debido a la rectitud y largo de sus entrenudos.

D. Cultivar 4: Este cultivar pertenece a la especie *Bambusa dolichoclada* Stripe; es un bambú de rizoma Paquimorfo, originario de Asia, forma macollas muy compactas con densidad de hasta 250 culmos por macolla. Los entrenudos son largos, huecos, verde en la macolla y café después de cortado. Este cultivar presenta culmos con diámetros pequeños que van desde dos a tres cm. Las yemas son grandes y están dispuestas de forma alterna en los nudos. El uso principal que se le esta dando a este cultivar en la Costa Sur es principalmente para el tutorado de hortalizas como chile, tomate y pepino.

E. Cultivar 5: Este cultivar fue utilizado como testigo y pertenece a la especie *Banbusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Especie presente en la región; es un bambú de rizoma Paquimorfo, entrenudos cortos de 17 a 25 cm, diámetro de 10 a 12 cm, tallos o culmos

amarillos con líneas verdes, hojas lineares-lanceoladas de ápice agudo, verde pálido; los culmos han alcanzado alturas de 12 a 15 metros, sobre el suelo.

En la región se está utilizando este cultivar para la construcción de cercas, pasa manos y tutores para chile y tomate.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 General

Evaluar el comportamiento en la propagación asexual de cinco cultivares de bambú, durante la fase de propagación vegetativa, utilizando estacas de culmo, bajo las condiciones climáticas de La Fragua, Zacapa.

2.3.2 Específicos

1. Determinar el peso en base seca de las raíces formadas por las estacas de los diferentes cultivares de bambú evaluados.
2. Determinar cual o cuales de los cultivares evaluados presenta mayor longitud de brotes.
3. Determinar el número de brotes formado por nudo, en los cultivares evaluados.

2.4 HIPÓTESIS

Al menos uno de los cultivares a evaluar presentará mayor peso de raíces en base seca y mayor longitud y número de brotes, durante la fase de propagación vegetativa; bajo las condiciones de La Fragua, Zacapa

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Metodología estadística

2.5.1.1 Tratamientos

T1 = Cultivar 1: *Guadua angustifolia* Kunt.

T2 = Cultivar 2: *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer.

T3 = Cultivar 3: *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro.

T4 = Cultivar 4: *Bambusa dolichoclada* Stripe.

Testigo = Cultivar 5: *Banbusa vulgaris* Schrad ex Wendl.

2.5.1.2 Unidad experimental

La unidad experimental la conformaron 16 estacas distanciadas a 2 metros entre surco y 2 metros entre planta; con una área de 64 m².

2.5.1.3 Diseño experimental

Para la evaluación se utilizó el diseño experimental de Bloques al azar, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y un total de 20 unidades experimentales (Figura 26A).

2.5.1.4 Modelo estadístico

El diseño experimental de Bloques al azar, esta representado por el siguiente modelo:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor de la observación realizada en el i-ésimo bloque y el j-ésimo cultivar.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo cultivar de bambú.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ij} = Error experimental asociado a la i, j-ésima unidad experimental (14).

2.5.1.5 Variables a evaluar

A. Peso de raíces en base seca

A los 110 días después de la siembra, se extrajeron tres estacas al azar por cada unidad experimental, a las cuales se les cortaron las raíces formadas, se lavaron para eliminar la tierra, se secaron en un horno a una temperatura interna de 105 °C durante 24 horas y se expresó el peso promedio en gramos por planta (Figura 34A).

B. Longitud total de brotes

Para medir esta variable se seleccionaron y marcaron 3 brotes por unidad experimental, en los cuales se midió la longitud total (cm) manifestada a los 110 días después de la siembra (Figura 35A).

C. Número de brotes por nudo

En las mismas estacas utilizadas para el peso de raíces, se realizó el conteo del número de brotes por nudo y se expresó el número promedio de brotes por nudo por estaca.

D. Incremento en longitud de brotes

En los mismos brotes seleccionados y marcados, se midió cada 20 días (durante 110 días) la longitud en centímetros, desde la intersección con la estaca hasta la yema apical de cada brote.

E. Incremento en número de brotes por estaca

Se realizaron conteos cada 20 días del número de brotes por estacas a partir de su apareamiento sobre la superficie del suelo.

2.5.1.6 Análisis de la información

Para evaluar y comparar el comportamiento de los cultivares en las variables a) Peso de raíz, b) Longitud total de brotes y c) Número de brotes por nudo, se utilizó el análisis de varianza al 0.05 de significancia (Cochran y Cox 1,983), y posteriormente la prueba de medias de Tukey, para seleccionar el mejor cultivar. El análisis de las otras dos variables

d) Incremento en longitud de brotes y e) Incremento en número de brotes por estaca, se efectuó mediante gráficas de incrementos.

2.5.2 Manejo del experimento

2.5.2.1 Selección de cultivares

Los criterios utilizados para la selección de materiales, fueron los siguientes: a) Posibilidad de uso en la región (Tutores, artesanías, cercas, construcción y muebles) y b) Disponibilidad de material en Guatemala.

2.5.2.2 Preparación del terreno

Antes de preparar el terreno se realizó una limpia y destronconado, para facilitar la mecanización del suelo. La mecanización del suelo consistió en un paso de arado, dos de rastra y posteriormente la elaboración de los surcos para la siembra.

2.5.2.3 Propagación y siembra

La propagación se hizo asexualmente, con estacas o secciones de tallo de dos nudos y 3 entrenudos, a los cuales se les abrió un agujero en el entrenudo central y se llenaron con agua hasta dos terceras partes (Hidalgo 1,978); los materiales se trajeron de cultivares establecidos en la costa Sur, a excepción del testigo (Figuras 30A y 31A) (6).

La siembra se hizo en surcos, con un distanciamiento de dos metros entre surco y dos metros entre estaca. Las estacas se colocaron paralelas al surco, enterradas y cubiertas totalmente.

2.5.2.4 Limpias

Se realizaron dos limpiezas manuales; la primera a los 45 días después de la siembra y la segunda a los 90 días después de la siembra.

2.5.2.5 Riegos

El riego se hizo por gravedad con agua de un reservorio instalado en el ITECNOR. Los riegos se realizaron cada tres días durante toda la evaluación.

2.5.2.6 Control fitosanitario

Se realizaron monitoreos semanales para establecer la presencia de plagas o enfermedades, sin embargo no se detectaron durante el ciclo de la evaluación.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se reportan para los cultivares: *Guadua angustifolia* Kunt, *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl; debido a que estos brotaron en todas las repeticiones del ensayo, mientras que los cultivares *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro y *Bambusa dolichoclada* Stripe, no brotaron en ninguna de las repeticiones del experimento, por lo tanto no se reportan en el presente análisis. Las causas de la no brotación se le atribuye al estado de madurez de los materiales; McClure (1,955) reporta que los culmos para la propagación deben tener entre uno y tres años de edad para reproducirse exitosamente, él mismo indica las características que se deben tomar en cuenta para determinar la edad aproximada de los culmos; según esas características, los culmos propagados de *Bambusa dolichoclada* Stripe, tenían más de tres años de edad ya que las yemas estaban lignificadas y la línea blanca presente en el nudo había desaparecido, en el caso de *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro, los culmos propagados tenían menos de un año de edad, debido a la ausencia de yemas visibles y la presencia de la vaina caulinar que protege al nudo, características que según McClure, corresponden a culmos menores a un año de edad. Los resultados obtenidos en cuanto a las variables, peso de raíz en base seca, longitud total de brotes y número de brotes por nudo, en los tres cultivares evaluados; se presentan en el Cuadro 3. Según los resultados presentados en el Cuadro 14, *Guadua angustifolia* Kunt reportó en promedio, el mayor valor en peso de raíz (5.17 gr por planta) y longitud total de brotes (90.43 cm), aunque reportó en promedio, el menor número de brotes por nudo (2 brotes por nudo).

Cuadro 14. Respuesta de tres cultivares de bambú a la propagación asexual por estacas. La Fragua Zacapa, 2,006.

Cultivar de la especie	Peso de raíz (gr por planta)			Long. Total de brotes (cm)			Número de brotes por nudo		
	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
<i>Guadua angustifolia</i> Kunt	3.9	5.17	6.3	51	90.43	119.5	1	2	3
<i>Dendrocalamus asper</i> (Schultes F.) Backer	3.3	4.8	5.9	36.28	49.85	75.25	1	2	2
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl	2.2	3.02	4.8	35.8	51.03	62.25	3	3	4

Según McClure (1,955), el bambú necesita para su óptimo desarrollo más 762 mm de precipitación anual, humedad relativa arriba del 80 % y suelos bien drenados, entre otras condiciones. Sin embargo según la Figura 1, la precipitación máxima durante el período de evaluación en La Fragua, Zacapa, fue de 183 mm al final de la misma, manteniéndose el déficit hídrico durante todo el período de evaluación. Juárez Barrera en 1,986, reporta crecimientos de bambú diarios de 9 a 14 cm, para condiciones de la costa Sur, durante la época lluviosa. Por estas razones se puede decir que las condiciones climáticas imperantes durante el período de evaluación y La fuerte compactación de los suelos del ITECNOR, pudieron haber limitado el crecimiento de los cultivares evaluados durante la fase de propagación vegetativa, en La Fragua, Zacapa.

2.6.1 Peso de la raíz en base seca (gramos por planta)

Según el análisis de varianza, existe diferencias significativas entre los cultivares evaluados, para esta variable. El peso de las raíces en base seca, obtenido a los 110 días después de la siembra para cada cultivar, se observa en la Figura 12. *Guadua angustifolia* Kunt reportó en promedio, un peso de raíz en base seca de 5.17 gr, *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer un 4.8 gr y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl un 3.02 gr (Cuadro 22A).

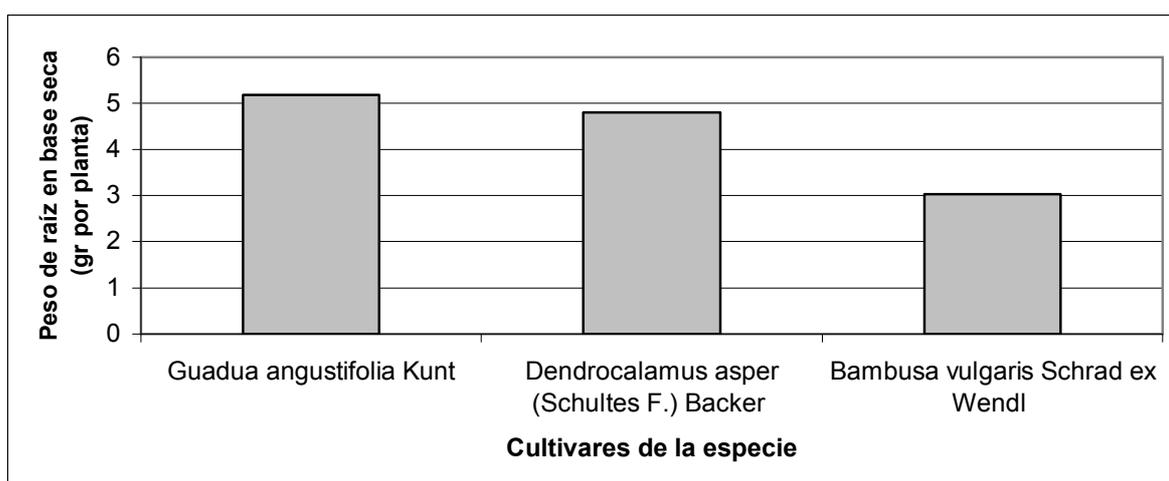


Figura 12. Peso de raíz en base seca, de los cultivares de bambú propagados asexualmente por estacas, en La Fragua, Zacapa, 2,006.

Como en el ANDEVA, existió diferencia significativa entre los cultivares evaluados, se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de Tukey, en la que *Guadua angustifolia* Kunt y *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer, con un peso promedio de raíces en base seca de 5.17 gr y 4.80 gr respectivamente; formaron un mismo grupo presentando la mejor respuesta en cuanto a desarrollo radicular, bajo las condiciones en las cuales se realizó el experimento. Por otro lado el testigo *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl, presentó un peso promedio de raíz en base seca de 3.02 gr; por lo cual según ésta prueba, es el cultivar con el menor peso de raíz en base seca (Cuadro 15).

Cuadro 15. Resultados de la prueba de Tukey para la variable, peso de raíz en base seca. La Fragua, Zacapa, 2,006.

Cultivar de la especie	Peso de raíz	Tukey (0.05)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunt	5.17 gr	A
<i>Dendrocalamus asper</i> (Schultes F.) Backer	4.80 gr	A
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl	3.02 gr	B

2.6.2 Longitud total de los brotes en centímetros

Los valores de longitud total promedio de los brotes de las estacas, alcanzados por los cultivares hasta los 110 días después de la siembra, se aprecia en el Cuadro 3. Se puede observar que *Guadua angustifolia* Kunt reportó mayor longitud de brotes (90.43 cm por brote), muy por encima de los otros cultivares aunque produjo menor cantidad brotes por nudo que *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. El análisis de varianza, para esta variable, demostró que existen diferencias significativas entre los cultivares evaluados (Cuadro 23A).

El comportamiento mostrado por los cultivares para esta variable, se aprecia en la Figura 13, la cual refleja las diferencias manifestadas en la longitud total alcanzada por los brotes; comparados con *Guadua angustifolia* Kunt; *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl, presentaron una longitud total de brotes menor; del orden de 49.85 cm y 51.03 cm respectivamente.

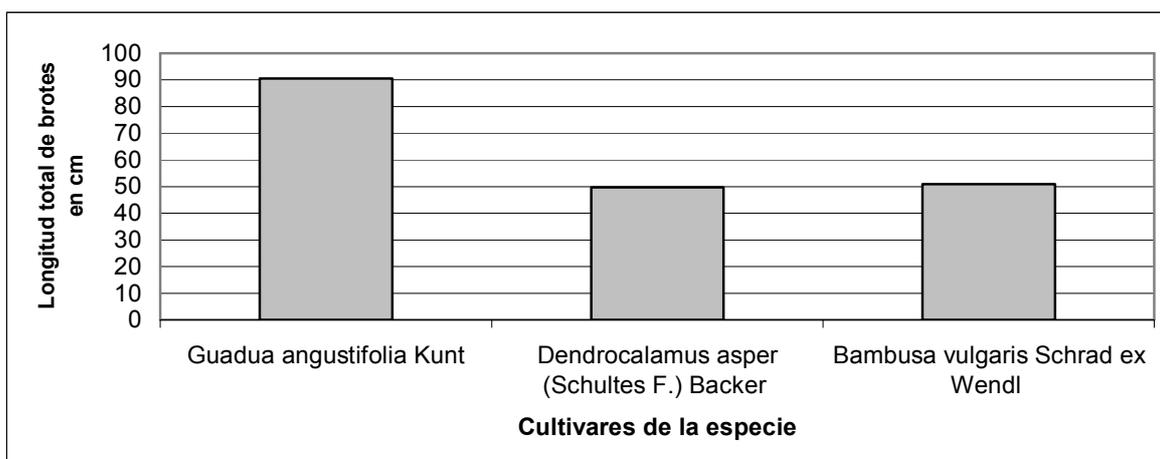


Figura 13. Longitud total de los brotes, alcanzada por los cultivares propagados asexualmente por estacas, en La Fragua Zacapa durante el año 2,006.

Según la prueba de Tukey; *Guadua angustifolia* Kunt, resultó ser el mejor cultivar en lo referente a longitud de brotes, con una longitud total promedio de 90.43 cm por brote, formando el grupo A; mientras que *Dendrocalamus asper* Backer con 49.8 cm por brote y *Bambusa vulgaris* con 51.03 cm por brote, formaron un grupo diferente (B) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Resultados de la prueba de Tukey para la variable longitud total de brotes. La Fragua, Zacapa, 2,006.

Cultivar de la especie	Longitud total de brotes	Tukey (0.05)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunt	90.43 cm	A
<i>Dendrocalamus asper</i> (Schultes F.) Backer	49.85 cm	B
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl	51.03 cm	B

2.6.3 Número de brotes por nudo

Esta variable por ser de naturaleza cuantitativa discreta se sometió a una prueba de bondad de ajuste para verificar el supuesto de normalidad de los errores y justificar el ANDEVA paramétrico. Para la cual se realizó la prueba de Shapiro-Wilks; la que reportó un valor de $P (Pr < W) = 0.1343$, al ser mayor que el nivel de significancia 0.05, condujo a aceptar la hipótesis nula que indica que los errores siguen una distribución normal. Por lo tanto es factible determinar la diferencia estadística entre los tratamientos mediante un ANDEVA paramétrico. El análisis de varianza realizado para esta variable, reportó diferencia estadística significativa entre los cultivares evaluados, esto demostró que en cuanto a esta variable los cultivares se comportaron de forma diferente. (Cuadro 24A)

El comportamiento en la producción de brotes por nudo, se aprecia en la Figura 14; en la cual se puede observar que el testigo *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl formó la mayor cantidad de brotes por nudo, con un promedio de 3 brotes por cada nudo, contados a los 110 días después de la siembra. *Guadua angustifolia* Kunt y *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer, presentaron un promedio de 2 brotes por cada nudo, formando un grupo diferente (B), por debajo de la producción del testigo que formó el grupo A. *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl presentó la mayor producción de brotes por nudo, a pesar de ello, este cultivar mostró menor longitud total de brotes (51.03 cm por brote), con respecto a *Guadua angustifolia* Kunt.

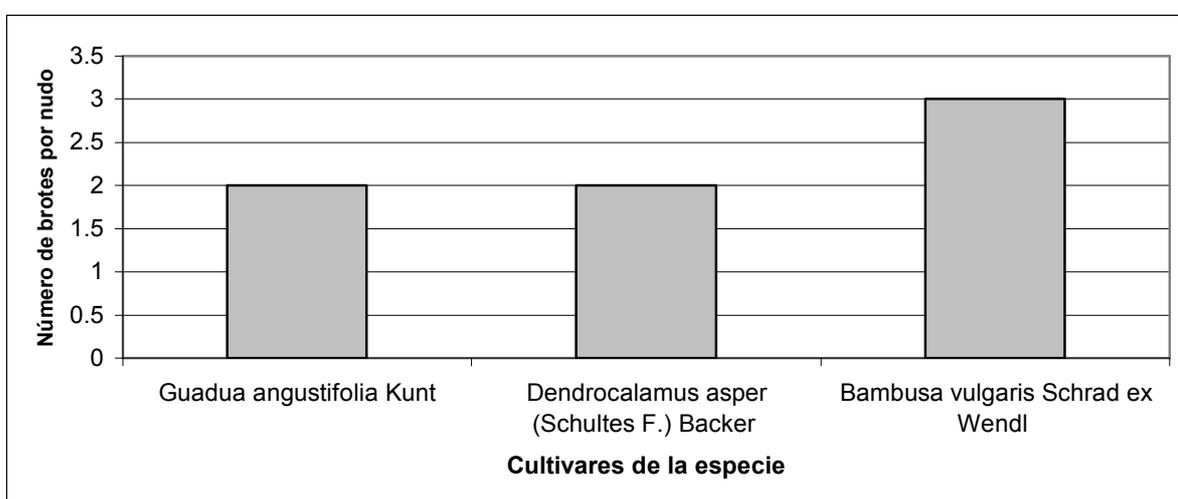


Figura 14. Producción de brotes por nudo de los cultivares evaluados en La Fragua Zacapa, durante el año 2,006.

A pesar que el análisis de varianza reportó diferencia significativa entre los tres cultivares evaluados; la prueba de Tukey demostró que estadísticamente los tres cultivares presentaron la misma respuesta en la formación de brotes por nudo. El hecho que esta prueba no haya reportado grupos diferentes, se debe posiblemente al número de grados de libertad del error con que se realizó el análisis; ya que según Sitúm M. (2,004) la sensibilidad de la prueba múltiple de medias de Tukey, es directamente proporcional al número de grados de libertad del error con que se efectuó la prueba (Cuadro 17) (16).

Cuadro 17. Resultados de la prueba de Tukey para la variable número de brotes por nudo. La Fragua, Zacapa, 2,006.

Cultivar de la especie	Número de brotes por nudo	Tukey (0.05)
<i>Guadua angustifolia</i> Kunt	2	A
<i>Dendrocalamus asper</i> (Schultes F.) Backer	2	A
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad ex Wendl	3	A

2.6.4 Incremento en la longitud de los brotes

El incremento en la longitud de los brotes se midió durante 110 días con intervalos de 20 días entre cada lectura. El comportamiento se presenta en la Figura 15, en la cual se pueden observar los tres cultivares evaluados. Las curvas muestran que *Guadua angustifolia* Kunt presentó el mayor incremento luego del día 38 después de la siembra hasta alcanzar una longitud total de 90.43 cm. En la misma gráfica, *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl manifestaron incrementos con tendencias similares y en menor grado que el primer cultivar mencionado, alcanzando longitudes totales de 49.85 y 51.03 cm respectivamente. Los datos reportados para esta variable, en cada una de las lecturas se aprecian el Cuadro 25A.

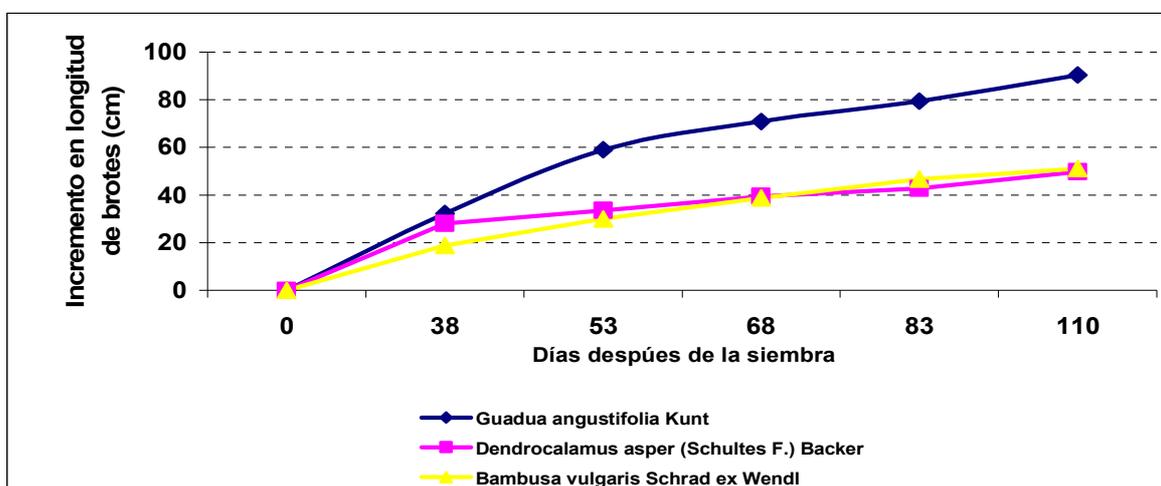


Figura 15. Incremento en longitud de los brotes mostrada por los cultivares propagados asexualmente por estacas, en la Fragua, Zacapa, durante el año 2,006.

2.6.5 Incremento en el número de brotes por estaca

Al igual que el incremento en longitud de brotes, esta variable se midió durante 110 días, con intervalos de 20 días entre cada lectura. En la Figura 16, se presenta el comportamiento de los cultivares en la producción de brotes por estaca; ésta muestra un comportamiento similar en los tres cultivares, sin embargo se puede observar que el testigo *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl, inició la producción de brotes antes que el resto de cultivares, aproximadamente al día 10 después de la siembra, mientras que *Guadua angustifolia* Kunt y *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer iniciaron aproximadamente 28 días después de la siembra. Además en la misma gráfica se observa como los cultivares incrementaron la producción de brotes al inicio de la evaluación seguido por un período de estabilización marcado con mayor intensidad en *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl y *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer, mientras que *Guadua angustifolia* Kunt a pesar de haber iniciado más tarde la brotación manifestó un menor período de estabilización en la curva de producción de brotes, incrementado con mayor velocidad al final de la evaluación durante el inicio de la estación seca. En general los tres cultivares mostraron un comportamiento similar; *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl con 4 brotes por estaca, *Guadua angustifolia* Kunt con 3 brotes por estaca y *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer con 2 brotes por estaca (Cuadro 25A).

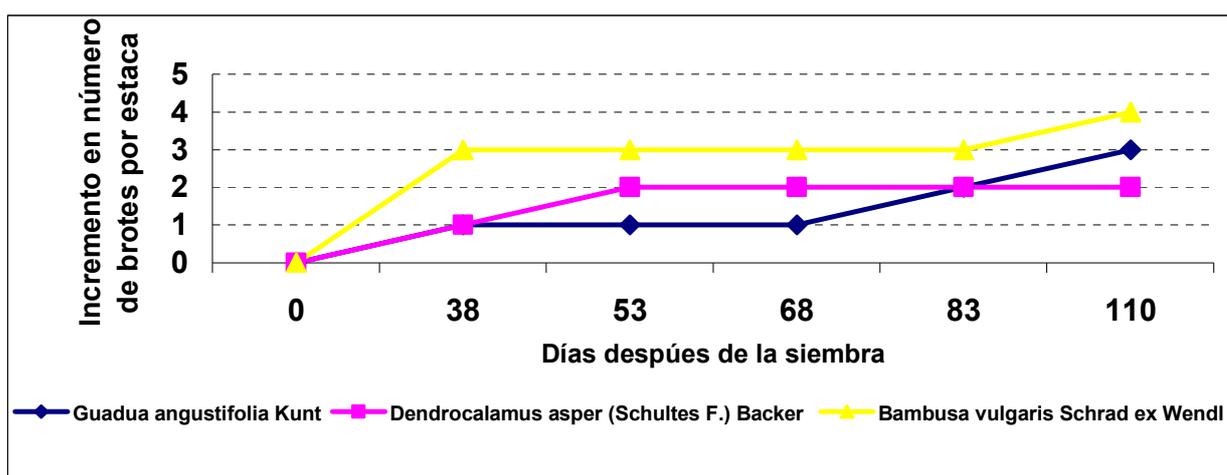


Figura 16. Incremento en número de brotes por estaca, en los cultivares propagados asexualmente por estacas, en La Fragua, Zacapa, durante el año 2,006.

En resumen, *Guadua angustifolia* Kunt, presentó el mejor comportamiento bajo las condiciones en las cuales se realizó la evaluación; habiendo desarrollado el mayor peso de raíces en base seca (5.17 gr), la mayor longitud e incremento en longitud de brotes (90.43 cm), y un similar comportamiento en la producción de brotes por estaca y por nudo.

El comportamiento expresado por la especie *Guadua angustifolia* Kunt, puede ser atribuido a dos factores; el primero, que el lugar de evaluación corresponde al rango de elevación, ya que de los 5 cultivares evaluados, *Guadua angustifolia* Kunt, requiere la menor elevación para su óptimo desarrollo (Cuadro 14) y por lo tanto la más cercana a la elevación media del valle de La Fragua, Zacapa, en donde se realizó la evaluación. Por otro lado, el material de propagación; el cual debido a las características propias de la especie, forzó a utilizar estacas con un diámetro mucho mayor a las del resto de cultivares (15 a 20 cm de diámetro), lo cual incrementó la cantidad de agua adicionada al momento de la siembra; hecho que favoreció la retención de humedad y así mismo pudo haber contribuido a mejorar el desarrollo radicular, la longitud total de brotes, el número de brotes por nudo, y el incremento en longitud y número de brotes por estaca.

2.7 CONCLUSIONES

1. De los cinco cultivares propagados asexualmente, únicamente *Guadua angustifolia* Kunt, *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl, emitieron brotes y presentaron resultados; a diferencia de *Bambusa dolichoclada* Stripe y *Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro, que no presentaron brotación alguna, en la zona de estudio.
2. *Guadua angustifolia* Kunt y *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer presentaron el mejor desarrollo radicular con un peso promedio en base seca de 5.17 gr y 4.80 gr, respectivamente, siendo estadísticamente diferentes a *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl que presentó el menor desarrollo radicular con un peso promedio en base seca de 3.02 gr.
3. El cultivar que mejor respondió para la variable longitud total de brotes (en centímetros) fue *Guadua angustifolia* Kunt con una longitud total de 90.43 cm, mientras que *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer y *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl presentaron una longitud menor de 49.85 cm y 51.03 cm respectivamente.
4. Según la prueba múltiple de medias de Tukey (0.05) los tres cultivares evaluados presentaron el mismo comportamiento en la producción de brotes por nudo, con promedios totales de 2 brotes por nudo en *Guadua angustifolia* Kunt y *Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer y 3 brotes por nudo en *Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl. Por lo que esta variable no fue capaz de identificar cual de los cultivares se comportó de mejor manera, en la zona de estudio.
5. Con base a las variables evaluadas, los ANDEVAS y las pruebas múltiples de medias efectuadas en este estudio; se infiere que el cultivar de bambú propagado asexualmente por medio de estacas de culmo, que presentó el mejor comportamiento durante la fase de propagación vegetativa, bajo las condiciones de la Fragua, Zacapa fue *Guadua angustifolia* Kunt.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Con base a los resultados obtenidos, no es posible identificar categóricamente el mejor cultivar que pueda ser utilizado en la zona de estudio, por lo que se recomienda establecer más ensayos en otras localidades de la región. Sin embargo los análisis estadísticos evidencian la superioridad de *Guadua angustifolia* Kunt, sobre el resto de cultivares.
2. En cualquier estudio de propagación asexual de bambú por medio de estacas de culmo, que se realice posterior a este; se recomienda utilizar estacas de la misma edad, con yemas jóvenes bien desarrolladas e igual número de nudos y entrenudos.
3. Se recomienda realizar ensayos en los cuales se evalúen épocas de siembra, y se incluyan cultivares de bambú del tipo Leptomorfo propagados asexualmente por medio de rizomas, con el fin de conocer su respuesta a las condiciones de La Fragua, Zacapa.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Armira Atz, P. 1,989. Evaluación de seis tipos de esqueje para la propagación de *Banbusa arundinaceae* Willd, *Banbusa vulgaris* var. *Striata* Schard ex Wendll y *Gigantochloa verticillata* (Willd) Munro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 122 p.
2. Cochran, W; Cox, G. 1,980. Diseños experimentales. México, Trillas. p. 132-145.
3. Dranfield, S. 1,980. Bamboo taxonomy in the Indo-Malesian. Canadá, The International Research Center and The International Union of Forestry Research Organization. p. 121-130.
4. García Luna, E. 2,000. Evaluacion de dos extractos vegetales para el control de mosca blanca *Bemissia tabacii* Genn., en el cultivo de tomate *Lycopersicum sculentum* en el valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL. 45 p.
5. Hidalgo López, O. 1,981. Floración del bambú; importancia de los ciclos de vida en el futuro industrial del bambú. In Simposio Latinoamericano del Bambú (1., 1981, CO). Conclusiones y Recomendaciones. Ed. por Oscar Hidalgo López. Bogota, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigación del Bambú. 26p.
6. Hidalgo, O. 1,978. Bambú; su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería y artesanías. Colombia, Estudios Técnicos Colombianos. 318 p.
7. Juárez Barrera, CA. 1,986. Estudio del crecimiento en doce especies de bambú, bajo condiciones naturales durante época lluviosa en cuatro localidades de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 122 p.
8. Little, T; Hills, F. 1,976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas. p. 145-192.
9. Lucas, C. 1,974. Mil y una maravillas del bambú. Selecciones (México) 68 (406):31-36.
10. McClure, F. 1,955. Flora of Guatemala; bamboos. Chicago, US, Natural History Museum. Fieldiana Botany., v. 24, pte. 2, 350 p.
11. Menéndez Cahueque, R. 1,983. Caracterización de 11 cultivares de bambú en la finca Chicolá, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 106 p.
12. Montiel Longhi, S. 1,986. Cultivo y usos del bambú en el neotrópico. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica. 38 p.

13. Simmons, C; Tárano, J; Pinto, J. 1,959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
14. Sitún, M. 2,004. Investigación agrícola: guía de estudio. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 135 p.
15. Vela Gálvez, L. 1,977. Los bambúes. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, IICA / CIDIA. Boletín Técnico no. 3, 32 p.

CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS

3.1 PRESENTACIÓN

Dentro del Programa de Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), realizado en el Instituto Tecnológico de Nor-Oriente (ITECNOR), durante el período comprendido del 01 de agosto del 2,005 al 31 de mayo del 2,006, se elaboró el diagnóstico de los recursos naturales renovables de la institución y un análisis del pensum de la carrera de Perito en Industria de la Madera impartida en el instituto.

Como resultado del diagnóstico, se obtuvo la jerarquización de los problemas presentes en la institución durante ese período. Tomando en cuenta que la actividad docente es prioritaria en la institución, el orden de los problemas detectados fue el siguiente:

1. Debilidad del pensum de la carrera de Industria de la Madera.
2. Baja calidad del agua.
3. Déficit hídrico y uso inadecuado del agua en la región.
4. Carestía de recursos forestales.
5. Uso inadecuado del suelo.

La debilidad del pensum de la carrera de Industria de la Madera, es evidente al observar el pobre contenido curricular, la insuficiencia de áreas prácticas, la elevada carga académica del personal docente y la falta de guías programáticas para los cursos técnicos.

Por otro lado la problemática relacionada al agua está generalizada en la región, por esa razón para formular soluciones viables se necesita de la acción conjunta de todos los usuarios del recurso.

En el valle de la Fragua y en el ITECNOR predomina la actividad agrícola, dejando sin espacio al recurso forestal, lo cual representa un problema social, ambiental y académico ya que la carestía de este recurso en la institución, limita el área práctica para los alumnos de la carrera de Industria de la Madera.

Una eminente actividad agrícola esta ligada en la mayoría de los casos a la sobre explotación del suelo y el uso inadecuado del mismo, situación presente en el ITECNOR ya que por su naturaleza académica tecnológica requiere de diversas áreas destinadas a la práctica, sacrificando así el adecuado uso del suelo.

Con base a la problemática presente en el ITECNOR, detectada a través del diagnóstico; se efectuaron los siguientes servicios : **a) Servicio docente** **b) Planificación del vivero**

forestal del ITECNOR (MAGA-EANOR) y c) Elaboración de las guías programáticas para los cursos de área técnica de la carrera "Industria de la Madera". Estos servicios se enfocaron en contribuir con el fortalecimiento de las actividades académicas y productivas con el fin de aportar soluciones prácticas y verificables dentro del período de duración del programa de EPSA.

La fase de planificación y ejecución de los proyectos de servicios, inició en noviembre, luego de haber finalizado el diagnóstico de la institución; a excepción del servicio docente el cual inició el 05 de agosto del 2,005.

3.2 SERVICIOS REALIZADOS

3.2.1 Servicio docente

3.2.1.1 Objetivos

1. Contribuir al fortalecimiento de las actividades académicas del Instituto Tecnológico de Nor-Oriente, La Fragua Zacapa.
2. Impartir clases magistrales y prácticas de campo y laboratorio, en el Instituto Tecnológico de Nor Oriente ITECNOR.
3. Asesorar y supervisar las Prácticas Agrícolas Supervisadas -PAS-, en la Escuela de Agricultura de Nor Oriente EANOR.

3.2.1.2 Metodología

1. Este servicio se inició el 05 de agosto del año 2,005, finalizando el 31 de mayo del año 2,006.
2. Se planificaron las clases mediante un Plan Operativo Anual (POA) al cual se le adjuntó el presupuesto proyectado para dos años.
3. Se impartieron clases magistrales según el horario local, auxiliado de una pizarra, marcadores y proyector multimedia. Durante el año 2,005 se impartieron los cursos de Biología, Química 1 y Física General, a los alumnos de cuarto y quinto grado del ITECNOR, en el curso propedéutico desarrollado en diciembre se impartió el curso de Matemática y el módulo de Viveros Forestales. En el 2,006 se impartieron los cursos de Hidráulica, Semillas y viveros, Inventarios forestales y Política forestal, a cuarto, quinto y sexto grado de las carreras de Industria de la Madera y Gestión de Recursos Hídricos, del ITECNOR.
4. Las prácticas de campo se desarrollaron por las mañana los días lunes, miércoles y viernes.
5. Al final de cada unidad (Bimestre), se realizó la evaluación correspondiente al curso mediante una prueba escrita. La nota final de la unidad se conformó integrando el valor del aspecto psicomotriz (30 pts), aspecto afectivo (10 pts) y aspecto cognoscitivo (60 pts), según la norma del Ministerio de Educación, particularizada por el ITECNOR.

6. En la EANOR durante el año 2005, se supervisó y asesoró a dos estudiantes cursantes de las Prácticas Agrícolas Supervisadas -PAS-; a los cuales se les guió en el proceso de elaboración del informe final de práctica.
7. Ese mismo cuatrimestre se participó en las ternas evaluadoras para el examen de graduación de los alumnos del último año de la carrera de Agronomía, en la EANOR.

3.2.1.3 Resultados

Durante agosto, septiembre y octubre del año 2,006, se impartieron 3 cursos de área común a cuarto (31 estudiantes) y quinto grado (20 estudiantes). A cuarto grado se le impartió Química I y Biología y a sexto grado Física general. El Cuadro 18 muestra el porcentaje de estudiantes reprobados por curso, por cada grado. En cuarto grado, el 25.81 % de los estudiantes reprobó Química I y el 32.26 % reprobó Biología. Mientras que en quinto grado, el 20 % de los estudiantes reprobó Física general.

Cuadro 18. Porcentaje de alumnos reprobados en los cursos impartidos durante agosto a octubre del 2,005, en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa.

Grado	Química I	Biología	Física general
Cuarto Perito	25.81 %	32.26 %	-----
Quinto Perito	-----	-----	20.00 %

En diciembre de ese mismo año (2,005), se impartió la cátedra de Matemática y el módulo de Viveros Forestales, en el curso propedéutico realizado para nivelar y seleccionar a los alumnos que forman parte del ITECNOR en el presente año (2006). El curso de Matemática se impartió a las secciones C y D, con un total de 76 alumnos, durante un período de 15 días, al final del cual, el 89.5 % reprobó el curso. El módulo de viveros forestales se desarrolló con los 156 estudiantes que se sometieron al curso propedéutico, en el cual se calificaron aspectos de aptitud, habilidad y destreza.

Además de las cátedras; en el 2,005 se asesoró y supervisó a dos estudiantes, que realizaron su Práctica Agrícola Supervisada -PAS-, en la empresa AGRIPROMO S.A, en donde elaboraron un informe de las actividades realizadas en los departamentos de Investigación, Riegos y Sanidad Vegetal, durante el último cuatrimestre del 2,005. Dentro de las mismas actividades del programa de PAS de la EANOR, se participó en seis de las ternas evaluadoras para el examen de graduación de Agronomía, en la cual se evaluó las

actividades realizadas por los estudiantes, en sus respectivos centros de práctica. Los seis estudiantes evaluados cumplieron con los requisitos correspondientes y aprobaron satisfactoriamente el examen de graduación.

Durante el año 2,006, se impartieron cuatro cursos, en las carreras de, Perito en Gestión de Recursos Hídricos y Perito en Industria de la Madera. El Cuadro 19 muestra el detalle de los cursos impartidos, y número de estudiantes por grado.

Cuadro 19. Cursos impartidos por grado y por carrera durante enero a mayo del 2,006, en el ITECNOR La Fragua, Zacapa.

Carrera	Grado	Curso	Cantidad de alumnos
Industria de la Madera	4 to.	Semillas y Viveros	6
	5 to.	Política Forestal	7
	6 to.	Inventarios Forestales	9
Gestión de Rec. Hídricos	5 to.	Hidráulica	10

La Figura 17 muestra el porcentaje de alumnos reprobados por curso; en la carrera de Perito en Industria de la Madera, de cuarto grado el 17% reprobó Semillas y Viveros, en quinto el 57 % reprobó Política Forestal, y en sexto el 67 % reprobó Inventarios Forestales; en la carrera de Perito en Gestión de Recursos Hídricos el 30 % de los alumnos de quinto grado reprobaron el curso de Hidráulica.

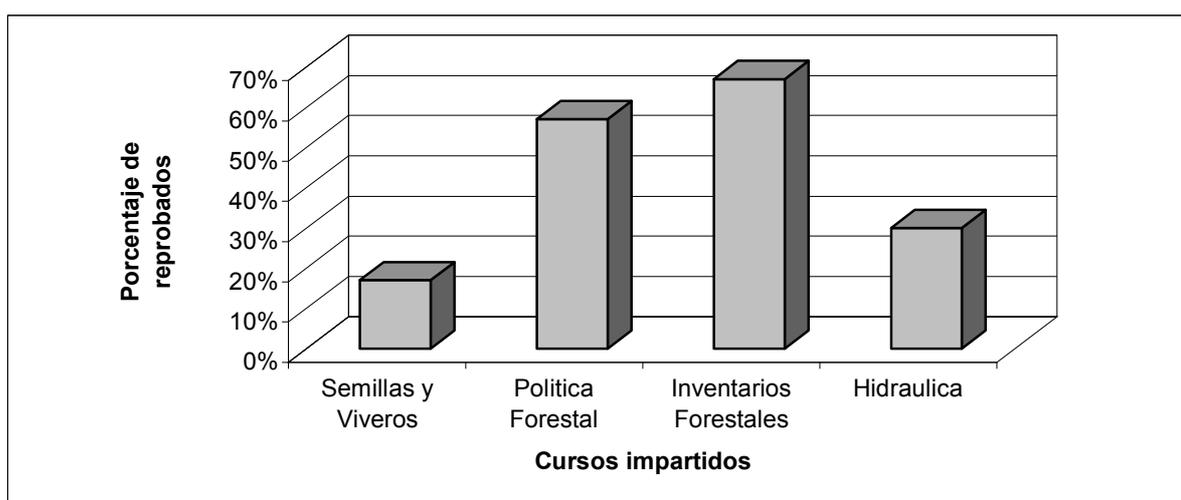


Figura 17. Porcentaje de alumnos reprobados en los cursos impartidos durante enero a mayo, en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa.

3.2.1.4 Evaluación

Se cumplió con las actividades programadas en el plan de trabajo. En los cursos impartidos durante el año 2,005, Química, Biología y Física, se terminó el contenido programado para el bimestre, se realizaron las evaluaciones finales y se entregaron los resultados a coordinación académica; se supervisó y asesoró a dos estudiantes, quienes cumplieron satisfactoriamente con todos los requisitos para la graduación. En los cursos impartidos durante el 2,006, se cumplió con los temas designados para las primeras dos unidades y se realizó la evaluación del primer bimestre, de la cual se entregaron los resultados a la coordinación académica del ITECNOR. El comprobante de este servicio firmado y sellado por la coordinación académica del ITECNOR, se presenta en el Anexo 3.

3.2.2 Planificación del vivero forestal del ITECNOR (MAGA-EANOR)

3.2.2.1 Objetivos

1. Contribuir al fortalecimiento de las actividades académicas y productivas del Instituto Tecnológico de Nor-Oriente.
2. Planificar y diseñar el vivero forestal del Instituto Tecnológico de Nororiente ITECNOR, como parte del convenio MAGA-EANOR, Zacapa
3. Establecer los principios de administración, supervisión y control de las actividades dentro del vivero forestal.
4. Determinar el área y seleccionar el sitio para producir dos millones de plantas de especies forestales.
5. Definir las actividades y el flujo de producción.
6. Diseñar el plano con la distribución del área.
7. Definir el cronograma de actividades.
8. Elaborar el presupuesto para el establecimiento del vivero.

3.2.2.2 Metodología

1. La planificación del vivero forestal del ITECNOR, se inició en noviembre del 2,005 y tuvo una duración de dos meses.

2. La primera fase consistió en definir el volumen de producción y las especies a producir, para ello se realizó una entrevista al presidente de la junta directiva de la Asociación para el Desarrollo Integral de Nor Oriente (ADIN).
3. Después de conocer el volumen de producción, se determinó el área necesaria para establecer el vivero.
4. Posteriormente se seleccionó el área para establecer el vivero, tomando en cuenta características como, accesibilidad, pendiente, disponibilidad de agua, área, drenaje, disponibilidad de mano de obra y seguridad. Al seleccionar el sitio, se determinó el área y se elaboró el croquis.
5. Teniendo ya todos estos detalles, se procedió a escribir el proyecto en el cual se analizaron aspectos administrativos, de supervisión y control de actividades, se diseñó el vivero, se programaron las actividades productivas, se elaboró el cronograma de actividades y el presupuesto del proyecto.
6. En las actividades de administración supervisión y control, se planificaron los detalles de los contratos de compra venta, se establecieron las funciones que deberá tener el responsable o administrador del proyecto y se mencionaron las características a tomar en cuenta para el abastecimiento de semillas, se evaluaron los recursos disponibles, y se diseñaron las estrategias para el manejo de personal.
7. En el diseño del vivero se incluyeron aspectos como el tamaño y especies a producir, ubicación, tipo de vivero, sistema de producción, forma, distribución del terreno en las secciones de llenado, germinación y crecimiento, y se planificaron las actividades para la preparación del sitio.
8. Las actividades productivas se planificaron y detallaron de tal forma que el mismo documento sirva como una guía para la producción.
9. El cronograma de actividades se elaboró mediante una matriz en la cual se incluyeron las actividades a realizar y el tiempo para su ejecución; este cronograma se elaboró para los años 2,006 y 2,007.
10. Por último se elaboró el presupuesto del proyecto para el cual se realizaron investigaciones sobre el coste de los insumos utilizados. Además de establecer el coste del proyecto se presentó un análisis financiero del mismo en el cual se proyectó el ingreso bruto, el ingreso neto, coste unitario y la rentabilidad en porcentaje.

3.2.2.3 Resultados

El resultado de este servicio es el documento elaborado con el nombre de: Planificación del Vivero Forestal del ITECNOR; el cual se presenta en el Anexo 2.

3.2.2.4 Evaluación

El documento con la planificación del vivero forestal del ITECNOR, se finalizó y entregó a coordinación académica del ITECNOR, dentro del período programado en el plan de servicios. . El comprobante de este servicio firmado y sellado por la coordinación académica del ITECNOR, se presenta en el Anexo 3.

3.2.3 Elaboración de las guías programáticas para los cursos de área técnica de la carrera “Industria de la Madera”

3.2.3.1 Objetivos

1. Contribuir al fortalecimiento de las actividades académicas del Instituto Tecnológico de Nor-Oriente, La Fragua Zacapa.
2. Elaborar las guías programáticas para los cursos técnicos de la carrera de Industria de la Madera, impartida en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa.
3. Desarrollar y aportar parte del contenido teórico para los cursos de área técnica, de la carrera de Industria de la Madera, impartida en el ITECNOR, La Fragua, Zacapa.

3.2.3.2 Metodología

1. Este servicio se desarrolló entre diciembre de 2,005 y enero de 2,006.
2. La primera etapa consistió en ubicar el pensum de la carrera de Industria de la Madera, de donde se extrajeron los nueve cursos de área técnica, Semillas y Viveros, Procesos Industriales I, Política Forestal, Reforestación, Procesos Industriales II, Inventarios Forestales, Maquinaria y equipo, Tratamientos de la Madera y Procesos Industriales III.
3. La segunda etapa consistió en desarrollar los objetivos de los cursos para lo cual se llevó a cabo tres reuniones en las cuales participó el coordinador académico, el coordinador de la carrera de Industria de La madera y los catedráticos que imparten cursos en esta carrera.

4. La tercera etapa consistió en desarrollar entrevistas personales a catedráticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA y del Instituto Tecnológico de Nor Oriente ITECNOR, con el fin de obtener fuentes bibliográficas confiables.
5. Posteriormente se recopiló toda la información sobre los cursos, consultando las fuentes proporcionadas en la tercera etapa.
6. Después de generar los objetivos y recopilado la información para cada curso, se procedió a desarrollar el contenido sintético, la metodología y las fuentes bibliográficas de cada guía programática; asesorado por catedráticos de la FAUSAC, y el ITECNOR.

3.2.3.3 Resultados

Como resultados de este servicio, se presentan en el Anexo 3, las guías programáticas para los nueve cursos de área técnica de la carrera Industria de la Madera, impartida en el ITECNOR.

3.2.3.4 Evaluación

Se elaboraron las guías programáticas para los cursos de área técnica y se entregó un disco compacto a coordinación académica con el material bibliográfico para cada curso; según lo establecido en el plan de trabajo. El comprobante de este servicio firmado y sellado por la coordinación académica del ITECNOR, se presenta en el Anexo 3.

4. ANEXOS

4.1 Anexo 1. Figuras y cuadros

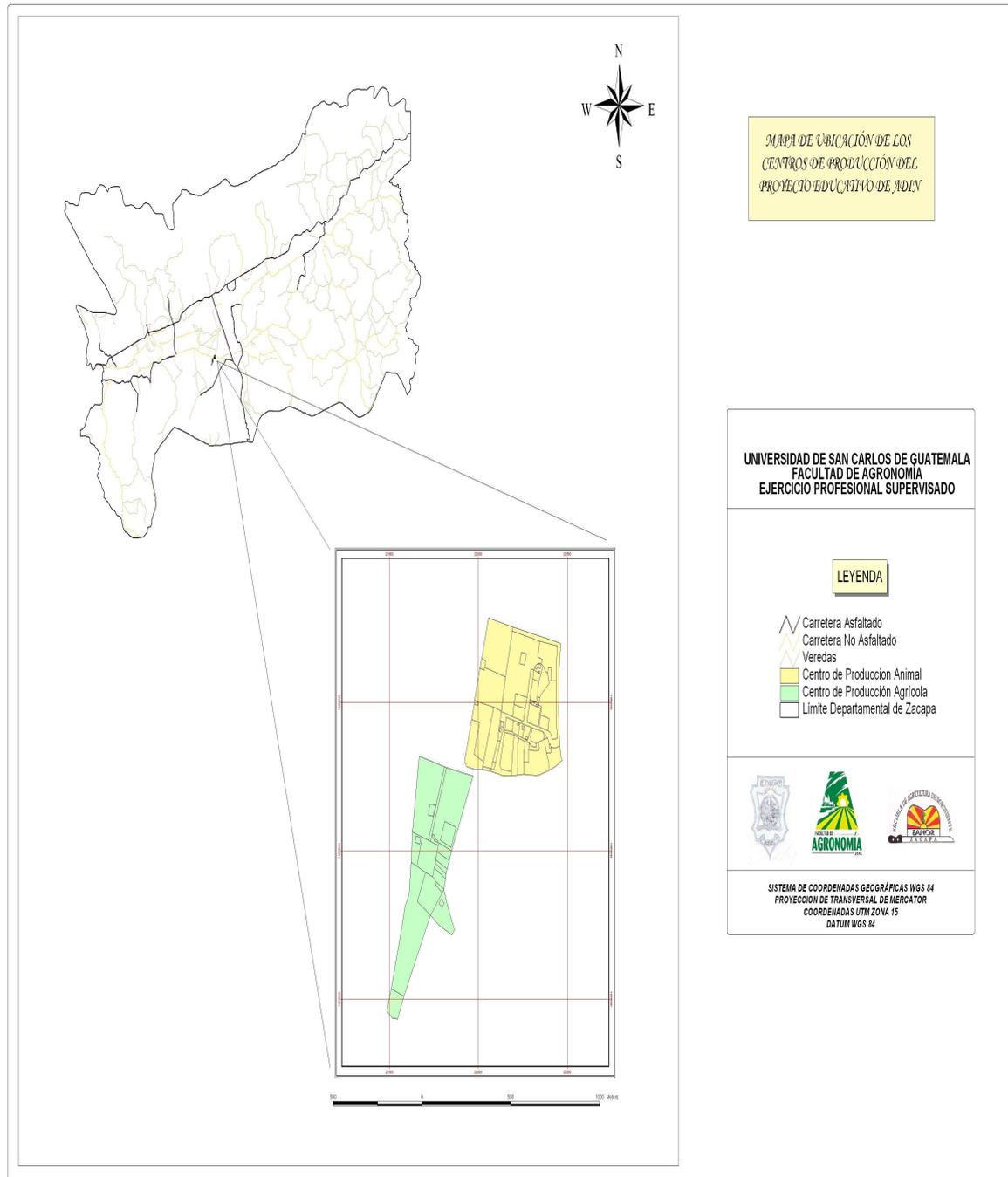
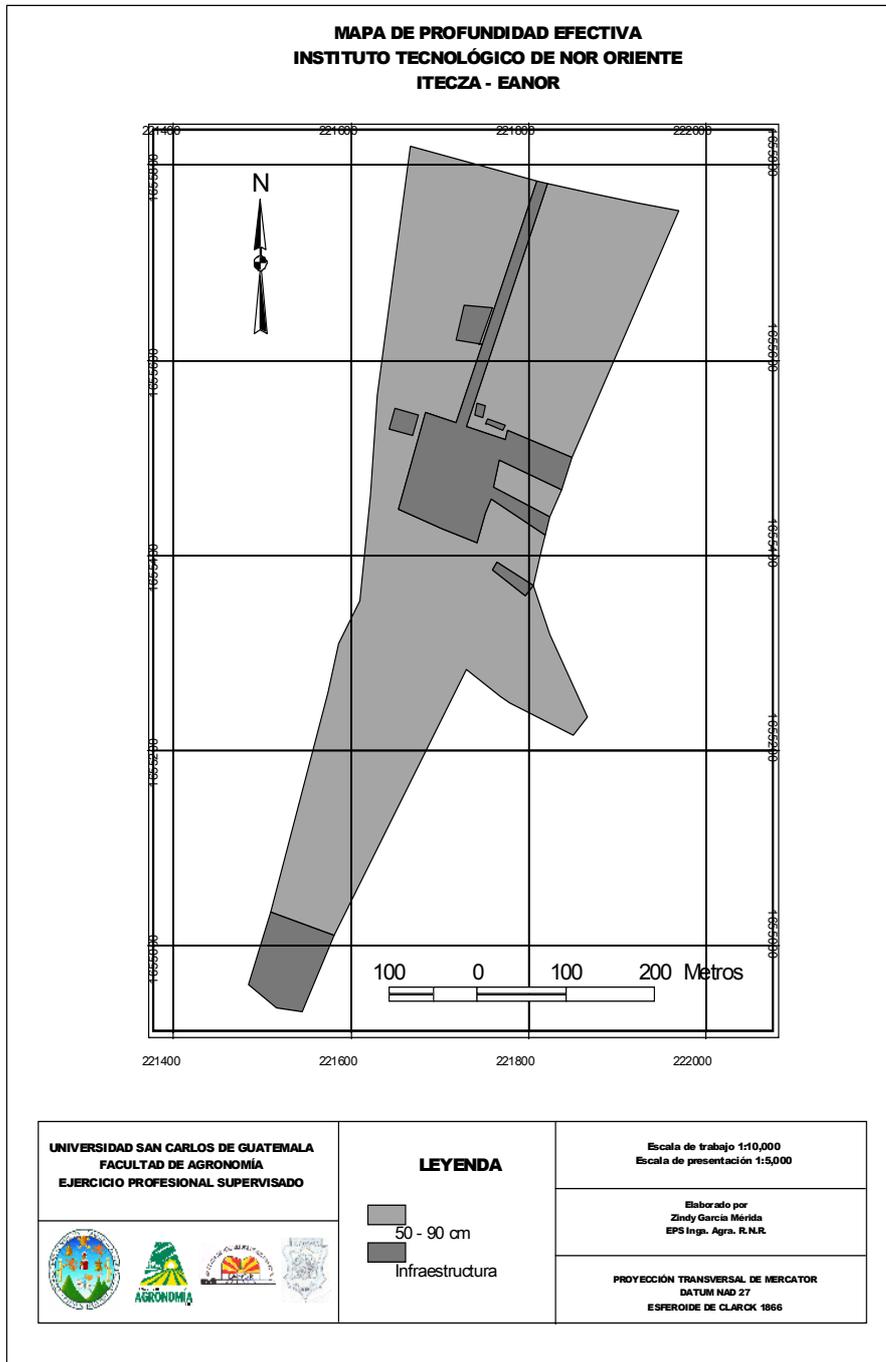
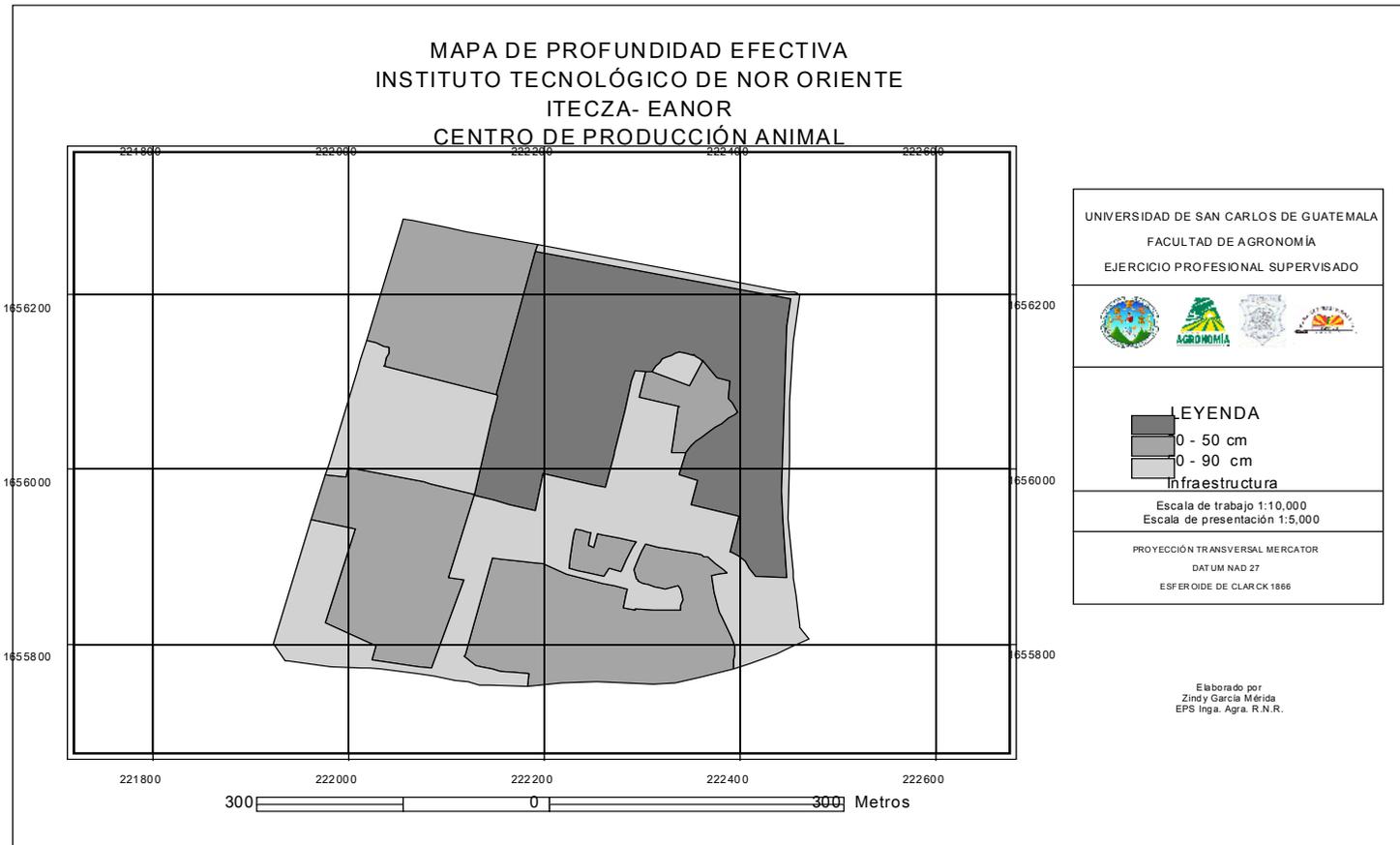


Figura 18A. Ubicación geográfica del ITECNOR, en el departamento de Zacapa.



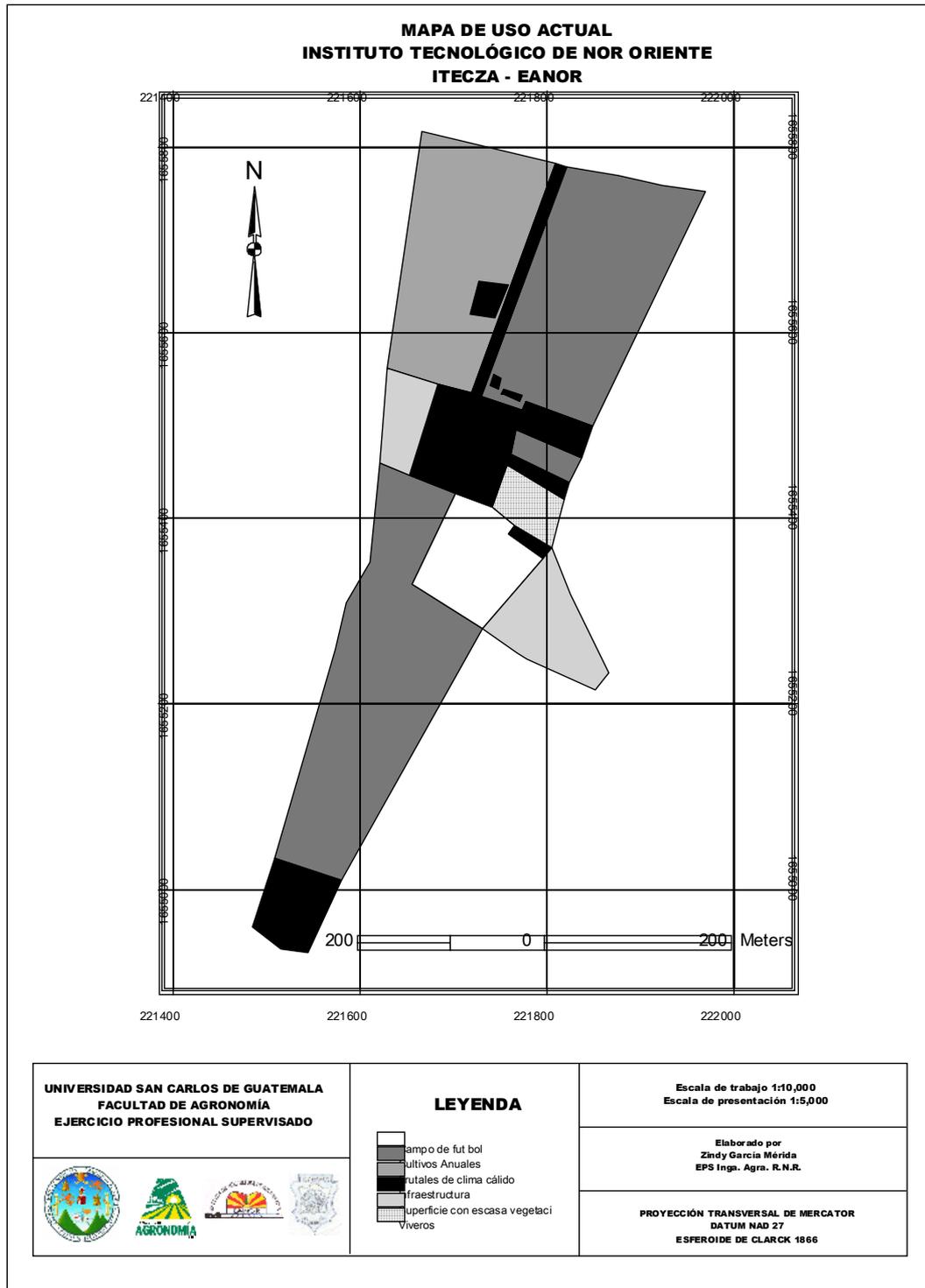
Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Figura 19A. Mapa de profundidad efectiva del ITECNOR (EANOR).



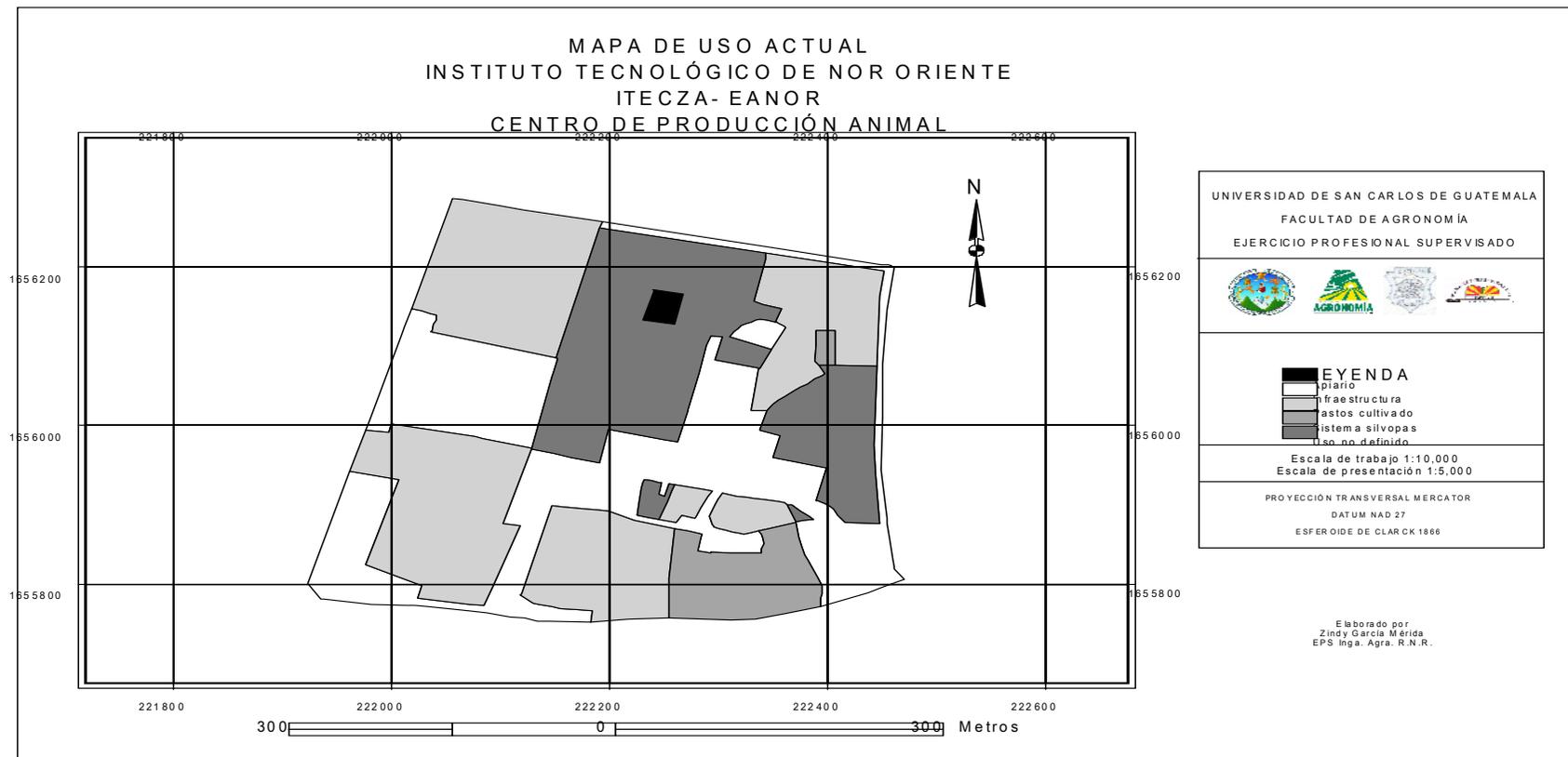
Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Figura 20A. Mapa de profundidad efectiva del ITECNOR (ITECZA).



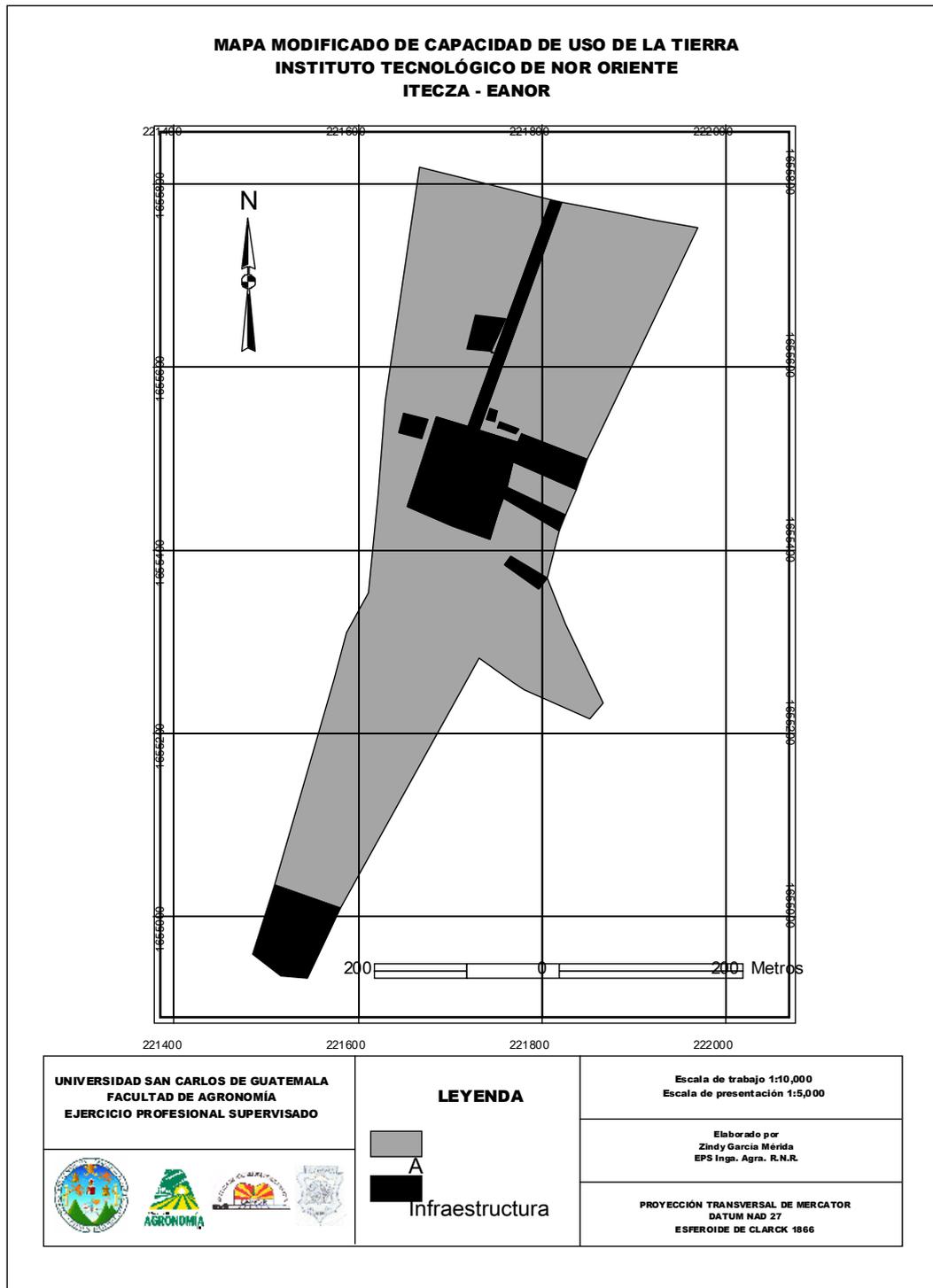
Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Figura 21A. Mapa de uso del ITECNOR (EANOR).



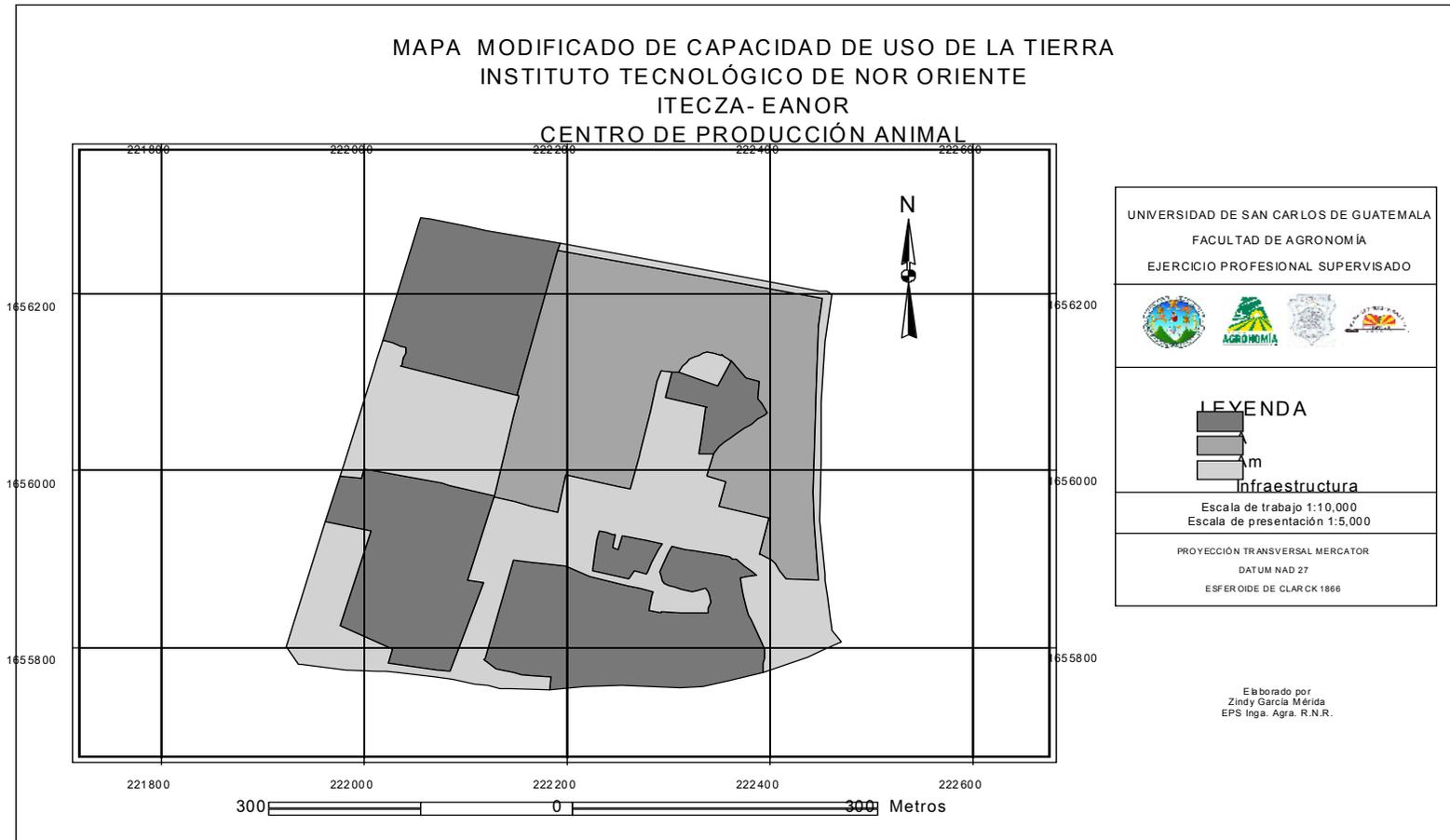
Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Figura 22A. Mapa de uso del ITECNOR (ITECZA).



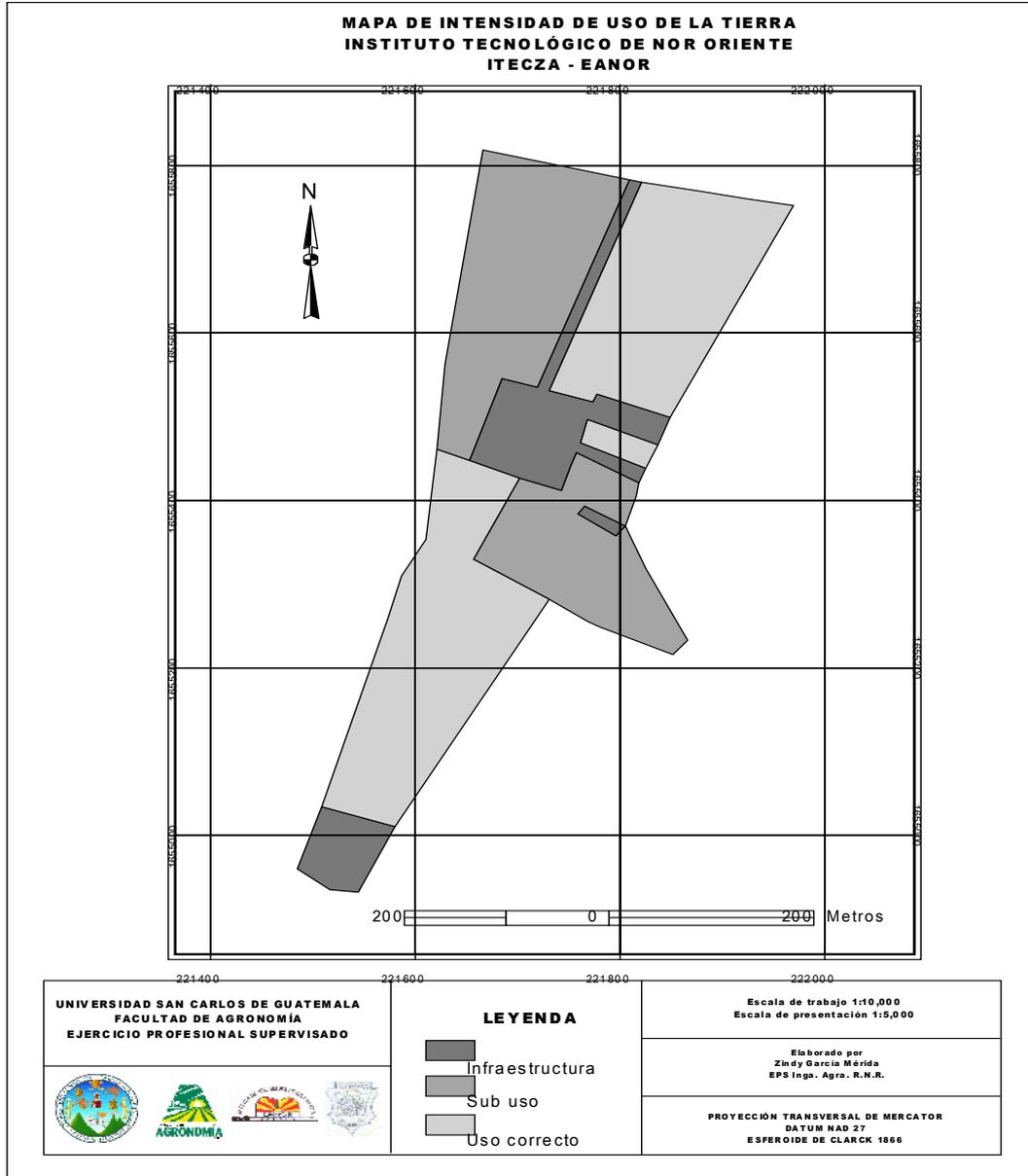
Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Figura 23A. Mapa de capacidad de uso del ITECNOR (EANOR).



Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Figura 24A. Mapa de capacidad de uso del ITECNOR (ITECZA).



Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Figura 25A. Mapa de intensidad de uso del ITECNOR (EANOR).

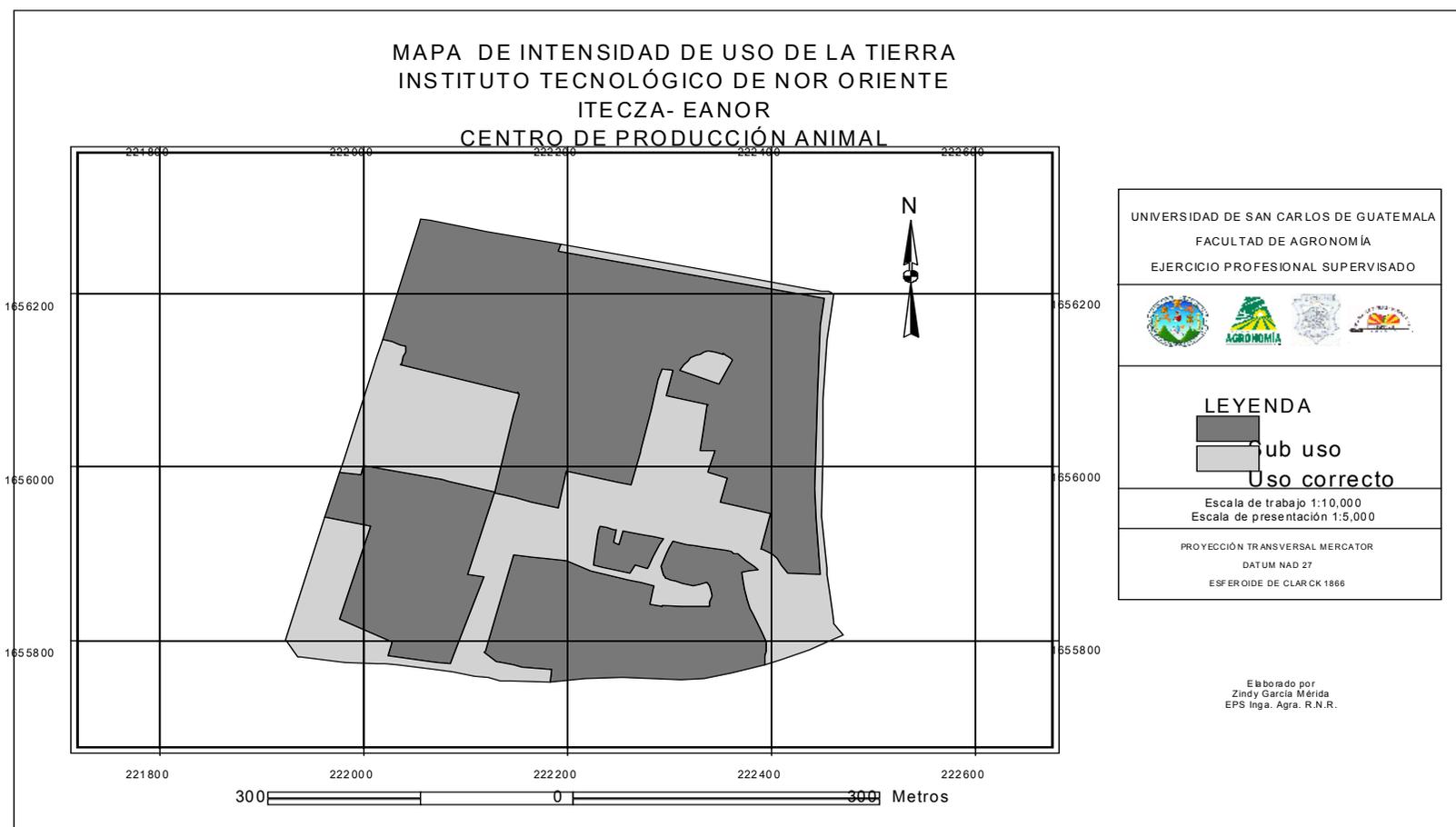


Figura 26A. Mapa de intensidad de uso del ITECNOR (ITECZA).

Fuente: García Mérida, Z. (2006)

Cuadro 20A. Análisis de agua proveniente del canal de la Fragua.

PARÁMETRO		NIVEL		
p ^H	7.5			
Conductividad eléctrica	308 μS por cm	Agua de salinidad media		
Relación de Adsorción de Sodio.	0.45	Normal		
Dureza	120.2 ppm CO ₃	Adecuada		
Alcalinidad total	203.0 ppm CaCO ₃	Alto		
ELEMENTO	PPM		RANGO NORMAL	NIVEL
Nitrógeno	N-NO3	1.2	0.0 ---- 21.0	Normal
Fósforo	P	0.1	0.0 ---- 5.0	Normal
Potasio	K	2.8	0.0 ---- 70.0	Normal
Calcio	Ca	36.3	0.0 ---- 121.0	Normal
Magnesio	Mg	7.2	0.0 ---- 25.0	Normal
Boro	B	<0.1	0.0 ---- 0.5	Normal
Cobre	Cu	<0.1	0.0 ---- 0.2	Normal
Hierro	Fe	0.9	0.0 ---- 0.2	Excesivo
Manganeso	Mn	<0.1	0.0 ---- 0.2	Normal
Zinc	Zn	0.1	0.0 ---- 0.5	Normal
Sodio	Na	11.3	0.0 ---- 60.0	Normal
Carbonatos	CO ₃	<5.0	0.0 ---- 5.0	Normal
Bicarbonatos	HCO ₃	215.1	0.0 ---- 183.0	Alto

Fuente: Análisis de laboratorio de una muestra de agua del canal de La Fragua, AGRILAB 2004.

Cuadro 21A. Análisis de agua proveniente de un pozo de la EANOR.

PARAMETRO		NIVEL			
P ²	7.2				
Conductividad Eléctrica	931 μ S por cm	Agua altamente salina			
Relación de adsorción de Sodio (RAS).	1.78	Normal			
DUREZA	376 ppm CaCO ₃	Dura			
ALCALINIDAD TOTAL	121.7 ppm CaCO ₃	Adecuado			
ELEMENTO		PPM	RANGO NORMAL		NIVEL
Nitrógeno	N-NO ₃	18.5	0.0	---- 21.0	Normal
Fósforo	P	2.5	0.0	---- 5.0	Normal
Potasio	K	5.9	0.0	---- 70.0	Normal
Calcio	Ca	124.0	0.0	---- 121.0	Alto
Magnesio	Mg	16.2	0.0	---- 25.0	Normal
Boro	B	<0.1	0.0	---- 0.5	Normal
Cobre	Cu	<0.1	0.0	---- 0.2	Normal
Hierro	Fe	<0.1	0.0	---- 0.2	Normal
Manganeso	Mn	<0.1	0.0	---- 0.2	Normal
Zinc	Zn	<0.1	0.0	---- 0.5	Normal
Sodio	Na	79.4	0.0	---- 60.0	Alto
Carbonatos	CO ₃	<5.0	0.0	---- 5.0	Normal
Bicarbonatos	HCO ₃	129.0	0.0	---- 183.0	Normal

Fuente: Análisis de laboratorio de una muestra de agua del pozo uno del ITECNOR AGRILAB 2004.

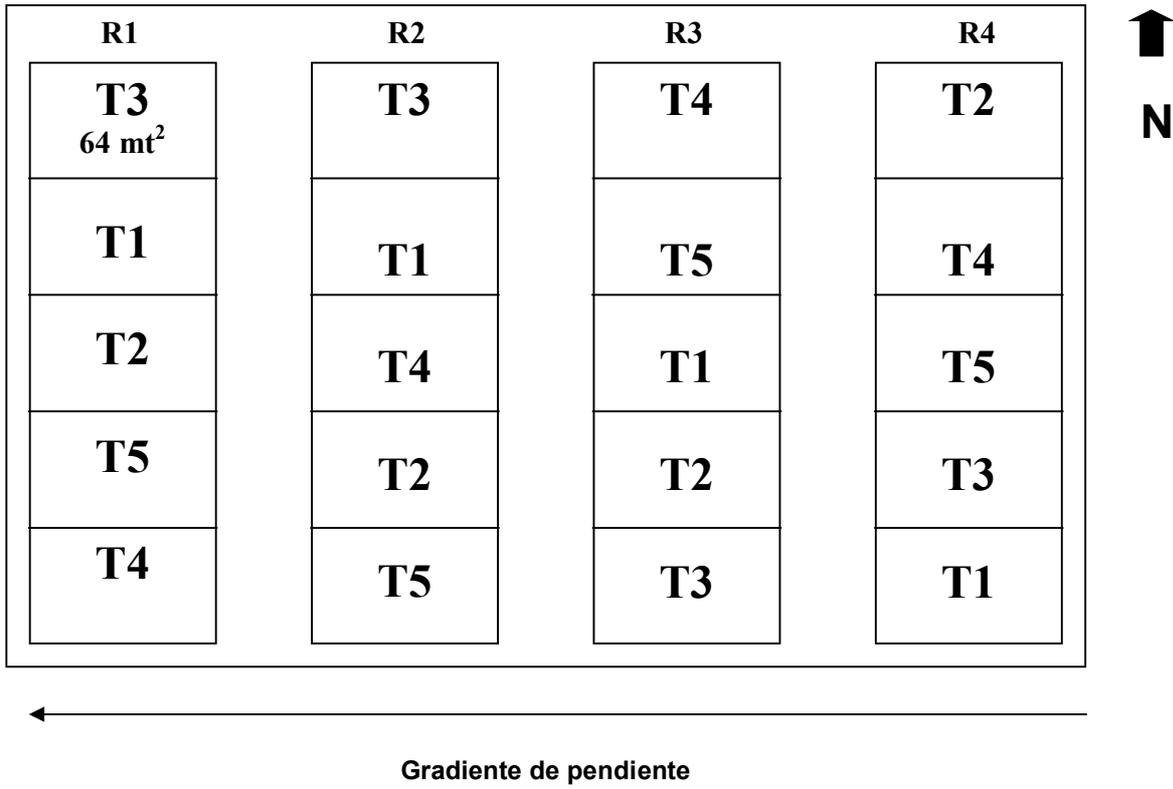
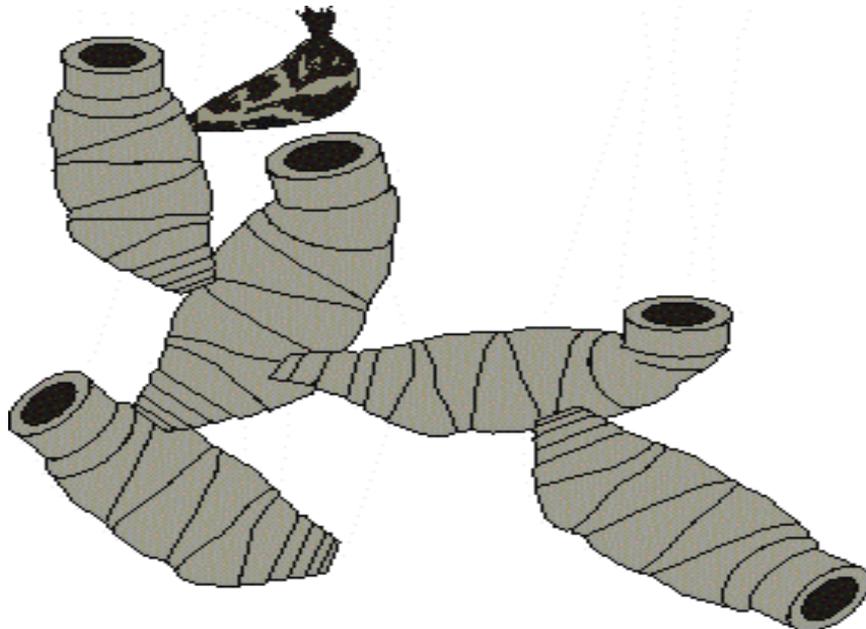
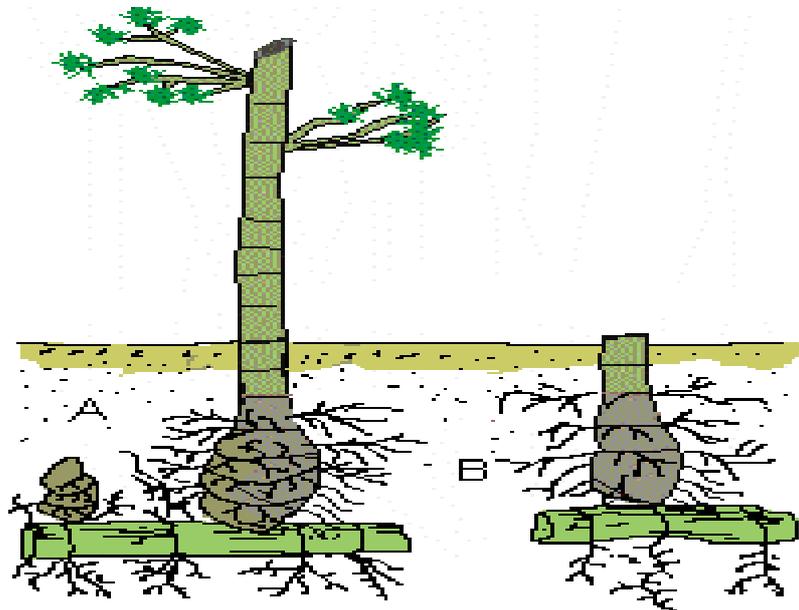


Figura 27A. Croquis del experimento.



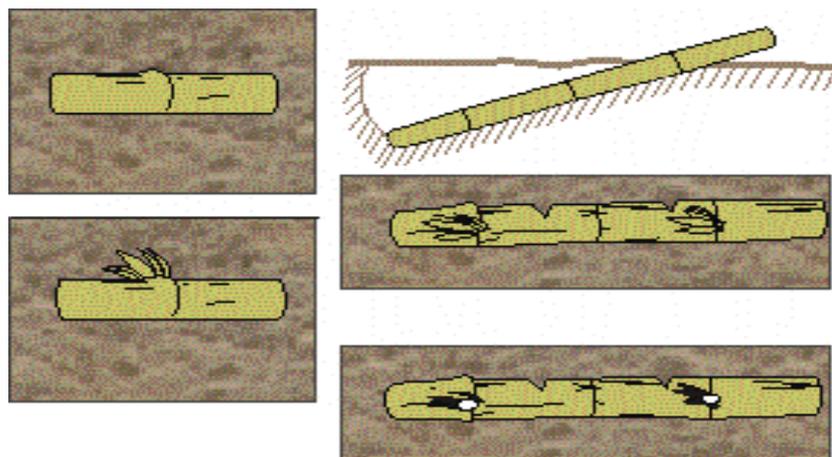
Fuente: <http://www.bambumex.org>

Figura 28A. Rizoma de bambú del tipo Paquimorfo.



Fuente: <http://www.bambumex.org>

Figura 29A. Rizoma de bambú del tipo Leptomorfo.



Fuente: <http://www.bambumex.org>

Figura 30A. Propagación asexual de bambú, por medio de estacas o segmentos de tallo.



Figura 31A. Corte y Preparación de las estacas de culmo para la siembra (*Guadua angustifolia* Kunt).



Figura 32A. Siembra y llenado del entrenudo con dos tercios de agua (*Bambusa dolichoclada* Stripe).



Figura 33A. Primeros brotes del cultivar (*Bambusa vulgaris* Schrad ex Wendl).



Figura 34A. Extracción de las estacas para la determinación del peso de raíces y el número de brotes por nudo (*Dendrocalamus asper* (Schultes F.) Backer).



Figura 35A. Medición de la longitud total de un brote del cultivar *Guadua angustifolia* Kunt.

Cuadro 22A. Análisis de varianza para la variable, peso de raíz en base seca. La Fragua, Zacapa, 2,006.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Valor crítico de F (0.05)
Cultivares	2	10.5516	5.2758	10.3617*	5.14
Bloques	3	7.7999	2.5999		
Error	6	3.0550	0.5091		
Total	11	21.4066			

* = Diferencia significativa

C.V = 16.46 %

Cuadro 23A. Análisis de varianza para la variable, longitud total de brotes. La Fragua, Zacapa, 2,006.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Valor crítico de F (0.05)
Cultivares	2	4268.9146	2134.4570	10.7369*	5.14
Bloques	3	2710.6875	903.5625		
Error	6	1192.7812	198.7968		
Total	11	8172.3828			

* = Diferencia significativa

C.V = 22.10 %

Cuadro 24A. Análisis de varianza para la variable, número de brotes por nudo. La Fragua, Zacapa, 2,006.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Valor crítico de F (0.05)
Cultivares	2	6.5000	3.2500	13.00*	5.14
Bloques	3	2.2500	0.7500		
Error	6	1.5000	0.2500		
Total	11	10.2500			

* = Diferencia significativa

C.V = 22.22 %

Cuadro 25A. Respuesta de los tres cultivares evaluados, en las variables, incremento en longitud de brotes e incremento en número de brotes por estaca. La fragua, zacapa, 2,006.

DDS*	Incremento en longitud de brotes (cm)			Incremento en número de brotes por estaca		
	T1	T2	T5	T1	T2	T5
0	0	0	0	0	0	0
38	32.19	28.06	18.87	1.00	1.00	3.00
53	59.04	33.64	29.94	1.00	2.00	3.00
68	70.92	39.58	38.74	1.00	2.00	3.00
83	79.35	42.80	46.73	2.00	2.00	3.00
110	90.44	49.85	51.03	3.00	2.00	4.00

* = Dias Después de la Siembra

4.2 Anexo 2. Planificación del Vivero Forestal del ITECNOR (MAGA-EANOR).

I. INTRODUCCIÓN

A finales de la época de violencia política que marco a Guatemala durante el período legislativo del general Fernando Romeo Lucas García que fue elegido en 1,978, se dio el resurgimiento del enfrentamiento civil, provocado por las actividades de las FAR y de los “escuadrones de la muerte” paramilitares, en donde miles de civiles prestaron servicios ad honorem al estado en las Patrullas de Autodefensa Civil (PAC).

Durante el período de gobierno del partido oficial FRG (1,998-2,002), el Lic. Alfonso Portillo ofreció y autorizó a los ex integrantes de las PAC (EXPAC) la remuneración de los servicios prestados al estado. En este período se les hizo efectivo un primer pago, lo que dio el inicio a los conflictos generados por estas personas exigiendo el pago ofrecido. A causa de ello el actual gobierno presidido por Lic. Oscar Berger en coordinación con el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) confirmó que el pago se realizaría por concepto de servicios prestados en un programa de reforestación. Este acuerdo trae consigo una demanda potencial de millones de plantas forestales, las cuáles serán producidas en viveros de todo el país.

Como contraparte de la situación anterior el Instituto Tecnológico de Nororiente, a través de la Asociación para el Desarrollo Integral de Nororiente (ADIN) tiene programado gestionar la autorización para producir una parte de las plantas forestales demandadas por el programa, para lo cual el siguiente documento incluye la planificación de un vivero forestal temporal con capacidad de producir dos millones de plantas de especies de pino, cedro, caoba, palo blanco, melina y ciprés con tecnología artesanal en bolsas de polietileno negro.

Para desarrollar este proyecto el ITECNOR deberá invertir una cantidad cercana al millón de quetzales, sin embargo aunque la inversión es grande así es el retorno, ya que la rentabilidad aproximada del mismo es de 128 %, lo que indica que por cada quetzal invertido se obtendrá 1.28 quetzales más. Además de la rentabilidad económica del proyecto, representa una oportunidad para fortalecer la formación de los alumnos de la carrera de Industria de la Madera y de esta forma cumplir con los objetivos centrales de la institución.

II. OBJETIVOS

General

Planificar y diseñar el vivero forestal del Instituto Tecnológico de Nororiente ITECNOR, La Fragua, Zacapa.

Específicos

1. Establecer los principios de administración, supervisión y control de las actividades dentro del vivero forestal.
2. Determinar el área y seleccionar el sitio para producir dos millones de plantas de especies forestales.
3. Definir las actividades y el flujo de producción.
4. Diseñar el plano con la distribución del área.
5. Definir el cronograma de actividades.
6. Elaborar el presupuesto para el establecimiento del vivero.

III. MARCO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

El proyecto de vivero forestal surge con la idea de cubrir una potencial demanda de plantas forestales, por parte de instituciones estatales; la cual nace por razones descritas y detalladas a continuación:

El gobierno anterior presidido por el Lic. Alfonso Portillo, autorizó el pago a los ex integrantes de las Patrullas de Autodefensa Civil (EXPAC), por concepto de los servicios prestados al estado, durante el periodo comprendido entre 1,978 y 1,982.

En un plazo no mayor de dos años, el gobierno de Óscar Berger espera pagar a cada uno de los 544,620 ex patrulleros Q. 5,240, lo cual representará al Estado una inversión de más de Q. 2,325 millones. El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Maga) confirmó que el pago se hará por concepto de servicios prestados en un programa de reforestación; para el cual se creó el fideicomiso “Bosques y agua para la concordia”, constituido para hacer efectivo el pago, y bajo el cual estará la dirección de esa cartera constituida con un fondo inicial de Q. 890 millones.

Marco Aurelio Juárez, director técnico del fideicomiso, señala que falta cerca de Q. 1,435 millones más para el pago completo en tres partes de los Q. 5,240 ofrecidos a los ex Patrulleros de Autodefensa Civil (ex PAC). Juárez añadió que “En el presupuesto del 2006 se incluyeron Q. 445 millones para el pago y los fondos restantes debe programarlos el Gobierno hasta 2,007 para cumplir con el compromiso”.

3.1.1 Capacitación y pago a los EXPAC

Oliva agregó que luego de capacitar a los ex patrulleros en técnicas agroforestales, curso que ya inició y que finalizó en noviembre, se concretaría el primero de tres pagos de Q. 1,740 a cada ex PAC.

El Crédito Hipotecario Nacional será el contratista; es decir, el fiduciario del fideicomiso. El banco tendrá a su cargo hacer efectivo cada pago a los ex patrulleros a través de cheques, con el objetivo de cancelar la totalidad de los Q. 5,240 en el 2007.

Para poder optar al pago, grupos de ocho ex patrulleros deberán reforestar una hectárea con unos dos mil árboles. La verificación de esta labor correrá por cuenta de técnicos del Maga.

Las autoridades indicaron que en el primer trimestre del 2,007 deberán quedar sembrados cien millones de árboles. Para la reforestación se utilizará, pino (*Pinus caribaea* Morelet), ciprés (*Cupressus lusitanica* Millar), palo blanco (*Cydistax donnell-smithii* (Rose) Seibert), melina (*Gmellina arborea*), cedro (*Cedrela odorata* L), caoba (*Swietenia humilis* Zuccarini) y mangle (*Rizosphora mangle*).

Los lugares donde se hará la siembra serán áreas municipales, tierras comunales o en su defecto tierras del Estado. Según Juárez, los sectores reforestados deben ser de beneficio comunal para que se cumpla con la meta del programa.

El fideicomiso se estableció por cinco años prorrogables, pero será función del próximo gobierno establecer un mecanismo para el resguardo de las áreas reforestadas.

3.1.2 Detalles del fideicomiso

Bajo esta figura, el Gobierno busca el pago a los ex patrulleros civiles.

Q890 millones es la cantidad con la cual se constituye el fideicomiso “Bosques y agua para la concordia”.

1,400 millones más se requieren para concretar el pago a los más de medio millón de ex PAC registrados para cobrar.

Para la implementación del programa, se requiere de una inversión de Q. 9 millones, que saldrán el presupuesto del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

544,620 son los ex patrulleros de Autodefensa Civil aptos para participar en el programa.

Grupos de ocho ex PAC deberán sembrar dos mil árboles como mínimo para hacer efectivo su pago.

En total, cada ex patrullero deberá recibir Q. 5,240, divididos en tres pagos de Q. 1,740.

100 millones de árboles es la meta a sembrar, según el programa

3.1.3 Supuestos del proyecto de vivero forestal

El INAB con la creación del PINFOR pretende incrementar la cobertura forestal en 285 mil hectáreas en un periodo de 20 años, con una tasa de reforestación promedio de 14,250 ha por año. Por otro lado el MAGA mediante el convenio con los EXPAC pretende reforestar aproximadamente 40,000 ha en un período de dos años, casi el doble de la tasa promedio propuesta por el INAB, es un proyecto bastante ambicioso tomando en cuenta la capacidad y las condiciones del sector forestal en el país.

Según el sistema de clasificación de suelos por capacidad de uso del USDA, el 80% del territorio departamental de Zacapa es de aptitud forestal, equivalente a 242 Km² (24200 ha). Estos datos demuestran el potencial forestal del departamento.

Los EXPAC agrupados por regiones de origen (departamentos) tendrán a su cargo reforestar las áreas seleccionadas de su región, por lo que una producción de dos millones de plantas únicamente ocuparía 800 ha, equivalente al 3% de la superficie con vocación forestal del departamento de Zacapa.

Una producción de dos millones de plantas autorizada para el ITECNOR representa el 2% de la producción total que ha planificado el programa “*Bosques y agua para la concordia*”, por lo tanto es viable proyectar y gestionar una producción de esta magnitud para el proyecto del ITECNOR.

3.2 Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto se ejecutará en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Nor Oriente (ITECNOR). El ITECNOR se localiza en la hoja topográfica de Zacapa 2,260 II, escala 1:50,000 y se ubica entre las coordenadas geográficas: 14°57'44.76" y 14°57'44.76" Latitud Norte y 89°35'4.97" y 89°34'49.98" Longitud Oeste.

Cuadro 26A. Coordenadas UTM del cuadrante donde se localiza el ITECNOR.

Ubicación	Coordenadas	
	Longitud Oeste	Latitud Norte
Noreste	222600	1656000
Sudeste	222600	1654500
Noroeste	221400	1656000
Sudoeste	221400	1654500

Fuente: Hoja topográfica 2260 II

En base a la clasificación hidrológica por vertientes del país; el ITECNOR pertenece a la sub cuenca del Río Grande de Zacapa, el cual drena a la vertiente del Océano Atlántico. Se caracteriza por suaves pendientes y extensas planicies ubicadas en los valles de La Fragua.

3.2.1 Ubicación político-administrativa y vías de acceso

De acuerdo a la división político-administrativa del país, el ITECNOR se encuentra ubicado en la región III, departamento de Zacapa, municipio de Zacapa, aldea La Fragua, en las antiguas instalaciones de DIGESEPE. Colinda al Norte con la línea férrea que va de Puerto Barrios a Guatemala, al Sur con la carretera de terracería que conduce hacia el municipio de Estanzuela, al Este con la planta empacadora de la melonera PROTISA, y al Oeste con la finca del señor Mario Pineda.

El ITECNOR esta ubicado a una distancia de 154 km de la ciudad capital y a 6.5 km de la cabecera departamental de Zacapa. El acceso desde la ciudad capital es por la carretera al Atlántico CA-9, hasta llegar al cruce de Río Hondo a la altura del kilómetro 136, de donde se toma la carretera que conduce a la cabecera departamental de Zacapa, hasta el kilómetro 144.5, en donde esta el cruce a la Fragua; desde donde hay una distancia de 4.5 km Hasta el instituto, de los cuales un kilómetro esta asfaltado y el resto es camino de terracería transitable todo el año.

Otra vía alterna hacia el área del estudio es por el antiguo camino a Zacapa cabecera, conocido como “Camino Viejo” el cual es completamente de terracería y se mantiene en buenas condiciones.

3.2.2 Clima

Según el sistema de clasificación climática de Thornthwite, en las instalaciones del ITECNOR, existe un solo tipo de clima; el clima característico es cálido y seco cuya vegetación natural propia es la estepa --DA'--.

De acuerdo a los registros de los últimos ocho años de la Estación Meteorológica La Fragua, ubicada dentro del Centro de Producción Animal, la temperatura oscila entre 20.7 y 34.2° C. teniéndose un promedio anual de 28.1° C. La evaporación media es de 7.5mm la velocidad del viento alcanza de 4.8 Km por hr. La precipitación pluvial es de 763 mm anuales distribuidos en los meses de mayo a octubre, de noviembre a abril, muchas veces la precipitación efectiva se puede considerar nula. La humedad relativa media es de un 63% teniéndose además un promedio anual de 7.7 horas de luz diarias, la presión atmosférica media es de 744.5 mm de mercurio.

El climadiagrama de la región en la cual se ubica el ITECNOR, exhibe un comportamiento típico de un bosque xerofítico. Según la Figura 36A, Durante todo el año existe déficit hídrico; este déficit obedece a las fuertes temperaturas, a las velocidades del viento alcanzadas en las planicies del valle, a la intensa radiación y a la escasez de precipitación. Al relacionar todos estos factores se genera una curva de evapotranspiración (Línea oscura) que permanece sobre la curva de precipitación (línea clara) durante todo el año; esa área entre curvas indica el diferencial negativo de humedad existente en la zona.

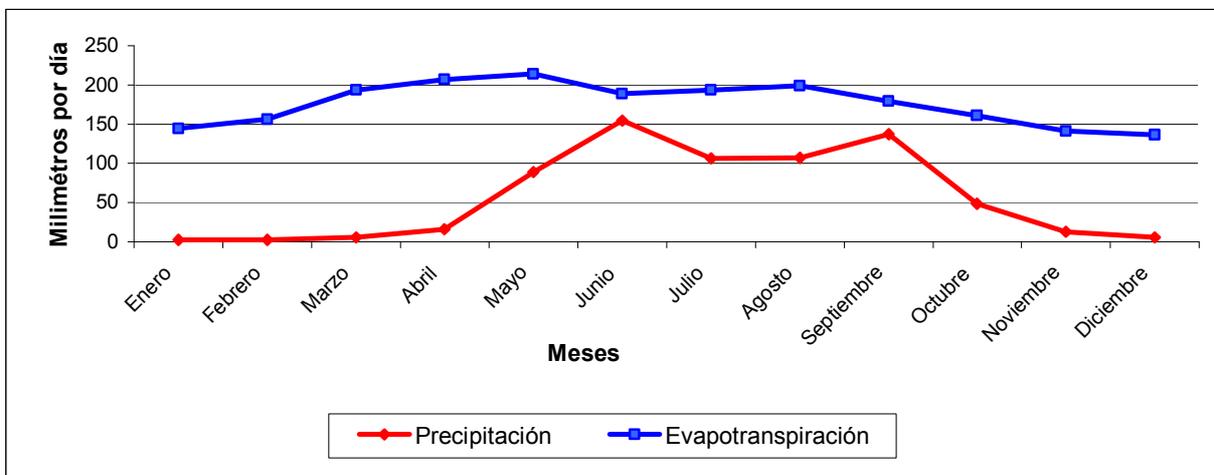


Figura 36A. Climadiagrama del Valle de la Fragua, según registros de la estación meteorológica de La Fragua, Zacapa.

3.3 Zona de Vida

Según el sistema de clasificación de Holdridge, modificado por De la Cruz en 1,982; el ITECNOR esta ubicado en la zona de vida: Monte Espinoso Subtropical (me-s). La superficie total de esta zona de vida es de 928 kilómetros cuadrados que representa el

0.85 por ciento de la superficie del país. La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas (4).

3.4 Suelos del ITECNOR

De acuerdo al estudio de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala por Simons, Tarano y Pinto se determinó que el suelo del área de estudio pertenece a la serie de Suelos de los Valles (SV). Los suelos de los valles no diferenciados se caracterizan por que ningún tipo de suelos es dominante, esta serie de suelos incluye una amplia variedad de clases de material madre, tipos de suelo y grado de inclinación. Es un suelo transportado y depositado por acción del agua (12).

IV. PLANIFICACIÓN DEL VIVERO FORESTAL

Debido a que este vivero está planificado con la idea de satisfacer las necesidades de un proyecto de gobierno; es necesario antes de iniciar cualquier actividad productiva, registrar el vivero en el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y así gestionar con el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) o las autoridades correspondientes, el derecho de producción de plantas forestales en la cantidad planificada.

4.1 Principio de Administración, Supervisión y Control

La administración consistirá en dirigir todas las actividades del vivero forestal, tomando en cuenta la planificación de la futura cosecha, obviamente pensando en el estudio de mercado; sin embargo para este caso en particular el estudio de mercado no es necesario ya que el proyecto se llevara a cabo con el fin de cubrir una demanda ya establecida. Una actividad muy importante dentro de esta fase consistirá en concretar un acuerdo legal, ya sea un contrato y/o convenio con la parte demandante (clientes), para garantizar el pago a tiempo y en la cantidad negociada. Una herramienta para asegurar el cumplimiento del contrato y/o convenio, consiste en un anticipo equivalente al 50 % del monto total al momento de firmar el contrato y/o convenio y el resto al recoger las plantas.

El administrador del proyecto deberá cumplir las siguientes funciones con el propósito de hacer eficiente el proceso:

1. Elaborar y poner en ejecución los planes periódicos de producción:
 - A. Especies
 - B. Cantidades (Conforme demanda)
2. Organizar la recolección o compra de la semilla necesaria.
3. Organizar y supervisar todos los trabajos en el vivero (sistema más económico y eficaz). Calcular periódicamente los costos de producción por unidad o planta.
4. Efectuar inventarios periódicos (mensuales), de las existencias actuales de plantas (Especies, cantidades, edad, tamaño, calidad y otros), pensando que la frecuencia no afecte los costos.
5. Manejar el estado fitosanitario de la producción, mediante monitoreos diarios.

Al momento de hacer oficial la ejecución del proyecto, las autoridades responsables del mismo deberán negociar el abastecimiento de semilla con BANSEFOR para garantizar la disponibilidad de las especies deseadas y así evitar atrasados por la carencia del material genético. Al mismo tiempo se deberá buscar y definir un mecanismo alternativo a las requisiciones manejadas en el ITECNOR para la autorización de compra del equipo y los materiales necesarios, con el objetivo de agilizar los procesos productivos, ya que en esta actividad un retraso de insumos podría representar pérdidas considerables en la producción.

4.1.1 Recursos disponibles

A. Físicos

- a. Superficie: El ITECNOR cuenta con 14 charcas inhabilitadas, que en total tienen un área efectiva de 2.38 ha (Figura 37A).
- b. Herramientas: Existe una bodega con una amplia gama de herramientas.
- c. Equipo: El instituto posee tractores, equipo de mecanización, bomba mecánica y vehículos para el transporte de materiales.
- d. Agua: Aunque es un recurso limitado, existe un reservorio aledaño al área destinada para el proyecto, el cual se puede llenar con agua bombeada del canal, la cual según el sistema de clasificación de aguas del USDA; pertenece a la clase C2-S1; salinidad media y baja en sodio, por lo que su uso para el riego en el vivero es adecuado.
- e. Carpintería: Existe un área con equipo de carpintería, el cual será utilizado para la construcción de las cajas germinadoras, rótulos y otros imprevistos.
- f. Sarán: El ITECNOR cuenta con la disponibilidad de 1000 m²; destinados para un proyecto similar. Este sarán será utilizado en el área de germinación y el resto en los bancales al momento del transplante.
- g. Oficinas: En el campus central de la finca pecuaria existe una oficina con el equipo necesario para llevar el control del vivero.

B. Humanos

El ITECNOR cuenta con personal específico para el proyecto y personal que podría apoyarlo.

- a. Coordinador del proyecto**
- b. Jefe de producción **
- c. Estudiantes del ITECNOR *
- d. Secretaria y administradora *
- e. Guardián *

4.1.2 Estrategias para el manejo de personal

- a. Legales
- b. Morales
- c. Convencionales

** Personal específico del proyecto. * Personal propuesto para apoyo.

a) Legales: Debido a que se contratará personal fijo y temporal para la ejecución de las actividades productivas. Se extenderán contratos según los artículos 2, 12, 18, 25, 27, 29, 81, 88, 91, 103, 116, 122, 127, 130, 131, 132 y 138 del código de trabajo, con el objetivo de regular los derechos y obligaciones de patrones y trabajadores.

b) Morales: Tanto el coordinador del proyecto como el jefe de producción, deberán promover el trabajo en grupo participando en todas las actividades del proyecto cumpliendo con la función de un líder más que de un jefe. Además, estos deberán desarrollar en los sub alternos actitudes positivas, de trabajo, responsabilidad y deseo de hacer bien las actividades delegadas.

c) Convencionales: Se establecerán acuerdos extraoficiales con los empleados en donde ambas partes salgan beneficiados, se darán incentivos de producción y se realizarán otras actividades para mantener un ambiente agradable de trabajo.

4.2 Diseño del vivero

El vivero forestal está diseñado en base a los recursos y objetivos del proyecto.

4.2.1 Tamaño y especies a producir

Este proyecto de vivero forestal está planificado para producir dos millones de plantas. De acuerdo a un artículo publicado en el diario oficial el día 07 de octubre de 2005, en donde se mencionan las especies a reforestar, se presenta la propuesta de especies a producir:

- | | | |
|----|----------------|---|
| 1. | Caoba | (<i>Swietenia humilis</i> Zuccarini) |
| 2. | Cedro | (<i>Cedrela odorata</i> L) |
| 3. | Palo blanco | (<i>Cybistax donnell-smithii</i> (Rose) Seibert) |
| 4. | Pino colorado | (<i>Pinus oocarpa</i> Schiede) |
| 5. | Pino del Petén | (<i>Pinus caribaea</i> Morelet) |
| 6. | Melina | (<i>Gmellina arborea</i>) |
| 7. | Ciprés | (<i>Cupressus lusitanica</i> Millar) |

El área requerida para la ejecución del proyecto es de 2.3 ha, con un periodo de duración de 2 años, iniciando en el 2006 y finalizando en el 2007.

4.2.2 Ubicación

El vivero forestal se ubicará en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Nororiente (ITECNOR), en el Centro de Producción Animal (CPA), en un área ocupada por 14 charcas, que actualmente están sin uso (Figura 37A).

4.2.2.1 Características tomadas en cuenta para la selección del sitio

1. Facilidad para mecanizar el vivero: fácil acceso y topografía suave.
2. Terreno bien drenado.
3. Altitud no superior a 1,200 m, en el Norte y a 1600 m en el Sur, para evitar los riesgos de heladas intensas y que el periodo vegetativo sea demasiado corto. Es aconsejable que los viveros estén situados a mayor altitud que las zonas a repoblar porque producen planta más endurecida.
4. Clima contrastado, preferible la montaña y el interior que el llano y la costa pero con períodos de crecimiento sin heladas tempranas ni tardías, ni fuertes calores en época de actividad vegetativa pero con intenso patrón invernal que permita ampliar el periodo de trasplantes y arranque.
5. Disponibilidad de agua en la cantidad y calidad suficientes, dependiendo la calidad del clima de la estación, capacidad de retención de agua del suelo, superficie del vivero, planta a producir y normas de cultivo y en cuenta a su calidad que no sea ni muy caliza ni muy salina.
6. Relieve, evitar fondos de valle donde es más fácil que se produzcan heladas tempranas o tardías, terrenos llanos y bien aireados.
7. Accesos, que permitan la circulación de camiones.
8. Infraestructuras tales como viviendas, almacenes, naves de maquinaria, invernadero, agua, teléfono, luz, etc.
9. Mano de obra en cantidad y calidad adecuadas.

El área seleccionada y destinada para el vivero forestal cumple con casi todas las características recomendadas anteriormente, a excepción de la que hace referencia al clima y a la cantidad de agua en época de esteaje (verano). Sin embargo el efecto del calor sobre las plántulas en la etapa vegetativa se puede amortiguar con el uso de cobertura en los tablones; y la escasez de agua se puede reducir bombeándola del canal de riego de la Fragua hasta un reservorio aledaño al área destinada para el proyecto.

4.2.3 Tipo de vivero

De acuerdo a los objetivos del proyecto y al periodo de duración, el vivero se clasifica como "Vivero Forestal Temporal". Este tipo de viveros es de los que se establece por un tiempo determinado (1 a 2 años) y cerca de los lugares de plantación, con el objetivo de satisfacer las necesidades de reforestación de áreas pequeñas y específicas. Además, con este tipo de viveros, se busca disminuir los costos de transporte y aumentar la adaptabilidad de las especies en el lugar definitivo de plantación.

4.2.4 Sistema de producción

Por ser un vivero temporal, el sistema de producción de plantas que se utilizara será el convencional en bolsas de polietileno de 2.5" por 8" por 2 mm. Este sistema de producción posee ventajas y desventajas, las cuales se detallan a continuación:

A) Ventajas

1. Manipulación de las plantas sin perder sustrato.
2. Mayor resistencia de la raíz
3. Mejor adaptación en campo definitivo, debido al sustrato que lleva.
4. Mejor distribución de las raíces en el sustrato.
5. Más económico con relación a las bandejas.
6. Retienen contenido de agua por más tiempo después del riego.
7. No se rompen con facilidad.
8. Existen en la medida adecuada para el tamaño de planta a producir.
9. Son desechables.
10. Fáciles de almacenar cuando están vacías.
11. Resistentes a la humedad.

B) Desventajas

1. Mayor peso
2. Ocupa mayor espacio para su producción.
3. Se tienen problemas con relación al transporte.
4. Requiere demasiado tiempo llenar las bolsas.
5. Trabajo de colocación.

4.2.5 Forma general

La forma del vivero esta dada por la topografía y configuración misma del terreno. Debido a que el vivero se establecerá en un área ocupada por charcas, la forma de este será de ele rectangular, ya que en la parte oeste se ensancha simétricamente de forma rectangular (Figura 38A).

4.2.6 Distribución del terreno

El vivero comprenderá de tres áreas o secciones:

- Sección de germinación (0.1 ha)
- Sección de crecimiento (1.8 ha)
- Sección de acopio y llenado (0.4 ha)

4.2.6.1 Sección de germinación

Esta sección ocupará un área de 1000 m² (0.1 ha). Este es el lugar donde se efectúan las siembras directamente y por lo tanto es el productor directo de las plantas del vivero en general, las que serán luego trasplantadas a bolsas de polietileno. Para la germinación de las semillas se construirán cajas germinadoras de madera en la carpintería del ITECNOR, con los alumnos de la carrera de Industria de la Madera. Las cajas germinadoras tendrán las dimensiones siguientes: 1.50 m de largo por 0.60 m de ancho y de 0.15 m de alto. El fondo puede hacerse de rejillas de la misma madera, separadas entre sí 0.10 a 0.15 m al cuadrado. Las cajas deberán llevar agarradores en los extremos.

Se utilizarán 70 cajas germinadoras con las dimensiones establecidas, para cubrir un 30 % de la producción total, ya que el resto de especies podrán producirse mediante siembra directa.

Como material para germinación se utilizará arena fina que puede ser de río o bien de pómez; las cajas estarán cubiertas con palma, sacate o algún material presente en la finca.

4.2.6.2 Sección de crecimiento

La sección o área de crecimiento es la que requiere mayor área ya que es donde las plantas estarán durante toda su fase de desarrollo vegetativo. Esta sección ocupará un área de 10,800 m² (1.8 ha).

Esta sección como se explicó anteriormente, es donde se transplanta las plántulas en las bolsas de polietileno para que obtengan un mayor desarrollo, previo a pasarlas a su lugar definitivo. Las bolsas estarán colocadas en los bancales o tablones, los cuales para este vivero serán del tipo "era". Esta es una forma de tablón o bancal, similar a cualquier otro y consiste en un bancal sumergido y construido bajo el nivel de la superficie del suelo. Este es un tipo de bancal que no tiene mucho costo, especial para zonas áridas que tienen alguna dificultad para el riego. La principal ventaja de estos bancales es que presenta una mayor retención de la humedad y se usa principalmente con un sistema de riego por inundación. Claro que tiene también desventajas, como el desmoronamiento de sus taludes, las treas de deshierbe son incómodas y se entierran las plántulas, etc.

Se construirán 556 tablones de 0.8 m de ancho, 25 m de largo y 0.1 m de profundidad; en cada tablón se colocaran 12 bolsas a lo ancho y 300 a lo largo, con un total de 3600 bolsas por tablón. El suelo excavado por esta actividad se utilizará para la elaboración de la mezcla del sustrato.

4.2.6.3 Sección de acopio y llenado

Esta sección comprende el área de descarga de los materiales para la mezcla del sustrato (suelo, arena y materia orgánica) y el área para el llenado de bolsas. Para esta sección

se requiere de una extensión de 4,000 m² (0.4 ha). En esta sección se deberá construir una galera de palma para el llenado, con el fin de cubrir del sol a los empleados para hacer más eficiente su trabajo y lograr un mayor número de bolsas llenas por día.

4.3 Caminos internos

Por ser el ITECNOR una institución educativa, tiene una eficiente red de caminos internos. El área destinada al vivero forestal esta rodeada por un camino de 3.5 m de ancho, que llega hasta la entrada de la finca; además existe una entrada por la parte central paralelo a los galpones de pollo de engorde, por lo tanto no es necesario construir mas caminos; únicamente habrá que darle mantenimiento a los caminos existentes.

4.4 Preparación del Sitio

Esta actividad demanda una fuerte cantidad de mano de obra (aproximadamente 70 jornales), por lo tanto se recomienda gestionar los servicios de maquinaria pesada y negociar con instituciones gubernamentales hasta llegar a un acuerdo en el cual, el ITECNOR solo cubra los gastos de combustible.

a) Eliminación de bordas: Esta actividad implica el uso de maquinaria pesada, la cual tiene un alto costo, sin embargo con este tipo de maquinaria se puede realizar todas las actividades de preparación del sitio, y a la larga saldría más económico que utilizar mano de obra.

b) Limpieza y destronconado: Esta actividad demandará una fuerte cantidad de mano de obra (aproximadamente 55 jornales) y un largo período de tiempo ya que existe una alta densidad de plantas, arbustos y hasta fustales de 10 cm de diámetro. Por esta razón se recomienda gestionar la donación de servicios de una retro excavadora y maquinaria pesada para realizar esta actividad.

c) Cercado: El cercado se deberá realizar para evitar el ingreso del ganado al vivero forestal y así mantener la integridad del mismo. Con el fin de disminuir costos, los postes se colocaran a cada 3 m con tres hilos de alambre; partiendo del cerco sur longitudinal a las charcas (paralelo al campo de fútbol) y así mismo se utilizara el cerco paralelo a la línea férrea.

Debido a que el área a cercar es bastante extensa; se podría negociar y llegar a algún acuerdo con el coordinador del CPA (Centro de Producción Animal) en el cual se mantenga el ganado en los potreros de pastoreo y así omitir el cercado, para reducir costos.

d) Nivelación y drenaje: Debido a que el área destinada al proyecto, antes fue utilizada como charcas para producción piscícola; la pendiente es menor al uno por ciento, por lo tanto únicamente se deberá nivelar las áreas destronconadas. La nivelación se hará manual, con piochas y azadones, sin embargo si se logra meter maquinaria, que sería lo ideal, se podrá eliminar las bordas para maximizar el área y facilitar las actividades de producción dentro del vivero.

Para el drenaje se construirán acequias de 0.3 m de ancho por 0.4 m de profundidad en la parte baja de la charca. Esta actividad es opcional y se realizará si hubiera problemas de inundación, ya que por las condiciones climáticas de La Fragua y la época de producción es muy difícil que esto suceda.

e) Ubicación y eliminación de troneras: Ocho días después de la nivelación, se realizará un recorrido con una cuadrilla de 10 alumnos (Grupo de modulo) en el área del vivero buscando y ubicando troneras con estacas y un nylon rojo. Al siguiente día, en las troneras ubicadas se aplicará un insecticida comercial para control hormigas y zompopos y se sellarán las mismas.

f) Construcción de la toma de irrigación: El riego se hará por gravedad, por lo cual es necesario construir una toma para conducir el agua a todos los bancales. Para construir la toma es necesario deshacer las bordas de las charcas o en su defecto hacer canales independientes en cada charca y llevar el agua entubada; esto implica comprar tubería y conlleva a elevar los costos.

g) Construcción del rancho para llenado: Para la construcción del rancho se utilizarán ocho horcones (cuatro de 4 m y cuatro de 3 m), 12 vigas, 150 varas, 1000 palmas y dos libras de clavos. El rancho se construirá de un agua con dimensiones de nueve por seis metros.

4.5 Labores culturales

4.5.1 Preparación del sustrato

La preparación del sustrato, consiste en una mezcla de tierra, materia orgánica y arena en proporción 2:1:1.

El detalle de la proporción de la mezcla se presenta a continuación:

2———	50% de tierra
1———	25% de materia orgánica
1———	25% de arena fina blanca.

Una forma práctica de realizar la mezcla en estas proporciones consiste en utilizar 2 carretillas de tierra por 1 de arena y 1 de materia orgánica. Para lograr una máxima homogeneidad en el sustrato, se le darán 3 vueltas al momento del cernido en un cedazo de $\frac{1}{8}$ " y el residuo de este cedazo se cernirá en un cedazo mas grande de $\frac{1}{4}$ ". En total se utilizaran $1,508 \text{ m}^3$ de sustrato (754 de tierra, 377 de arena y 377 de materia orgánica).

4.5.2 Desinfección del sustrato

Esta actividad se realizará con el objetivo de eliminar todos aquellos hongos e insectos que pudieran afectar el crecimiento y desarrollo de la planta. La desinfección se realizara al momento de mezclar los materiales para el sustrato, con el propósito de distribuir homogéneamente el producto en el medio. Para la desinfección se utilizara una mezcla

de carbendazim® (carbendazim) más captan® (captan) más vidate L ®; la mezcla se elaborará en recipientes con 20 litros de agua a dosis de 1cc por litro + un gramo por litro más cuatro cc por litro, respectivamente; a cada m³ de sustrato se aplicará 100 litros de solución desinfectante.

4.5.3 Llenado y alineado de bolsas

Luego de la preparación del sustrato se procederá al llenado de bolsas, esta actividad consiste en llenar completamente las bolsas de sustrato previamente elaborado, para lo cual se deberá utilizar un cucharón de forma cilíndrica (pedazo de botella de plástico o un tubo pvc). El llenado debe ser a capacidad, es decir ni muy compacto ni muy flojo, una bolsa bien llena no debe tener arrugas ni quebraduras. Un embolsado muy flojo, con el riego o lluvia baja el nivel del sustrato en la bolsa dificultando el alineado, por otro lado el llenado muy compacto dificulta la apertura del agujero para el trasplante, llegando en algunos casos a romperse la bolsa al introducir el transplantador. Además el crecimiento de las raíces se dificulta por lo compacto de la mezcla.

El alineado se realizará colocando las bolsas en el bancal, siguiendo la línea enmarcada por el talud. Se colocaran líneas transversales de 12 bolsas por tablón, en forma vertical sin que queden apretadas para evitar que pierdan su forma cilíndrica.

4.5.4 Siembra

Se entiende por siembra la colocación de la semilla en un medio germinador ya sea directamente a bolsas o en cajas germinadoras; en ambos casos la profundidad de siembra recomendada es el doble del diámetro de la semilla.⁵ Inmediatamente después de la colocación de la semilla en la bolsa se procederá a tapar las semillas con tierra o sustrato desinfectado anteriormente.

El 30 % de la producción se hará en cajas germinadoras, con las especies de coníferas (pino y ciprés); el distanciamiento en las cajas será de 1cm por 1cm y la profundidad mencionada anteriormente. El 70 % restante se hará por siembra directa a la bolsa, aunque también se colocara un 10 % de cada especie en germinadores para el replante en las bolsas en las cuales no germine la semilla.

La siembra de las latifoliadas se hará 3.5 meses antes de la fecha de entrega y las coníferas 5 meses antes de la fecha de entrega.

4.5.5 Tapado de bolsas

Después de sembradas las semillas hay que protegerlas, para lo cual se utilizará sacate seco (jaragua), o sarán; con el propósito de conservar la humedad y proteger las plántulas contra los rayos solares directos, vientos desecantes, daños de aves, golpe de agua al momento de riego⁶ para que no cause erosión, removimiento y pérdida de profundidad de

⁵ Informe Final: Establecimiento y manejo de un vivero temporal.1995.

⁶ Manual, INAFOR: módulo educativo extraescolar viveros y reforestación 1988

las semillas y que estas en reacción no germinen, además esta actividad ayuda a mantener regulada la temperatura de las semillas y lograr así que terminen la latencia e inicie el metabolismo germinativo.

Para el tapado se utilizará sarán y sacate seco o palma, el cual se colocará en una especie de tapesco elaborado con estacas distanciadas a 3 m entre si y con una serie de rafias para estructurar el techo. El techo deberá construirse a una altura de 0.25 m sobre el nivel del suelo.

4.5.6 Transplante

Al referirse al transplante, se refiere a la actividad de traslado de una planta de su lugar de germinación a otro sustrato, lo cual básicamente consistirá en la colocación de las plantas que hagan falta en aquellas bolsas en donde se realizó siembra directa y no halla germinado la semilla; de igual forma se hará con las confieras desde las cajas germinadoras. Esta actividad se realizara abriendo un agujero en el sustrato que contenga la bolsa, introduciendo la raíz de la planta en el agujero, y tapándolo para evitar que queden bolsas de aire debido a que esto provocaría el desarrollo de hongos y la muerte de las plantas. Esta actividad se realizara entre las 7:00 y 10:00 de la mañana para evitar la deshidratación de las plántulas en las horas calurosas.

4.5.7 Aplicación de micorrizas

Esta actividad también conocida como inoculación, consiste en la aplicación de microorganismos benéficos para las plantas. En muchas especies forestales es de suma importancia esta aplicación de hongos micorrizicos o bacterias que viven de forma asociada con las raíces esta relación que tiene la raíz con organismo le beneficia en una mayor absorción de nutrientes y mayor disponibilidad del nitrógeno para la planta. Este organismo es posible obtenerlo con solo traer tierra de una plantación adulta de pino. La incorporación se puede realizar de varias maneras.

1. Cerniendo el material y mezclándolo con agua para formar una solución donde se introducen las raíces de las plántulas en el momento del transplante.
2. Aplicando la solución con regadera sobre las plántulas. Este método es el que se utilizará en el proyecto ya que es el que presenta mejores resultados según experiencias de viveristas forestales.

Esta actividad se realizará a los cinco días después de transplantados, únicamente en las especies de confieras.

4.5.8 Riegos

En la sección de germinación se harán dos riegos diarios, uno por la mañana y el otro por la tarde; para el cual se utilizará una regadera de pichacha fina.

En la sección de crecimiento se harán riegos por gravedad cada 3 días en el cual se aplicará una lámina de cinco centímetros de agua en cada bancal o tablón con el propósito de inundar el mismo y mantener la humedad por un mayor periodo de tiempo.

4.5.9 Destapado de bolsas

El destapado de las bolsas se refiere a retirar el techo o sombra colocado en los tabones. Esta actividad se hará de forma progresiva, es decir que a los ocho días después de transplantado (ddt) se destaparán los bancales por la mañana (7:00 a 9:00 pm) durante cinco días; a los 13 ddt se destaparán todo el día y se taparán por la noche durante cinco días hasta quitar por completo la cobertura de los tablonés.

4.5.10 Fertilización

Consiste en incorporarle al suelo los elementos nutritivos que la planta necesita para lograr un buen desarrollo. La fertilización base se hará al momento de la preparación del sustrato con 20-20-20 (hidrosoluble) a razón de 0.35 gramos por litro y se aplicaran 100 litros de solución nutritiva por 1 m³ de sustrato.

En las latifoliadas se harán aplicaciones foliares con Bayfolán® a dosis de tres cc por litro, con una frecuencia de 15 días iniciando a los 10 días ddt. En las coníferas se hará una fertilización nitrogenada con Nitrato de Amonio (NH₄NO₃) a la mitad del ciclo (60 DDT) a una dosis de dos gramos por litro de forma tronqueada con bomba de mochila sin boquilla.

4.5.11 Control de plagas y enfermedades

Esta actividad se realizará mediante monitoreos por muestreo, con los cuales se determinará la necesidad de aplicar algún agroquímico, donde y en que cantidad.

4.6 Cronograma de actividades

Actividad	2,006												2,007				
	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo
Preparación del Sitio																	
Eliminación de bordas	x	X															
Limpieza destronconado			x														
Cercado			x	X													
Nivelación y drenaje																	
Ubicación y eliminación de troneras				X	x												
Construcción de la toma de irrigación					x	x											
Construcción del rancho para llenado de bolsas							x	x									
Labores Culturales																	
Preparación del sustrato							x	x	X	x							
Desinfección del sustrato							x	x	X	x							
Llenado y alineado de bolsas							x	x	X	x	x						
Siembra												x	x				
Tapado de bolsas												x	x				
Trasplante												x	x	x	x		
Aplicación de micorrizas												x	x	x			
Riegos												x	x	x	x	x	x
Destapado de bolsas												x	x	x	x		
Fertilización											x	x	x	x	x	x	x
Control de plagas y enfermedades											x	x	x	x	x	x	x

4.7 Presupuesto y análisis financiero del vivero forestal

Cuadro 27A. Presupuesto e ingresos proyectados para el vivero forestal del ITECNOR.

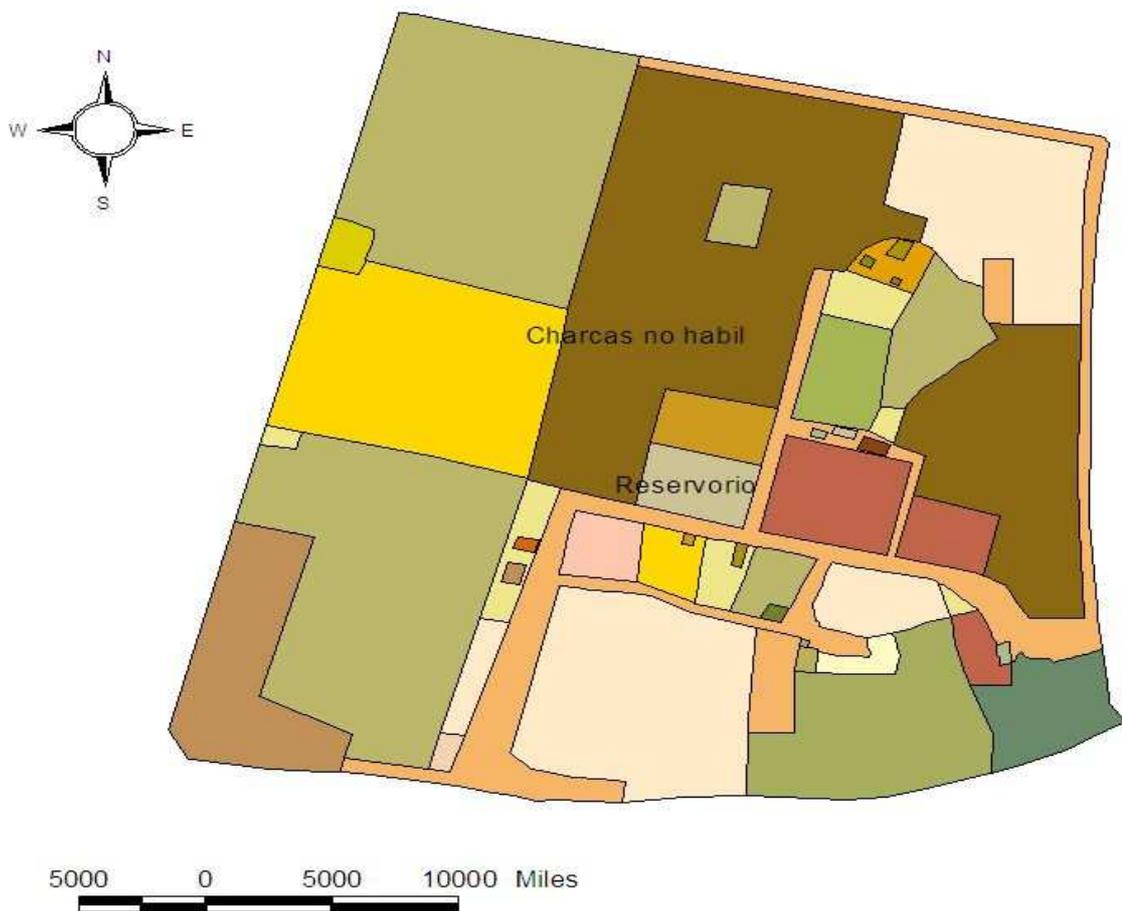
Rubro	Unidad	Valor unitario	Cantidad	Total
Ingreso bruto				Q1,914,285.60
Planta (Cedro)	Unidad	Q1.00	285,714	Q285,714.00
Planta (Caoba)	Unidad	Q1.00	285,714	Q285,714.00
Planta (Melina)	Unidad	Q1.00	285,714	Q285,714.00
Planta (Palo blanco)	Unidad	Q1.00	285,714	Q285,714.00
Planta (Pino)	Unidad	Q0.90	285,714	Q257,142.60
Planta (Cipres)	Unidad	Q0.90	571,430	Q514,287.00
Costos				
Costos Variables				Q969,196.37
Semilla				Q270,910.00
Semilla de Cedro	Kg	Q600.00	8	Q4,800.00
Semilla de Caoba	Kg	Q400.00	232.6	Q93,040.00
Semilla de Melina	Kg	Q350.00	388.0	Q135,800.00
Semilla de Palo blanco	Kg	Q600.00	2.2	Q1,290.00
Semilla de Pino caribaea	Kg	Q1,800.00	8.5	Q15,300.00
Semilla de Pino oocarpa	Kg	Q1,800.00	9.8	Q17,640.00
Semilla de Cipres		Q800.00	3.8	Q3,040.00
Insumos				Q226,217.50
Bolsas de polietileno negro de 2.5x8x2	Millar	Q45.00	2,200.0	Q99,000.00
Fungicida	Kg	Q135.00	200.0	Q27,000.00
Insecticida	Litro	Q185.00	200.0	Q37,000.00
Sedaso de ¼ de pulgada	Metro	Q4.00	10.0	Q40.00
Sedaso de 1/8 de pulgada	Metro	Q4.75	10.0	Q47.50
Regaderas de metal	Unidad	Q60.00	6.0	Q360.00
Pita de rafia de plástico	Rollo	Q55.00	5.0	Q275.00
Material para el rancho	Unidad	Q1,200.00	1.0	Q1,200.00
Combustible (Diesel)	Galón	Q20.00	120.0	Q2,400.00
Bomba de mochila	Unidad	Q480.00	1.0	Q480.00
Arena blanca	Metro Cúbico	Q65.00	377.0	Q24,505.00
Fertilizantes (20-20-20)	55 lb	Q300.00	3.0	Q900.00
Fertilizantes (Nitrato de Amonio)	Quintal	Q130.00	12.0	Q1,560.00
Bayfolán ®	Litro	Q40.00	215.0	Q8,600.00
Transporte de materiales	Flete	Q300.00	75.0	Q22,500.00
Micorriza	Bolsa	Q10.00	35.0	Q350.00
Mano de Obra				Q472,068.87
Construcción de la toma de riego	Jornal	Q46.93	50.0	Q2,346.50
Limpieza del área	Jornal	Q46.93	55	Q2,581.15

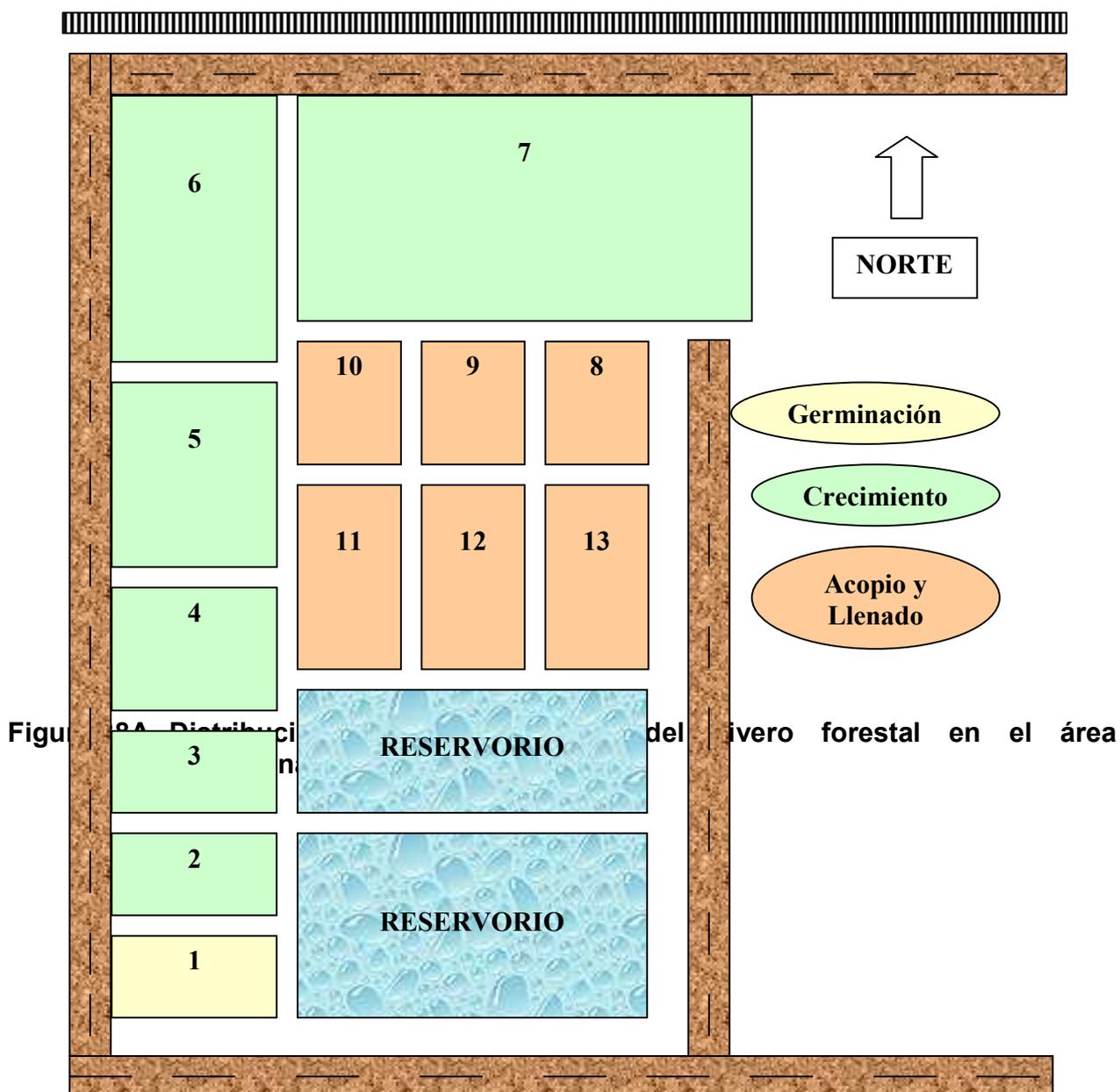
Nivelación del área	Jornal	Q46.93	15	Q703.95
Siembra	Jornal	Q46.93	100	Q4,693.00
Desinfección de los materiales	Jornal	Q46.93	224	Q10,512.32
Preparación del sustrato	Jornal	Q46.93	1500	Q70,395.00
Llenado de bolsa	Jornal	Q46.93	4000	Q187,720.00
Elaboración de bancales	Jornal	Q46.93	2085	Q97,849.05
Colocación de la bolsa en el bancal	Jornal	Q46.93	900	Q42,237.00
Transplante	Jornal	Q46.93	800	Q37,544.00
Riego	Jornal	Q46.93	30	Q1,407.90
Desmalezado	Jornal	Q46.93	70	Q3,285.10
Escardas	Jornal	Q46.93	40	Q1,877.20
Aplicación de insecticidas	Jornal	Q46.93	40	Q1,877.20
Aplicación de fertilizante	Jornal	Q46.93	40	Q1,877.20
Aplicación de Micorrizas	Jornal	Q46.93	40	Q1,877.20
Acarreo de materiales	Jornal	Q46.93	40	Q1,877.20
Construcción del rancho para llenado	Jornal	Q46.93	30	Q1,407.90
Costos Fijos				Q1,541.60
Agua	Manzana	Q470.00	3.3	Q1,541.60

Cuadro 28A. Análisis financiero del proyecto de vivero forestal

Total de costos	Q970,737.97
Costo unitario	Q0.49
Ingreso neto	Q943,547.63
Rentabilidad	97.20 %

V. ANEXOS





4.3 Anexo 3. Guías programáticas de los cursos de área técnica de la carrera de Industria de la Madera, del ITECNOR.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR ORIENTE
 CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
 ÁREA ESPECÍFICA
 CUARTO PERITO

I. Presentación

Nombre del curso: Semillas y Viveros

Código:
Horario:
Docente responsable:

II. Introducción

El curso de Semillas y Viveros da al estudiante los conocimientos y avances científicos y tecnológicos, para la creación y operación de viveros forestales. Partiendo del concepto de vivero que lo define como una superficie de terreno que se destina a la siembra de semillas para la obtención de plántulas forestales; en donde éstos reciben los cuidados necesarios para su buen desarrollo y posterior traslado para establecer plantaciones en un lugar definitivo.

La elaboración de un vivero forestal conlleva una serie de actividades que van desde la recolección o acopio de las semillas y la planificación hasta la realización del mismo, en donde se deben tomar una serie de aspectos que influirán de manera directa o indirecta en la germinación y desarrollo de las plántulas.

El curso de semillas y viveros esta ubicado en el primer ciclo escolar de la carrera de Industria de la Madera. El contenido del curso contribuirá al logro del rasgo de perfil que establece que el egresado será capaz de desarrollar y manejar los sistemas forestales desde la fase de vivero hasta la transformación de la madera.

III. Objetivos

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Planificar las actividades de un vivero forestal, en base a su diseño, flujo de producción y control de costos.
2. Identificar, recolectar y manejar semillas de especies forestales.
3. Definir programas fitosanitarios y nutricionales dentro del vivero.
4. Evaluar la calidad de las plantas de acuerdo a las exigencias del mercado actual.
5. Establecer viveros forestales con fines productivos y comercializar sus productos.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Los viveros en las ciencias forestales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importancia y definiciones. ▪ Relación con otras ciencias. ▪ Fisiología de las plantas en el Vivero. ▪ Situación nacional.
Unidad No. 3 Material de	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propagación vegetativa, métodos de propagación y especies

Propagación	<p>forestales propagadas asexualmente.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semillas <ul style="list-style-type: none"> - Biología de la semilla. - Métodos de recolección. - Secado. - Análisis de las semillas forestales. - Procesamiento y almacenamiento de semillas forestales.
Unidad No. 2 La Planificación de un Vivero Forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Principios de Administración, Supervisión y Control. ▪ Selección del sitio. ▪ Diseño del vivero. ▪ Establecimiento del vivero. ▪ Costos de producción.
Unidad No. 4 Características del Área para Establecer el Vivero	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguridad y acceso. ▪ Condiciones biofísicas. ▪ Condiciones socioeconómicas.
Unidad No. 5 Diseño del Vivero	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipos de viveros forestales. ▪ Sistema de producción. ▪ Extensión. ▪ Forma general del vivero. ▪ Distribución del área. <ul style="list-style-type: none"> - Sección de germinación - Sección de crecimiento - Infraestructura - Otros
Unidad No. 6 Actividades y Flujo de Producción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Habilitación del área, preparación del sustrato, desinfección, llenado y alineado de bolsas, siembra, repique, transplante, riegos, limpiezas, control de plagas, enfermedades y principios de nutrición forestal. ▪ Diagrama de flujo del proceso productivo.
Unidad No. 7 Evaluación de la calidad de la planta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parámetros de calidad. ▪ Métodos de muestreo.
Unidad No. 8 Datos Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mano de obra/actividad ▪ Número de plantas/unidad de área ▪ Problemas aplicados
Unidad No. 9 Control de Costos y Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importancia. ▪ Clasificación de costos. ▪ Presupuestos y control de gastos en el vivero.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Segmentos de mercado. ▪ El transporte en la comercialización de plantas forestales.
Unidad No. 10 Proceso Legal para el Registro de Viveros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodología para el registro del vivero. ▪ Requisitos del INAB. ▪ Llenado de boletas de registro.

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Planificación y ejecución de proyectos grupales.
3. Investigaciones y exposiciones individuales y grupales.
4. Giras de estudio.

VI. Bibliografía

Flores Vindas, EM. 1089. La planta: estructura y función. Costa Rica, Tecnológica. 897 p.

Jara N, LF. 1997. Secado, almacenamiento y procesamiento de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 133 p.

Morales, J. 2003. Curso de viveros forestales. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 37 p.

Peralta, J. 2000. Curso de semillas y viveros. Barcena, Villa Nueva, Escuela Nacional Central de Agricultura. 56 p.

Vásquez, F. 2000. Apuntes de tecnología de semillas y viveros. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 196 p.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
CUARTO PERITO

I. Presentación

Nombre del curso: Procesos Industriales I

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

La producción sostenible es posible cuando el sector forestal se administra como una actividad económica y racional. El valor agregado que proporciona la industria contribuye substancialmente al logro de esa racionalidad.

Para que una industria sea competitiva en la actualidad, debe colocar en el mercado productos de buena calidad y de bajo costo. Para el logro de este fin es indispensable el conocimiento de las características de la materia prima y de los procesos industriales con que se elabora un producto forestal. En este curso se enfatizará en las diferentes propiedades de la madera como base fundamental del óptimo procesamiento y uso de ese material renovable.

El curso Procesos Industriales I es un curso teórico práctico que capacita al estudiante en la evaluación del material madera; para ese efecto se estudian sus propiedades anatómicas, químicas, físicas y mecánicas. Este curso está ubicado en el primer ciclo de la carrera de Perito en Industria de la Madera; impartida en el Instituto Tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar el curso, el estudiante:

1. Comprenderá la naturaleza y función de la madera en el árbol.
2. Conocerá y describirá morfológicamente la madera.
3. Estará en capacidad de determinar e interpretar algunas de las propiedades anatómicas, químicas, físicas y mecánicas de la madera.
4. Habrá desarrollado habilidades y destrezas para la preparación de probetas para el estudio de la madera.
5. Tendrá plena conciencia sobre la importancia de las características de la madera en los procesos de transformación industrial.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Ubicación en el contexto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Antecedentes, ámbito de estudio. ▪ El estudio de la madera en las ciencias forestales. ▪ Relación materia prima-producto. ▪ La madera en Guatemala y el mundo.
Unidad No. 2 La madera como parte del árbol	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La función de la madera en los árboles. ▪ Propiedades de la madera relacionadas con su función.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El transporte de agua en Gimnospermas y Angiospermas.
Unidad No. 3 Anatomía de la madera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definiciones. ▪ Crecimiento de la madera. ▪ Planos de corte de la madera (Anisotropía). ▪ Características macroscópicas y microscópicas de la madera <ul style="list-style-type: none"> - Características organolépticas. - Elementos anatómicos en coníferas y latifoliadas (Anillos de crecimiento, vasos, traqueidas, vasos, puntuaciones, fibras, células parenquimatosas) ▪ Defectos de la madera.
Unidad No. 4 Propiedades físicas de la madera.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contenido de humedad. ▪ Densidad. ▪ Contracción e hinchamiento. ▪ Porosidad. ▪ Propiedades térmicas. <ul style="list-style-type: none"> - Conductividad. - Calor específico. - Poder calórico. - Difusividad. ▪ Propiedades eléctricas. <ul style="list-style-type: none"> - Conductividad y constante eléctrica. - Importancia práctica. ▪ Propiedades acústicas. <ul style="list-style-type: none"> - Madera y sonido. - La madera como productor y reflector del sonido.
Unidad No. 5 Química de la madera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Composición química de la madera. <ul style="list-style-type: none"> - Celulosa. - Hemicelulosa. - Lignina y extraíbles. ▪ Distribución de los componentes químicos en la pared celular. ▪ Efecto de los componentes químicos en las propiedades de la madera y sus usos.
Unidad No. 6 Propiedades mecánicas de la madera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importancia de las propiedades mecánicas en el uso de la madera. ▪ Naturaleza cristalina y amorfa de la madera. ▪ Flexión. ▪ Compresión paralela y perpendicular al grano. ▪ Dureza. ▪ Factores que afectan las propiedades mecánicas de la madera.

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Practicas de laboratorio.
3. Giras de estudio.
4. Lecturas de documentos y elaboración de resúmenes.

VI. Bibliografía

Parada, G De. 1983. La madera y los trópicos. Guatemala, Impresos Industriales. 267 p.

Lobby, CE. 1982. Ciencia y tecnología sobre pulpa y papel. México, CECSA. v. 1 y 2.

López R, F. s.f. Fitoquímica aceites esenciales. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 8-20.

Romahn De la V, C. 1992. Principales productos forestales no maderables de México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 376 p

Saravia, JM. 2004. Curso de Tecnología de la Madera. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad Universitaria, Guatemala.

Young, RA. 1991. Introducción a las ciencias forestales. Trad. José Urtado Vega. México. Limusa. 522 p.

**INSTITUTO TECNOLOGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
QUINTO PERITO**

I. Presentación

Nombre del curso: Reforestación

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

El término de reforestación esta asociado a la actividad de sembrar o plantar árboles en un lugar específico en donde se tiene el conocimiento que ya existió bosque en el pasado sea reciente o lejano. Sin embargo, esta acción conlleva una serie de actividades posteriores al establecimiento de la plantación, orientadas al manejo de la plantación previamente establecida.

Para el desarrollo de este curso se incluyen conceptos y temas relacionados a la actividad de forestación y reforestación, habilitación y preparación de sitios para el establecimiento de plantaciones, la plantación como tal y su mantenimiento, el manejo forestal en plantaciones y especies más utilizadas en las plantaciones forestales del país.

El curso de Reforestación, esta ubicado en el segundo ciclo escolar de la carrera de Industria de la Madera, impartida en el Instituto tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Conocer y definir los conceptos y la terminología utilizada en las actividades de reforestación.
2. Aplicar y dirigir procedimientos encaminados a la preparación y habilitación de sitios para el establecimiento de plantaciones forestales.
3. Establecer plantaciones forestales.
4. Conocer y aplicar las técnicas utilizadas para el manejo y mantenimiento de plantaciones forestales.
5. Conocer, listar y diferenciar las especies nativas y exóticas mas utilizadas en los programas de forestación y reforestación nacional.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Forestación y reforestación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definiciones. ▪ Fines de la repoblación forestal. ▪ Elección de la especie para la repoblación.
Unidad No. 2 Preparación y habilitación del sitio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Normas generales.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparación del suelo. ▪ Control de malezas. ▪ Control de plagas y enfermedades. ▪ Sistemas de plantación y trazo. ▪ Ahoyado.
Unidad No. 3 Siembra o plantación forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción. ▪ Definiciones. ▪ Transporte de plantas. ▪ Formas de repoblación. ▪ Métodos de plantación. <ul style="list-style-type: none"> - Plantación manual. - Plantación mecanizada.
Unidad No. 4 Mantenimiento de plantaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicas intermedias. ▪ Edad de los bosques. ▪ Limpias. ▪ Replanteo. ▪ Deseho. ▪ Fertilización. ▪ Otras actividades. ▪ Protección forestal.
Unidad No. 5 Manejo de plantaciones forestales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crecimiento y desarrollo de los bosques. ▪ Clasificación de rodales. <ul style="list-style-type: none"> - Rodales coetáneos. - Rodales dishetaneos. - Rodales mixtos. - Rodales puros. ▪ Técnicas silviculturales. ▪ Sistemas silviculturales. ▪ Técnicas finales. ▪ Caso práctico: Manejo en bosques de encino y roble.
Unidad No. 6 Especies forestales usadas en plantaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción. ▪ Por que se reforesta con pocas especies. ▪ Especies forestales usadas en reforestaciones. <ul style="list-style-type: none"> - Especies nativas. - Especies exóticas.

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Planificación y ejecución de proyectos grupales.
3. Investigaciones y exposiciones individuales y grupales.
4. Practicas de campo.
5. Giras de estudio.

VI. Bibliografía

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Tr. Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.

Manual de Reforestación. 1,983. Guatemala, INTECAP, División Agropecuaria. 167 p.

Mendoza Briseño. 1,993. Conceptos básicos de manejo forestal. Balderas, México D.F. Limusa. 159 p.

Peralta Alfaro, JJ. 2003. Guía de estudio: plantaciones forestales. Barcena, Villa Nueva, Escuela Nacional Central de Agricultura. 101 p.

Young, RA. 1991. Introducción a Las ciencias forestales. Trad. José Urtado Vega. México D.F. Limusa. 522 p.

**INSTITUTO TECNOLOGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
QUINTO PERITO**

I. Presentación

Nombre del curso: Procesos Industriales II

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

El manejo forestal tiene como actividad Terminal el aprovechamiento del bosque, para fines industriales o artesanales. Sin embargo dentro de esta línea existen actividades intermedias como la corta, extracción, preparación de la madera en troza y aserrado hasta llegar a los primeros procesos de transformación.

Durante todo ese proceso, la madera se constituye como el principal producto del bosque; a ese efecto este curso pretende fortalecer el vinculo existente entre el manejo forestal y la industria.

El curso Procesos Industriales II es un curso teórico práctico que capacita al estudiante en el manejo y planificación del proceso de corte y extracción forestal y lo introduce a la industria de transformación primaria de la madera.

Este curso esta ubicado en el segundo ciclo de la carrera de Perito en Industria de la Madera; impartida en el en el Instituto tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Conocer y aplicar la metodología para el apeo de árboles.
2. Planificar y dirigir procesos de corte y extracción forestal.
3. Cubicar madera en rollo, aserrada y leña.
4. Utilizar correctamente la motosierra.
5. Comprender el proceso de transformación de la madera desde el aprovechamiento forestal.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Aspectos introductorios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definiciones. ▪ La industria de la madera en el sector forestal. <ul style="list-style-type: none"> - Industria de transformación primaria. - Industria de transformación secundaria. ▪ Esquema de la producción forestal. ▪ Glosario forestal.
Unidad No. 2	

La motosierra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Partes de la motosierra. ▪ Equipo de seguridad del motosierrista. ▪ Uso de la motosierra. ▪ Mantenimiento. <ul style="list-style-type: none"> - Función y uso de las herramientas. - Afilado. - Tensión de la cadena. - Combustible y mezcla. ▪ Aspectos legales en el uso de la motosierra.
Unidad No. 3 Aprovechamientos forestales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición. ▪ Impacto social de los aprovechamientos forestales. ▪ Métodos de corta final. ▪ El apeo. <ul style="list-style-type: none"> - apeo o tala dirigida. - Secuencia de operaciones. ▪ Desrame y tronzado. ▪ Descortezado. ▪ Apilado y carga. ▪ Restos de corta. ▪ Aprovechamiento forestal de bajo impacto.
Unidad No. 4 Extracción forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Métodos de extracción. ▪ Extracción animal. ▪ Extracción mecanizada. <ul style="list-style-type: none"> - Extracción con skiders. - Sistemas de corto alcance. - Sistemas de mediano alcance. - Sistemas de largo alcance. ▪ Métodos de extracción. ▪ Sistemas de evacuación sobre vías forestales. ▪ Implicaciones ambientales.
Unidad No. 5 Cubicación de madera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Glosario. ▪ Medición de madera en troza. ▪ Medición de madera apilada. ▪ Medición de madera procesada. ▪ Medición de bolillo. ▪ Medición de leña. ▪ Medición de postes. ▪ Conversiones. ▪ Uso de tablas de volumen para madera.
Unidad No. 6	

Procesos de la madera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Patio de apilado. ▪ Despiece de las trozas. <ul style="list-style-type: none"> - Despiece paralelo. - Despiece tangencial. - Despiece en cruz. ▪ Secado. ▪ Almacenamiento. ▪ Defectos de la madera. ▪ Principios de carpintería.
-----------------------	---

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Practicas de campo.
3. Elaboración de un proyecto de carpintería.
4. Giras de estudio.

VI. Bibliografía

De Parada, G. 1,983. La madera y los trópicos. Guatemala. Impresos industriales. 267 p.

Fernández, J; Diez, M; Hermoso, E; Mier, R. 2003. Manual de clasificación de madera. España. 38 P.

Instituto Nacional de Bosques. Guía practica para la cubicación de madera. Ed, INAB. Guatemala. 18 p.

Young, RA. 1991. Introducción a las ciencias forestales. Trad. José Urtado Vega. México. Limusa. 522 p.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
QUINTO PERITO

I. Presentación

Nombre del curso: Política Forestal

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

La política forestal se expresa como una declaración del gobierno de Guatemala, con respecto a la política a seguir, en materia de uso, administración, recuperación y manejo de los recursos forestales y constituye un instrumento educativo para el fomento de la cultura forestal como elemento estratégico para un mayor crecimiento y desarrollo de la actividad económica forestal, en beneficio de la sociedad guatemalteca.

Bajo ese esquema, el curso de política forestal pretende dar al estudiante información general, conceptual y específica que les permita generar pensamiento crítico sobre los temas centrales del mismo para poder tomar decisiones técnicas y profesionales relacionadas con su quehacer individual, laboral o profesional, en materia del recurso forestal.

El curso de Política forestal, esta ubicado en el segundo ciclo escolar de la carrera de Industria de la Madera, impartida en el Instituto tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Participar activamente en procesos de toma de decisión siguiendo las líneas de política y dentro del marco legal forestal nacional.
2. Conocer la problemática actual del sector forestal guatemalteco.
3. Comprender y describir la política forestal de Guatemala.
4. Evaluar y monitorear las condiciones esenciales para el cumplimiento de la política forestal.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Principios generales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceptos de derecho. ▪ Ubicación dentro del contexto. ▪ Referencias a la constitución política de la republica. ▪ Listado de abreviaturas. ▪ Presentación e introducción de la política

	forestal.
Unidad No. 2 Principales problemas del sector forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avance de la frontera agrícola y pérdida de bosque natural. ▪ Competitividad del sector forestal. ▪ Cambio de uso y sobre explotación de la tierra. ▪ Pérdida del recurso bosque a causa de la cosecha de leña. ▪ Procesos administrativos en instituciones forestales estatales.
Unidad No. 3 Las nuevas condiciones en el sector forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La nueva era de la paz. ▪ La política agraria y sectorial explícita. ▪ La reconversión del estado y el marco de funcionamiento de políticas del MAGA. ▪ Programa nacional de competitividad. ▪ El sistema guatemalteco de áreas protegidas. ▪ Un nuevo marco legal y una nueva institucionalidad. ▪ El plan de acción forestal para Guatemala.
Unidad No. 4 Descripción de la política forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición de la política. ▪ Principios de la política. ▪ Objetivos de la política. ▪ Áreas de acción, estrategias e instrumentos de política.
Unidad No. 5 Elementos generales para la aplicación de la política	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ley forestal, decreto 101-96. ▪ Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89 y sus reformas (Decreto 18-89 y Decreto 110-96). ▪ Ley de Protección y Conservación del Medio Ambiente. ▪ Otras leyes y normas relacionadas a los recursos genéticos forestales. ▪ Estructura de organismos ejecutores gubernamentales. ▪ Programa de los organismos ejecutores gubernamentales. ▪ Condiciones esenciales para el cumplimiento de la política forestal. ▪ Metas, monitoreo y evaluación de la política forestal.

<p>Unidad No. 6 Convenios, instituciones y organizaciones involucrados en la cooperación ambiental nacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ▪ .Convenios internacionales ratificados por Guatemala. ▪ Instituciones, organizaciones y proyectos involucrados en los recursos forestales. ▪ Cooperación regional e internacional.
--	---

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Laboratorios de análisis y mesas de dialogo.
3. Investigaciones y exposiciones individuales y grupales.
4. Lecturas de documentos y elaboración de mapas conceptuales

VI. Bibliografía

CONAMA, GEF-PNUD, Guatemala. 1999. *Estrategia Nacional para la Conservación y uso Sostenible de la Biodiversidad*. Editorial Serviprensa, Guatemala. 7 tomos.

CONAP. 2002. Áreas Protegidas declaradas durante el período 1995 al 2002. Información proporcionada por el Ing. Agr. Pedro Pineda, Director Técnico del CONAP. Consejo Nacional De Áreas Protegidas.

MAGA/PAFG/INAB/CONAP. 1999. Política Forestal de Guatemala.

República de Guatemala. 1989. decreto No. 4-89 del congreso de la república de Guatemala, ley de áreas protegidas. 7 de febrero de 1989.

República de Guatemala. 1996. decreto no. 101-96 del congreso de la república de Guatemala, ley forestal. 31 de octubre de 1996.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
SEXTO PERITO

I. Presentación

Nombre del curso: Inventarios Forestales

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

El punto de partida para la toma de decisiones en la planificación del manejo forestal de plantaciones forestales y de bosques naturales, bajo el concepto de rendimiento sostenido; esta constituido por una base de datos e información confiable generada mediante un inventario forestal. Dentro de este contexto los inventarios forestales, constituyen una herramienta fundamental en la silvicultura, ya que integran elementos de carácter cuantitativo y cualitativo, útiles en la elaboración del plan de manejo forestal, el cual contendrá en forma sistemática y ordenada las actividades desarrolladas al recurso forestal, con la finalidad de producir bienes y servicios de forma continua y sin agotar los recursos asociados al bosque.

En el desarrollo de este curso se dan a conocer las técnicas para la cuantificación y calificación del recurso forestal, descripción de características ecológicas - silvícola y su presentación estadística, que permitan evaluar sus posibilidades de aprovechamiento o conservación.

El curso de Inventarios Forestales esta ubicado en el tercer ciclo escolar de la carrera de Industria de la Madera, impartida en el Instituto tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Comprender y describir los aspectos conceptuales y metodológicos referentes a un inventario forestal.
2. Medir, cuantificar y calificar masas forestales.
3. Analizar e interpretar los resultados de un inventario forestal.
4. Elaborar un plan general de manejo forestal.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Dasometría	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instrumentos de medición forestal. <ul style="list-style-type: none"> ○ Medición de pendientes. ○ Medición de alturas. ○ Medición de diámetros. ○ Medición de corteza. ○ Determinación de edades.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Principios trigonométricos y geométricos de los instrumentos de medición forestal. ▪ Variables dasométricas. ▪ Introducción al uso de GPS. ▪ Medición de suelos forestales.
Unidad No. 2 Definición y tipos de inventarios forestales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción. ▪ Tipos de inventarios forestales <ul style="list-style-type: none"> ○ Según el objetivo. ○ Según la forma de tomar los datos. ○ Según el grado de precisión.
Unidad No. 3 Estadística básica para inventarios forestales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición. ▪ Conceptos estadísticos básicos.
Unidad No. 4 Forma y tamaño de parcelas de muestreo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Revisión de literatura. ▪ Parcelas temporales. <ul style="list-style-type: none"> - Elección del tamaño de la parcela. - Elección de la forma de la parcela. ▪ Parcelas permanentes.
Unidad No. 5 Muestreo forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimiento general para realizar un I.F por muestreo. ▪ Métodos o sistemas de muestreo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Muestreo simple al azar. ○ Muestreo sistemático. ○ Muestreo estratificado. ▪ Tamaño de la muestra. ▪ Consideraciones finales.
Unidad No. 6 Otros sistemas o métodos de muestreo forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Muestreo con parcelas de dimensiones variables. ▪ Muestreo por conglomerados.

Unidad No. 7 Análisis, interpretación y presentación de resultados de un inventario forestal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resultados básicos. <ul style="list-style-type: none"> ○ Abundancia de especies. ○ Área basal. ○ Clase de calidad de fustes. ○ Volumen de madera. ▪ Determinación del diámetro mínimo de corta. ▪ Especies protegidas. ▪ Métodos de manejo y regeneración del
---	---

	bosque. ▪ Determinación de la corta anual permisible.
Unidad No. 8 El plan de manejo forestal	▪ Antecedentes. ▪ Descripción del plan de manejo forestal. ▪ Componentes del P.M.F. ▪ Estructura, características y contenido del plan general de manejo. ▪ Plan operativo anual. (POA)

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Planificación y ejecución de un Inventario Forestal.
3. Investigaciones y exposiciones individuales y grupales.
4. Practicas de campo.
5. Giras de estudio.

VI. Bibliografía

Cochran, W; Cox, G. 1980. Diseños experimentales. Editorial Trillas, México. p. 132-145.

Ferreira, R. 1982. Manual de inventarios forestales. Honduras. Escuela Nacional de Ciencias Forestales y Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. 102 p.

Mendoza Briseño. 1993. Conceptos básicos de manejo forestal. Balderas, México. Limusa. 159 p.

Palacios Lopez, ER. 2003. Guía de Estudio: Inventarios Forestales. Barcena, Villa Nueva, Escuela Nacional Central de Agricultura. 101 p.

Young, RA. 1991. Introducción a Las Ciencias Forestales. Trad. José Urtado Vega. México. Limusa. 522 p.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
SEXTO PERITO

I. Presentación

Nombre del curso: Maquinaria y equipo

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

Las actividades de producción e industrialización de los productos forestales demanda una gran cantidad de mano de obra, maquinaria y equipo forestal, los cuales deben de funcionar perfectamente para garantizar la eficiencia de los procesos productivos. Por esta razón los profesionales de la industria forestal deben conocer y manejar las principales maquinas y herramientas utilizadas en los aprovechamientos forestales y procesos industriales de la madera.

El curso tiene como objetivo proporcionar al alumno conocimientos básicos sobre la constitución, funcionamiento y empleo de la maquinaria, equipo y herramientas empleadas en la actividad forestal de aprovechamiento y transformación de la madera. De forma adicional se le proporcionará al alumno los conocimientos necesarios para la elección y empleo de maquinaria bajo los aspectos técnicos y económicos en la industria transformadora.

El curso de Maquinaria y equipo, esta ubicado en el tercer ciclo escolar de la carrera de Industria de la Madera, impartida en el Instituto tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

5. Identificar la maquinaria y equipo utilizado en los aprovechamientos forestales.
6. Conocer el funcionamiento y manejar la maquinaria y el equipo utilizado en la transformación de la madera.
7. Seleccionar la maquinaria y el equipo según el proceso de producción destinado y bajo los aspectos técnicos y económicos correspondientes.
8. Conocer las operaciones básicas para el mantenimiento de la maquinaria y el equipo forestal.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Maquinaria utilizada en aprovechamientos forestales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tractor forestal (Skider). <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción. ○ Clasificación. ○ Características fundamentales. ○ Principales modificaciones. ▪ Cosechadora.

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Introducción. ○ Función. ○ Clasificación de la máquina. <ul style="list-style-type: none"> - Según el punto de unión. - Según el tren de rodaje. - Órganos de trabajo. <ul style="list-style-type: none"> - Primarios. - Secundarios. ▪ Autocargador. <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción. ○ Función. ○ Clasificación. ○ Órganos de trabajo. ○ Otros elementos del autocargador. ▪ Empacadora forestal. <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción. ○ Función en el aprovechamiento. ○ Modelos existentes. ▪ Huinch <ul style="list-style-type: none"> ○ Huinche manual motorizado. ○ Huinche portátil. ○ Huinche para tractor agrícola.
<p>Unidad No. 2 Equipo utilizado en los aprovechamientos forestales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ganchos deslizantes. ▪ Pasador Terminal. ▪ Eslabones. ▪ Yunques. ▪ Hincadotes. ▪ Excavadora de tierra. ▪ Azada y hachas. ▪ Destoconador. ▪ Gancho de uso general. ▪ Poleas. <p>Herramientas para anillar.</p>
<p>Unidad No. 3 Equipo utilizado en procesos de transformación de la madera</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herramientas manuales. <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción. ○ Uso. ▪ Herramientas para aserrar. <ul style="list-style-type: none"> ○ Conceptos. ○ Serrado manual. ○ Serrado a máquina.
<p>Unidad No. 4 Maquinaria utilizada en procesos industriales de transformación de</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elevación de las trozas al piso del aserradero.

la madera	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lavadora de trozas. ▪ Plataforma de trozas. ▪ Sierras desorilladotas. ▪ Plateadores, cargadores y volteadores. ▪ Sierra principal. ▪ El carro. ▪ Carros para sierras múltiples. ▪ Canteadoras. ▪ El cabeceador de trozas. ▪ Reaserradoras. ▪ Sierras múltiples. ▪ Astilladota. ▪ Equipo de cepillado y moldurado.
Unidad No. 5 Operaciones de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maquinas de motor. <ul style="list-style-type: none"> ○ Servicios generales. ○ Frecuencia. ▪ Sierras industriales. <ul style="list-style-type: none"> ○ Afilado. ○ Tensado. ○ Recalcado.
Unidad No. 6 Indicadores de eficiencia en el aserrado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coeficiente de aprovechamiento. ▪ Velocidad de avance. ▪ Eficiencia de la sierra principal y secundaria.

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Investigaciones y exposiciones individuales y grupales.
3. Practicas de campo y laboratorio.
4. Giras de estudio.

VI. Bibliografía

Courtland Brown, N; Bethel, JS. La industria maderera. Limusa, México. 391 p.

FAO. 1990. Manual de tecnología básica para el aprovechamiento de la madera. Fascículo 6. Roma. 60 p.

**INSTITUTO TECNOLOGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
SEXTO PERITO**

I. Presentación

Nombre del curso: Tratamientos de la madera

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

El objetivo principal de la protección de la madera, es mejorar sus prestaciones incrementando su vida útil. Las medidas adoptadas han ido evolucionando a lo largo del tiempo; desde la implementación de maderas con durabilidad natural hasta los tratamientos artificiales, utilizados en la actualidad.

Con el desarrollo de este curso, se transmitirán los conocimientos básicos para que el estudiante genere un amplio espectro de las posibles alternativas de protección, ya sea sin la utilización de productos químicos, como sería la elección de maderas de alta resistencia natural, protección biológica y arquitectónica, o bien el uso de productos químicos, sus requerimientos, propiedades, métodos de impregnación y los métodos de control de calidad de los productos tratados.

El curso de Tratamientos de la Madera está ubicado en el tercer ciclo escolar de la carrera de Industria de la Madera, impartida en el Instituto tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar este curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. Identificar los agentes degradadores de la madera.
2. Manejar y aprovechar la durabilidad natural de la madera.
3. Conocer y aplicar los diferentes métodos de tratamiento de la madera.
4. Diseñar y dirigir programas de protección preventiva para maderas.
5. Evaluar la calidad de los productos tratados.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Reseña histórica y aspectos introductorias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La protección artificial de la madera en las civilizaciones primitivas. ▪ Tendencias y evolución de los productos protectores. ▪ El secado como proceso previo al tratamiento de la madera.

<p>Unidad No. 2 Agentes degradadores de la madera</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agentes atmosféricos. ▪ Agentes xilófagos. ▪ Fuego. ▪ Compuestos químicos.
<p>Unidad No. 3 Condiciones que afectan el comportamiento de los biodeterioradores</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Humedad. ▪ Temperatura. ▪ Disponibilidad de oxígeno. ▪ pH
<p>Unidad No. 4 Durabilidad natural</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción y conceptos. <ul style="list-style-type: none"> - Contra hongos xilófagos. - Contra insectos xilófagos. - Contra insectos sociales. - Contra xilófagos marinos. - Contra el fuego. ▪ Clases de durabilidad natural. ▪ Impregnabilidad. ▪ Aspectos prácticos
<p>Unidad No. 5 Métodos o sistemas de tratamiento de la madera</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción. ▪ Mecanización de piezas tratadas. ▪ Pincelado. ▪ Pulverización. ▪ Inmersión breve. ▪ Inmersión prolongada. ▪ Difusión. ▪ Tratamientos con presión <ul style="list-style-type: none"> ○ Sistema de célula llena. ○ Sistema de célula vacía. ▪ Doble vacío. ▪ Madera termotratada.
<p>Unidad No. 6 Tipos de productos protectores</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Composición. ▪ Características. ▪ Propiedades insecticidas y fungicidas. ▪ Clasificación de los productos protectores. <ul style="list-style-type: none"> ○ Hidrosolubles. ○ Orgánicos. ▪ Formas de presentación. ▪ Duración del tratamiento y vida útil de la madera tratada.
<p>Unidad No. 7</p>	

Protección de la madera contra el fuego	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceptos y definiciones importantes ▪ Productos retardantes. <ul style="list-style-type: none"> ○ Productos aplicados en autoclave. ○ Productos mezclados con los adhesivos en los tableros. ○ Pinturas y barnices. ○ Otros productos. ▪ Efecto de los productos retardantes sobre las propiedades de la madera. ▪ Reacción y resistencia al fuego de la madera.
Unidad No. 8 Control de calidad de los productos preservados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición. ▪ Toma de muestras. <ul style="list-style-type: none"> ○ Numero de muestras. ○ Selección de muestras. ▪ Impregnabilidad. ▪ Penetración. ▪ Retención. ▪ Certificado de calidad de la madera tratada.

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Investigaciones y exposiciones individuales y grupales.
3. Practicas de campo y laboratorio.
4. Giras de estudio.

VI. Bibliografía

Peraza Sánchez, F. 2001. Protección preventiva de la madera. Madrid, España, Palermo. 437 p.

Tuset, R; Duran, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Uruguay. 687 p.

Vaca De Fuentes, RB. 1998. Técnicas para la preservación de la madera. Bolivia, Universidad Autónoma Juan Misael Caracho. Consultado 5 ene. 2006. Disponible: <http://bolfor.chemonics.net/DOCUMENT/dt65.pdf>

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE NOR ORIENTE
CARRERA: INDUSTRIA DE LA MADERA
ÁREA ESPECÍFICA
SEXTO PERITO**

I. Presentación

Nombre del curso: Procesos Industriales III

Código:

Horario:

Docente responsable:

II. Introducción

La producción forestal se caracteriza por precisar de períodos relativamente largos para su concreción. Esta situación presiona hacia la reducción de la rentabilidad por efecto del elevado costo del capital causado por los largos períodos de capitalización que caracteriza el manejo del bosque.

La industria forestal es el medio por el cual se logra un mayor valor agregado que permite transferir recursos de la fase de transformación hacia la producción, consecuentemente es una estrategia importante para lograr la sostenibilidad de la producción forestal.

El presente curso se localiza en el tercer ciclo de la carrera de Perito en Industria de la Madera; impartida en el en el Instituto tecnológico de Nor oriente (ITECNOR), La Fragua, Zacapa.

III. Objetivos

Al finalizar el curso, el estudiante:

1. Estará en capacidad de interpretar la situación actual de la industria forestal en Guatemala.
2. Identificará los principios básicos del procesamiento de la madera con fines de obtener madera dimensionada, seca y laminada.
3. Conocerá la metodología para obtener energía y extraíbles de productos forestales.
4. Habrá tomado conciencia de la importancia económica y social del procesamiento de los productos forestales.
5. Planificará y ejecutará operaciones de procesamiento de productos del bosque en condiciones de Guatemala.

IV. Contenido del curso

UNIDAD	CONTENIDOS
Unidad No. 1 Importancia de los procesos industriales de los productos del bosque.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esquema de los productos forestales. ▪ Importancia de los procesos industriales de los productos del bosque. ▪ Situación nacional de la industria forestal. ▪ Comercio internacional de los productos forestales.
Unidad No. 2	

Secado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Principios del secado. ▪ Secado Natural. <ul style="list-style-type: none"> - Preparación y distribución del patio de secado. - Encastillado. ▪ Secado Artificial. <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones generales para la estufa de secado. - Encastillado. - Programa de secado. ▪ Defectos que surgen en el secado.
Unidad No. 3 Aserrío	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tipos de aserradero. ▪ Principios del corte con sierra. ▪ Indicadores de eficacia y eficiencia en el aserradero. ▪ Sistemas de aserrío. ▪ Madera laminada, contrachapada y tableros MDF.
Unidad No. 4 Pulpeo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importancia de la pulpa para Guatemala. ▪ Esbozo de la naturaleza química de la madera. ▪ Procesos de obtención y procesamiento de pulpa. ▪ Calidad de los productos obtenidos. ▪ Protección ambiental. ▪ Reseña de CELGUSA.
Unidad No. 5 Productos extraíbles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Importancia de los extraíbles. ▪ Procesos de obtención y procesamiento de extraíbles: <ul style="list-style-type: none"> - Resinas. - Taninos. - Aceites esenciales.
Unidad No. 6 Energía	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fuentes alternas de energía. ▪ Pirolisis de la madera. ▪ Proceso de carbonización, principios, instalaciones y productos. ▪ Madera como energético. ▪ Combustibles derivados de la madera. <ul style="list-style-type: none"> - Etanol. - Metanol. - Carbón y otras sustancias químicas. ▪ Plantaciones de energía.

V. Metodología docente

1. Clases magistrales de los contenidos teóricos y conceptuales; apoyadas con la pizarra y presentaciones en Microsoft Power Point.
2. Elaboración de un texto paralelo.
3. Giras de estudio.
4. Lecturas de documentos y elaboración de resúmenes.

VI. Bibliografía

López R., F. s/f. Fitoquímica aceites esenciales. México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 8-20.

Romahn De La V, C. 1992. Principales productos forestales no maderables de México. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 376 p.

Saravia, JM. 2005. Módulo de industria forestal. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 41 p.

Vásquez Villatoro, R. 2000. Diagnóstico de la industria de aserrío de coníferas en Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación / Plan de Acción Forestal para Guatemala. 49 p.

Young, RA. 1991. Introducción a las ciencias forestales. Trad. José Urtado Vega. México, Limusa. 522 p.