

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de roble blanco
(*Quercus segoviensis* Liebm.) de la finca La Montañita, San Agustín
Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala**

EDGAR OMAR CAMEY ARTEAGA

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2024

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE
ROBLE BLANCO (QUERCUS SEGOVIENSIS LIEBM.) DE LA FINCA LA MONTAÑA,
SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO, GUATEMALA**

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

POR

EDGAR OMAR CAMEY ARTEAGA

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

EN

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIATURA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



RECTOR

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Boilis

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutierrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Br. Sahara Yarith Méndez Anckermann
VOCAL V	P.A.E. Jonshual Nehemias Xinico Ajú
SECRETARIO	Ing. Agr. Edi Noé Quan Barrios

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2024

Guatemala, noviembre 2024

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

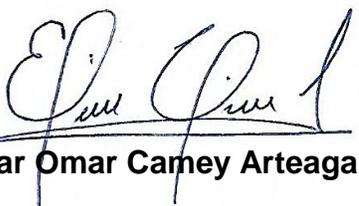
Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“Características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de roble blanco (*Quercus segoviensis* Liebm.) de la finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala”** como requisito previo a optar al título de **Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables**, en el grado académico de **Licenciatura**.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Edgar Omar Carney Arteaga

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios

Por darme la vida, iluminar mis pasos.

Mis padres

Octaviano Camey y Norma Arteaga, por su apoyo incondicional, sus sabias palabras, su sacrificio y su amor infinito.

Mi esposa

Zulma Chinchilla, por tener siempre las palabras para animarme y nunca dejar que me rindiera.

Mis hijos

Oliver y Adrian Camey, que este triunfo sea un ejemplo para que ellos cumplan sus sueños.

Mi hermano

Esvin Camey, por apoyarme incondicionalmente.

Mis abuelos

José Camey(†), Martina Ramírez(†), Ricardo Arteaga(†), y Virginia Alvarado(†), por sus buenos consejos siempre los llevare en mi mente y corazón.

Agradecimiento especial

Alberto Chinchilla, Vicenta Ixcajoc(†), Pantaleón Soto, y Elena González(†), por su cariño inmenso.

Mis compañeros

Por siempre apoyarnos ya que todos teníamos un fin en común.

Mis amigos

Por las risas y los buenos momentos que siempre llevaremos en los recuerdos.

AGRADECIMIENTOS

A:

FACULTAD DE AGRONOMÍA: Por convertirse en mi hogar, formarme y enseñarme a no rendirme.

MI ASESORA Dra. Maura Quezada: Por su amistad, paciencia y apoyo proporcionado durante el proceso de la investigación.

MI SUPERVISOR Msc. José Mario Saravia Molina: Por su amistad y todo el apoyo brindado durante el proceso de EPS y la elaboración de la investigación.

A LA ENCA: Por abrirme las puertas de su centro de estudios y permitir realizar el ejercicio profesional supervisado EPS, en especial al claustro de docentes del área forestal y a los trabajadores de la finca La Montañita.

AL Ing. Vinicio Arreaga: Por brindarme la oportunidad de poder realizar el EPS y por el apoyo que brindó durante su gestión.

AL Laboratorio Forense para Identificación y Descripción de Maderas: Por su valioso apoyo durante la realización de la determinación anatómica de la madera.

A LA Inga. Elisa Choxom: Por su amistad y su valioso apoyo durante mi estadía en el Laboratorio de Maderas.

A LA Ing. Msc. Myrna Ethel Herrera Sosa: Por su amistad y su valioso apoyo durante mi estadía en el Laboratorio de Maderas.

AL Ing. For. Luis Velásquez: Por su amistad y su valioso apoyo durante mi estadía en el Laboratorio de Maderas.

AL Dr. José Pablo Prado Cordova: Por su amistad y apoyo durante la finalización de la investigación.

A LA ESTUDIANTINA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA: Por la amistad de cada uno de sus miembros ya que todos aportábamos nuestros talentos para formar algo importante. ¡Aupa Tuna!

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	ix
CAPÍTULO I: Diagnóstico de la finca reserva forestal La Montañita, Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.....	1
INTRODUCCIÓN	3
MARCO REFERENCIAL.....	3
Localización geográfica.....	3
Características Biofísicas.....	4
Organigrama de la Escuela Nacional Central de Agricultura	5
Localización geográfica.....	6
Actividades productivas	6
Infraestructura física y servicios	6
Carretera de acceso.....	7
Características Biofísicas.....	7
Clima.....	7
Zonas de vida.....	7
Suelos	8
Recurso hídrico.....	8
Uso actual de la tierra	9
OBJETIVOS	9
General	9
Específicos.....	9
METODOLOGÍA	9
Fase de campo	10
Obtención de información secundaria.....	10
Obtención de información primaria	10
Fase de gabinete	10
RESULTADOS.....	11

CONTENIDO	PÁGINA
Matriz de priorización	13
CONCLUSIONES.....	14
RECOMENDACIONES	16
REFERENCIAS.....	17
CAPÍTULO II: Características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de roble blanco (<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.) de la finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala	18
RESUMEN	20
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	21
JUSTIFICACIÓN	22
MARCO CONCEPTUAL	23
Características botánicas y taxonómicas	23
Características morfológicas	23
Montaje microscópico	24
Tinción	25
Estructuras anatómicas.....	25
Características Físicas (organolépticas)	26
Color	26
Brillo	26
Olor	27
Dirección del grano	27
Densidad básica.....	27
Porcentaje de contracción.....	29
Coeficiente de anisotropía	30
Normas ASTM.....	30
ASTM D 143 – 94 (Reapproved 2000).....	31
Propiedades estructurales	32
MARCO REFERENCIAL.....	33
Ubicación geográfica.....	33

CONTENIDO	PÁGINA
Clima.....	34
Zonas de vida.....	35
Geología	36
Suelos	36
Recurso hídrico	37
Uso actual de la tierra	38
OBJETIVOS	40
General	40
Específicos.....	40
METODOLOGÍA	40
Recopilación de información	40
Fase de campo.....	40
Obtención de información secundaria	40
Obtención de información primaria.....	41
Selección de los especímenes en estudio.....	41
Manejo de las muestras.....	42
Fase de gabinete	42
Identificación taxonómica de la especie de <i>Quercus sp</i>	42
Características anatómicas.....	43
Características físicas (organolépticas).....	44
Contenido de humedad y densidad básica.....	44
Potencial calórico	44
Propiedades mecánicas	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
Identificación taxonómica de la especie de <i>Quercus</i>	45
<i>Quercus segoviensis</i> Liebm.....	45

CONTENIDO	PÁGINA
<i>Quercus purulhana</i> Trel.	46
<i>Quercus peduncularis</i> Née	46
Clasificación botánica de la especie de <i>Quercus</i>	48
Características anatómicas de la madera	49
Características Organolépticas	56
Características Físicas de la Madera	57
Características Mecánicas	60
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS.....	65
APÉNDICE	69
CAPÍTULO III: Servicios realizados en finca reserva forestal La Montañita, San Agustín Acasaguastlan, El Progreso y Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala	84
INTRODUCCIÓN	86
OBJETIVOS	87
Servicio 1: Actualización de los datos de las plantaciones de <i>Pinnus sp</i> de la parte baja en el sector “A” de la finca La Montañita, para poder ingresar nueva papelería de actualización al INAB.	87
Presentación	87
Objetivos	87
Metodología	87
Material y equipo.....	88
Resultados	88
Discusión	90
Conclusiones.....	90
Recomendaciones	91
Servicio 2: Rectificación de los rodales internos de la finca La Montañita.	91
Presentación	91

CONTENIDO	PÁGINA
Objetivos	91
Metodología	91
Material y equipo.....	92
Resultados	92
Discusión	94
Conclusiones.....	95
Recomendaciones	95
 Servicio 3: Base de datos de las parcelas de muestreo dentro de finca La	
Montañita....	95
Presentación	95
Objetivo	95
Metodología	96
Materiales	96
Resultados	96
Discusión	98
Conclusiones.....	98
Recomendaciones	98
 Servicio 4 (no planificado): Apoyo técnico-docente curso de Cartografía a estudiantes	
de primer año sección “B”	99
Presentación	99
Objetivos	99
Metodología	99
Materiales	99
Resultados	99
Discusión	100
Conclusiones.....	101
REFERENCIAS.....	102
APÉNDICE	103

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 Organigrama maestro Escuela Nacional Central de Agricultura	5
Figura 2 Mapa de ubicación finca La Montañita, ENCA, 2018	34
Figura 3 Mapa de zonas de vida presentes en finca La Montañita, ENCA, 2018.....	35
Figura 4 Mapa de orden de suelos presentes en finca La Montañita, ENCA, 2018	37
Figura 5 Mapa de corrientes presentes en finca La Montañita, ENCA, 2018	38
Figura 6 Mapa de uso 2017 finca La Montañita. ENCA, 2018.....	39
Figura 7 Corte transversal	50
Figura 8 Detalle de los vasos	50
Figura 9 Detalle vasos con tilides y sin tilides	51
Figura 10 Corte tangencial	51
Figura 11 Detalle de radio en agregado (RA).....	52
Figura 12 Detalle de las filas de las células del radio en agregado (RA) y de los radios uniseriados	52
Figura 13 Corte radial.....	53
Figura 14 Detalle de los campos de cruce de los radios uniseriados	53
Figura 15 Detalle de radio en agregado	54
Figura 16 Detalle de cristales prismáticos	54
Figura 17 Placa de perforación	55
Figura 18 Detalle de fibras	55
Figura 19 A Manejo de muestras	69
Figura 20 A Almacenado de trozas	69
Figura 21 A Descortezado de trozas	70
Figura 22 A Corte de piezas.....	70
Figura 23 A Madera secada	71
Figura 24 A Manejo de probetas	71
Figura 25 A Prueba mecánica Tensión perpendicular al grano.....	72
Figura 26 A Prueba mecánica Flexión estática	72
Figura 27 A Prueba mecánica Tensión paralela al grano.....	73
Figura 28 A Prueba mecánica Clivaje	73

FIGURA	PÁGINA
Figura 29 A Prueba mecánica Corte paralelo al grano.....	74
Figura 30 A Prueba mecánica Compresión paralela al grano	74
Figura 31 A Prueba mecánica Compresión perpendicular al grano	75
Figura 32 A Prueba mecánica Dureza	75
Figura 33 A Resultado de laboratorio Ministerio de Energía y Minas (MEM)	76
Figura 34 Mapa de plantaciones de pino parte baja finca La Montañita	89
Figura 35 Mapa de rodales finca La Montañita	93

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
Tabla 1 Matriz de priorización	13
Tabla 2 Clasificación de Densidad básica	28
Tabla 3 Clasificación valores de contracción	29
Tabla 4 Coeficiente de anisotropía	30
Tabla 5 Resumen datos de Laboratorio MEM	60
Tabla 6 Medidas tendencia central en pruebas mecánicas	61
Tabla 7 B Datos de densidad en madera de Quercus segoviensis Liebm.....	77
Tabla 8 B Datos de piezas para determinar contracción Inicio de experimento	78
Tabla 9 B Datos de piezas para determinar contracción Final de experimento	78
Tabla 10 B Resultados de pruebas mecánicas realizadas	79
Tabla 11 Resumen plantaciones pino parte baja finca La Montañita.....	88
Tabla 12 Base de datos coordenadas de parcelas de muestreo 2018	97
Tabla 13 B Coordenadas UTM y GTM de los polígonos de la plantación de pino Pinus oocarpa Parte baja, Finca La Montañita.....	103
Tabla 14 B Coordenadas del centro de parcelas establecidas dentro de los polígonos de plantación de pino.....	107
Tabla 15 B Datos de plantaciones de pino parte baja del sector “A” finca La Montañita.....	108

Diagnóstico de la finca reserva forestal La Montañita, Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, Características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de roble blanco (*Quercus segoviensis* Liebm.) de la finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala, Y SERVICIOS EN finca La Montañita, El Progreso, Escuela Nacional Central de Agricultura, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el apoyo del Área Forestal de la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” ubicada en la finca Bárcena, municipio de Villa Nueva, Guatemala. En su contenido integra los resultados obtenidos de las fases de diagnóstico, investigación y servicios realizados sobre las características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de roble blanco (*Quercus segoviensis* Liebm.) En la finca La Montañita, esto se llevó a cabo durante el Ejercicio Profesional Supervisado EPS comprendido en los meses de Febrero a Noviembre del año 2018.

El capítulo I corresponde al diagnóstico, el cual consistió en un reconocimiento del estado forestal y así determinar el estado actual describiendo los aspectos más relevantes como su ubicación, características biofísicas, estructura organizacional y sus actividades en cada área, tanto dentro de las instalaciones de la ENCA así como la finca La Montañita, para lo cual se recorrió el total de área del sector “A” de la Finca “La Montañita” tomando datos de GPS y verificando los límites con las colindancias, además de hacer uso del método de observación con la finalidad de poder describir los problemas más relevantes y evidentes, también se recorrió el área con cobertura forestal de la ENCA acompañado de trabajadores y docentes que conocían las plantaciones de cada lugar.

En el capítulo II, se presenta la investigación correspondiente para las características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de roble blanco (*Quercus segoviensis*

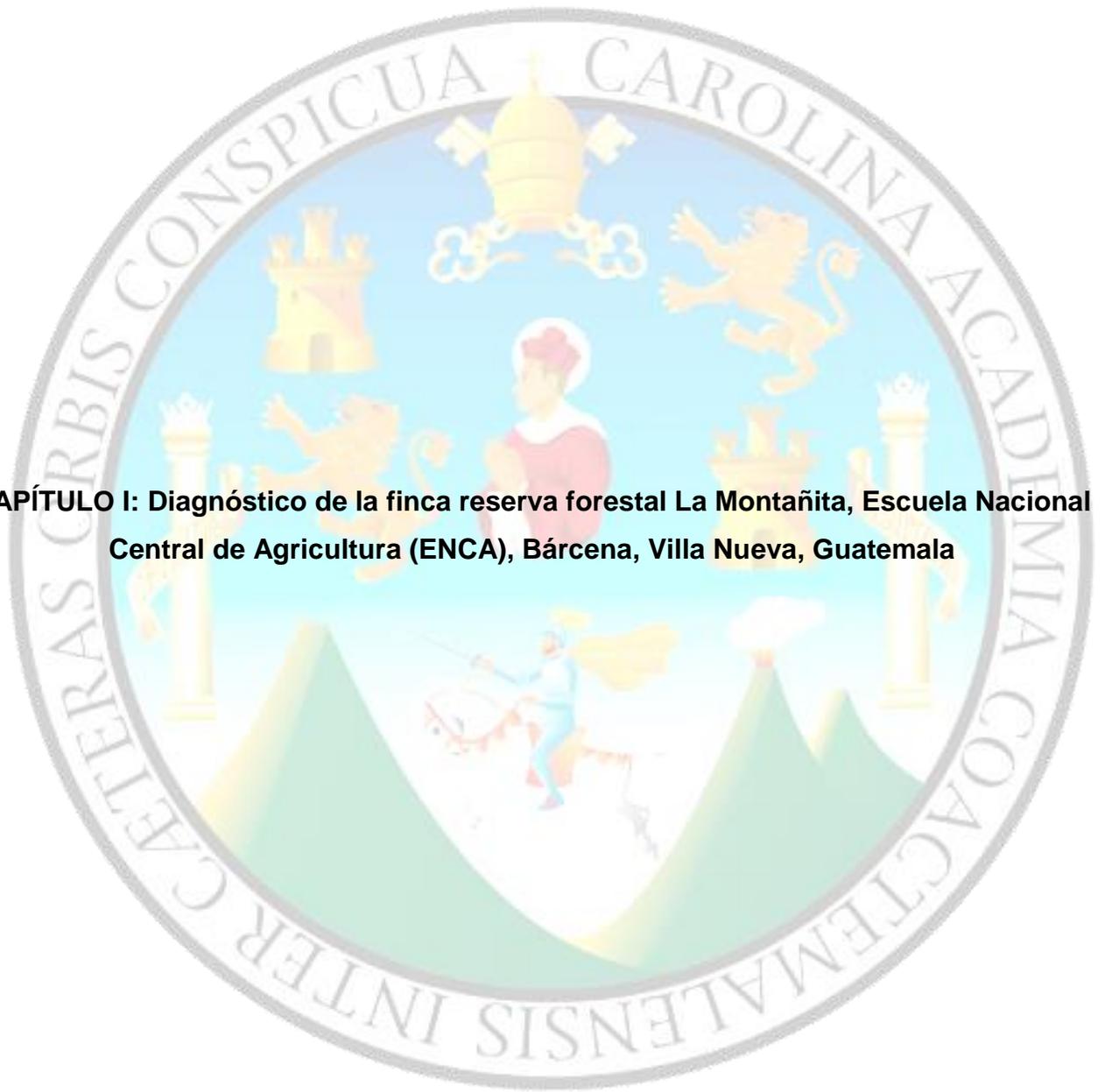
Liebm.) Para lo cual se dividió en tres fases, la primera que se centraría en la obtención de muestras de las especies de interés, realizando una visita de campo a la finca La Montañita, ya con las muestras se identificó la especie con el apoyo del Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala USCGCECON.

La segunda fase fue la obtención del material maderable con el cual se iban a realizar los estudios posteriores, se manejaron trozas de 1m de largo y DAP de 25cm, las cuales fueron descortezadas y se llevaron a un horno de secado para llevar la madera a un estado anhidro y poder realizar las respectivas probetas tanto para estudios anatómicos, físicos y mecánicos ya que este último al realizarse con la norma ASTM D-143 se necesitaba que tuviera medidas exactas.

La tercera fase consistió en la realización del estudio anatómico de la especie realizando cortes en 3 secciones siendo transversal, tangencial y radial así como macerados para la obtención de material y poder observar las estructuras como fibras y vasos. Se obtuvieron muestras para realización de propiedades físicas y por ultimo las propiedades mecánicas que se realizaron en una maquina universal propiedad de la ENCA.

El capítulo III presenta los servicios realizados, como parte del ejercicio profesional supervisado EPS, se realizaron servicios de “Actualización de los datos de las plantaciones de *Pinnus sp*”, “Rectificación de los rodales internos de la finca La Montañita”, “Base de datos de las parcelas de muestreo dentro de la finca La Montañita” así como “Apoyo técnico-docente”, estas actividades se llevaron a cabo con la finalidad de establecer bases para futuras investigaciones sobre temas forestales dentro de las diferentes áreas que comprende la ENCA y finca La Montañita.

CAPÍTULO I: Diagnóstico de la finca reserva forestal La Montañita, Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), Bárcena, Villa Nueva, Guatemala



INTRODUCCIÓN

Como parte del ejercicio profesional supervisado se llevó a cabo el diagnóstico institucional de la Escuela Nacional Central de Agricultura “ENCA” así como a la Finca “La Montañita” para profundizar en el estado actual y describir los aspectos más relevantes como su ubicación, características biofísicas, estructura organizacional y sus actividades en cada área.

Para cubrir el objetivo de generar información actualizada de la ENCA y la Finca “La Montañita” se llevó a cabo un levantamiento de información a través de documentación física en la biblioteca, así como una visita técnica a la finca para corroborar el estado de las plantaciones y las áreas delimitadas anteriormente. Se tuvo acceso a la documentación de las plantaciones bajo incentivo, la cual evidenciaba que era necesario una actualización de los datos reportados.

Se recorrió el total de área del sector “A” de la Finca “La Montañita” tomando datos de GPS y verificando los límites con las colindancias, además de hacer uso del método de observación con la finalidad de poder describir los problemas más relevantes y evidentes, también se recorrió el área con cobertura forestal de la ENCA, y así favorecer a tener un panorama personalizado de la información primaria, para poder analizarlo mediante una matriz de priorización emitiendo propuestas de las posibles medidas a tomar para minimizar y mejorar los problemas detectados en ambas áreas.

MARCO REFERENCIAL

Localización geográfica

La escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) se encuentra ubicada en la finca Bárcena, municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, está comprendida entre las coordenadas UTM 1606540.72 a 1608991.93, La Escuela Nacional Central de Agricultura colinda al norte con la carretera RD-16 que conduce hacia la aldea Bárcena, al suroeste con la colonia Ulises Rojas, al sur con la finca Santa Clara, y al noroeste con

la aldea Bárcena. Para poder ingresar hacia las instalaciones de la ENCA, se accesa por medio de la carretera RD-16, la cual se comunica con la carretera CA-9 que se dirige hacia el pacífico sur. Existe transporte extra urbano que viaja desde la Central de Mayoreo (CENMA) hacia Bárcena, y buses ruleteros que van desde Villa Nueva hasta Bárcena, todos estos pasan frente a la garita principal de la ENCA.

Características Biofísicas

Zona de vida

Con la información obtenida del mapa de zonas de vida de Holdridge de la república de Guatemala, la Escuela Nacional Central de Agricultura se encuentra ubicada dentro del bosque subtropical templado bh-S (t), dentro del cual se puede encontrar especies indicadoras siendo estas:

Pinnus oocarpa (pino colorado), *Curatella americana* (lengua de vaca), *Quercus sp.* (roble), *Byrsonima crassifolia* (hoja de lija). (MAGA 2018)

Precipitación pluvial y temperatura

La precipitación pluvial promedio anual para la ENCA se encuentra entre 760 a 1130 milímetros al año, lo cual da paso a temperaturas medias anuales entre 14 y 16 grados centígrados, lo que hace un clima templado y bastante fresco. (Insivumeh, 2018)

Geología y suelos

Con datos obtenidos del mapa geológico, los suelos que se encuentran dentro de la ENCA, se desarrollaron a partir de la era Cuaternaria procedentes de rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de orígenes diversos, además los suelos pertenecen al subgrupo B, de la altiplanicie central de la república de Guatemala, estos son de materiales volcánicos y están caracterizados por ser suelos profundos con texturas de arena franca, arenosa, y franco arcillo-arenoso, las pendientes se pueden encontrar dos tipos las cuales en áreas relativamente planas son inferiores al 4% y áreas donde se incluyen pendientes fuertes mayores de 55%.

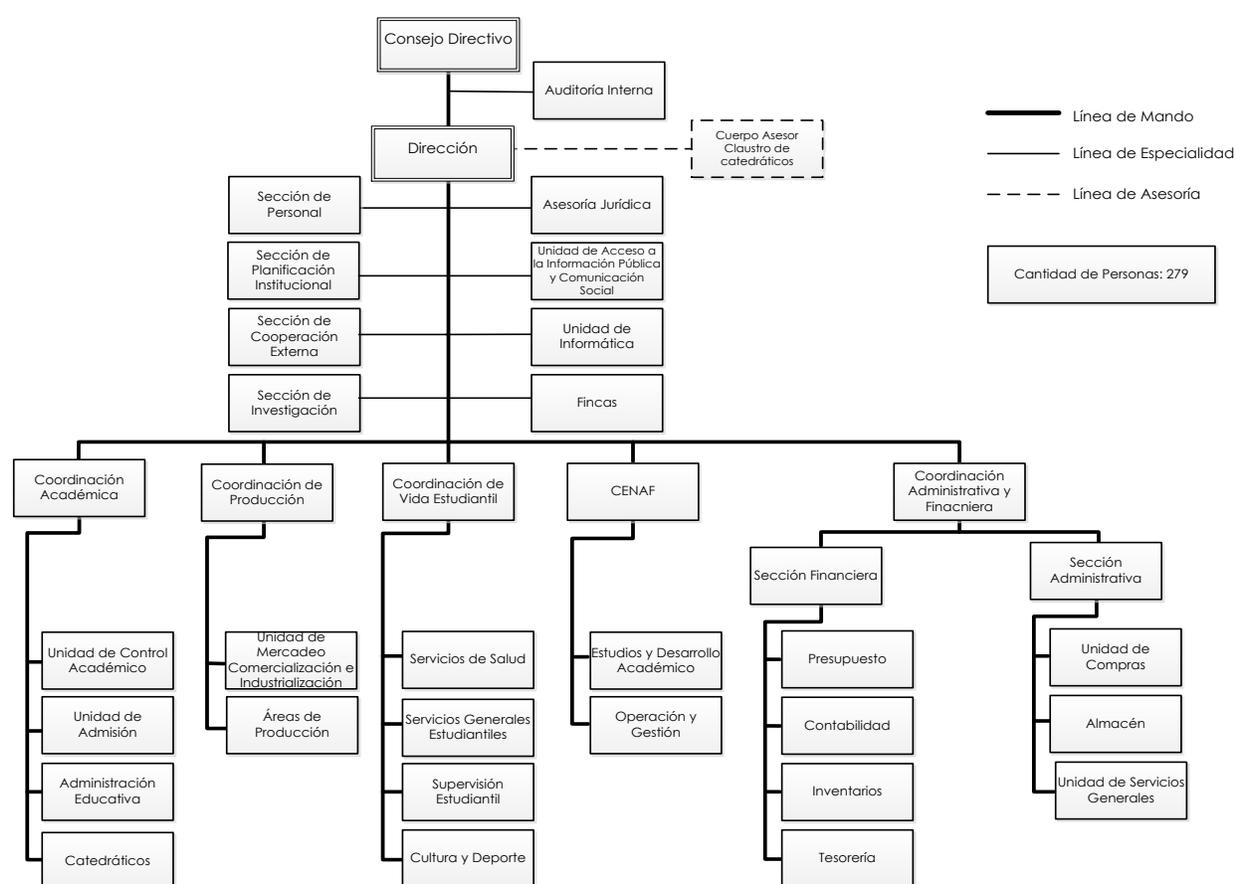
Fisiografía

Según datos obtenidos con base a la clasificación fisiográfica-geomorfológica, la ENCA se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Tierras Altas Volcánicas, influenciado por el talud del cauce del río Platanitos donde se pueden encontrar áreas como pie de monte y terrazas aluviales. (IGN, 2018)

Organigrama de la Escuela Nacional Central de Agricultura

Figura 1

Organigrama maestro Escuela Nacional Central de Agricultura



Nota. Unidad de Planificación ENCA (2018).

En la figura 1 se puede apreciar que la dirección de la Escuela Nacional Central de Agricultura, tiene a su cargo las fincas que posee la institución, cabe resaltar que estas son de vital importancia para la ENCA, ya que están destinadas para investigación así como para la realización de prácticas de los estudiantes, la finca a la que la ENCA le

quiere dar mucho más seguimiento institucional es a la finca Reserva Forestal La Montañita.

Localización geográfica

La finca Reserva Forestal La Montañita, se encuentra comprendida por un área de 1.82 Kilómetros cuadrados, la cual es administrada por la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), el área colinda al norte con Aldea Los apantes, al sur con Aldea conacaste, al nor-oeste con Aldea la Montañita. Se encuentra en jurisdicción del municipio El Progreso, San Agustín Acasaguastlan. La entrada hacia la finca está ubicada en el kilómetro 88.5 de la carretera CA 9, aproximadamente a 3.5 kilómetros del Rancho.

Datos Generales:

Nombre del terreno: Finca Reserva Forestal La Montañita

Ubicación: Aldea El Conacaste, municipio San Agustín Acasaguastlan, El Progreso, Guatemala.

No. Registro de la propiedad inmueble: 2, Folio; 105, Libro; 151, transformación agraria San Agustín Acasaguastlan.

Actividades productivas

Las principales actividades productivas de la finca son de carácter educativo por lo cual dentro de la misma se tienen sistemas agroforestales (SAF) los cuales son el asocio de árboles junto con plantas de café *Coffea Arabica*, y áreas con plantaciones de pino *Pinnus Maximinoi* y encino *Quercus sp.*

Infraestructura física y servicios

La finca La Montañita cuenta con una cabaña la cual está elaborada de madera con dos niveles, esta tiene soporte para albergar aproximadamente 18 personas, también cuenta con un servicio sanitario, una ducha y una pila las cuales se abastecen por medio de una cisterna tipo “tinaco”, este se llena con agua que proviene de la aldea La Montañita.

Carretera de acceso

Las carreteras de acceso son 80% asfaltadas y 20% de terracería, siendo desde la ciudad capital la Carretera Jacobo Arbenz Guzmán, pasando por Sanarate, Agua Salobriga, El Rancho, y aldea Tulumajillo carreteras asfaltadas de 2 y 1 carril respectivamente, de la aldea Tulumajillo hasta la Finca “La Montañita” se cuenta con una carretera de terracería la cual es transitable solo con carro de doble tracción (4X4) debido a que tiene mucha pendiente, siendo esta de una sola vía lo cual dificulta el paso cuando dos vehículos se encuentran, en época de lluvia se dificulta aún más el acceso.

Características Biofísicas

Clima

El clima del área de estudio se ve diferenciado ya que en la parte Este de la finca, se puede caracterizar como fresco por la gran cantidad de afluentes que tiene esta área, además se logra observar un bosque tropical el cual favorece a este clima, en la parte Oeste de la finca se puede considerar como caluroso, ya que en esta área se encuentran muchos “guatales” o bosques secundarios remanentes del abandono de siembras de maíz, las temperaturas varían desde 15 hasta 25 grados Centígrados, las precipitaciones pluviales son de 900 hasta 1500 mm anuales, principalmente en los meses de Mayo y Junio se pueden tener lluvias intermitentes las cuales son muy escasas, pero se restablecen a finales de julio y permanecen hasta el mes de octubre, esto influenciado principalmente por los vientos cargados de humedad que vienen del norte, pasados estos meses se da lugar a la época seca. (Marcos, 2004)

Zonas de vida

Dentro de la finca se pueden encontrar 3 zonas de vida representativa, primero bosque muy húmedo subtropical (frio) el cual comprende un área de 4.09% del área total o 7.48 hectáreas se caracteriza por la presencia de especies de *pinnus* y *Quercus* también *Liquidambar*, liquen y musgos entre otras hierbas del lugar, esta área está ubicada en la parte alta de la finca.

El segundo bosque húmedo subtropical (templado) el cual comprende un área de 69.31% del área total o 126.76 hectáreas se caracteriza por la presencia de especies de *pinnus* de los géneros *maximinoi* y *oocarpa* principalmente y en cantidad menor *Quercus*.

El tercero es bosque seco subtropical el cual comprende un área de 26.60% del área total o 48.64 hectáreas se caracteriza por ser una zona con una alta cantidad de matorrales y especies de pastos, también se pueden encontrar espinos y especies tolerantes a la época seca.

Suelos

Los suelos predominantes en la finca son 3, en la parte baja de la finca se encuentran el orden de entisoles, el cual tiene una extensión de 48.30% del área total estos se caracterizan por ser suelos jóvenes poco desarrollados con material originario de regolito inalterado lo cual les da sus propiedades físicas y químicas.

En la parte media de la finca se encuentran el orden de los inceptisoles, que abarcan la mayor parte de la finca siendo 54.63% del área total, estos se caracterizan por ser formados de materiales volcánicos así como de material sedimentario y derivados de depósitos residuales.

En la parte alta de la finca el último orden representa el 1.57% del área total tratándose del orden ultisol, se caracterizan por haber sufrido una serie de procesos de meteorización y lavados por lo cual no presentan saturación hídrica, y saturación de bases inferior al 35%, estos suelos son muy comunes en áreas con cobertura boscosa.

Recurso hídrico

La finca cuenta con diez corrientes permanentes, de las cuales cabe destacar que siete nacen dentro de la finca, estas abastecen tanto a la finca como a los pobladores aledaños, estos se abastecen mediante mangueras en las cuales transportan el líquido hasta sus casas y cultivos, sin embargo se encuentran dos corrientes las cuales tienen un caudal permanente, estas son quebrada El Castellano y quebrada Aguaníel,

respectivamente sus nacimientos son fuera de los límites de la finca, además estas corrientes no merman significativamente su caudal en época seca.

Uso actual de la tierra

Por las características físicas de la finca la cual se ha dedicado a la protección del bosque y a preservar este recurso no es extraño encontrar que en el mapa de uso el predominante es el bosque natural el cual comprende un área de 85.16% del área total o 155.75 hectáreas la cual se extiende desde la parte baja hasta la parte alta, el segundo uso característico dentro de la finca son las plantaciones de *pinnus* la cual comprende un área de 8.53% del área total, los sistemas agroforestales 1.03%, y un área desprovista de cobertura con un 4.11% con potencial para poder establecer un uso forestal o agroforestal.

OBJETIVOS

General

Describir la situación actual de la ENCA y finca La Montañita, para observar posibles problemas y realizar una investigación.

Específicos

- Conocer la estructura jerárquica y organizacional de la ENCA.
- Identificar posibles problemas que afecten a la ENCA, como a la finca “La Montañita”.
- Realizar una priorización de problemas identificados.

METODOLOGÍA

Para poder realizar en diagnóstico de la Escuela Nacional Central de Agricultura, se llevó acabo de la siguiente manera:

Fase de campo

Obtención de información secundaria

Se realizó una búsqueda de documentos, con el propósito de recabar información sobre la finca, así como la organización de la Escuela Nacional Central de Agricultura, que estaba disponible en la biblioteca de la ENCA.

Obtención de información primaria

Visita de campo

Se llevó a cabo una visita de campo en la cual se hizo una observación del panorama general y así identificar con lo que dispone la finca y poder describir el funcionamiento de la misma.

Se realizaron entrevistas verbales a los trabajadores y administrador de la finca para tener un punto de vista de su opinión ya que ellos llevan bastante tiempo laborando dentro de la finca.

También se pudo tener acceso a una entrevista con el Ingeniero Luis Francisco Hilton Guardado, catedrático del área forestal de la ENCA, el cual expresaba que la institución tiene la intención de darle un mayor y mejor seguimiento administrativo a la finca, ya que desde el año 2015 no se le ha dado un manejo óptimo a la misma, lo cual se resume en una reactivación de esta finca.

Fase de gabinete

En esta fase se llevó a cabo la sistematización, análisis e integración de la información obtenida tanto de fuentes primarias como secundarias, la cual se tabuló en hojas electrónicas y levantamiento de texto para adherirlo al diagnóstico, así como la priorización de los problemas mediante la herramienta “Matriz de priorización”.

RESULTADOS

Luego de realizar la sistematización de la información, se procedió a identificar los diferentes problemas que se observan tanto en la finca como en las instalaciones de la ENCA.

Problemas identificados:

1. Nula información del genero *Quercus sp.* Existente en la finca La Montañita.
2. Información desactualizada de las plantaciones de *Pinnus sp.* Inscritas ante el INAB para recibir incentivos forestales, en finca La Montañita.
3. Áreas con poco aprovechamiento forestal.
4. Plantaciones de *pinnus sp.* en finca La Montañita, afectadas por gorgojo del pino.
5. Nula información de la entomofauna existente dentro de la finca La Montañita.
6. Plantaciones forestales dentro de la ENCA, no inscritas para recibir incentivos forestales.
7. Motosierras usadas para el módulo de aprovechamiento forestal, no registradas ante INAB.
8. Rodales internos en finca La Montañita, desactualizados.
9. Parcelas permanentes no identificadas dentro de finca La Montañita.

Descripción de los problemas:

1. La Escuela Nacional Central de Agricultura en su misión de formar profesionales a nivel medio, necesita áreas donde los estudiantes desarrollen sus prácticas a fin de darles una formación tanto teórica como práctica, para lo cual ha destinado a la finca Reserva Forestal La Montañita para cumplir ese propósito, sin embargo actualmente no se cuenta con información del genero *Quercus sp.* Lo cual limita poder proponer un uso adecuado para la masa forestal del género que existe en el lugar.
2. La finca Reserva Forestal La Montañita, posee plantaciones de *pinnus sp.* Las cuales la información en relación de área basal, volumen y alturas se encuentra

desactualizada, esto repercute en que no se encuentre información fiable en las bases de datos del INAB ya que estas están inscritas para recibir incentivos forestales.

3. La Escuela Nacional Central de Agricultura posee extensiones de tierra dentro de sus instalaciones las cuales son usadas en su mayoría para cultivos anuales y hortalizas, sin embargo existen áreas que están actualmente en fajas y con pasto las cuales pueden ser aprovechadas para implementar áreas forestales las cuales pueden generar incentivos forestales.
4. Debido a la alta densidad de masa forestal que hay dentro de la finca La Montañita, especialmente en las plantaciones de *Pinnus sp.* Se encuentra siendo afectado por el gorgojo del pino, se pudo observar signos de ataque en fase dos (II), dejando en las copas una coloración rojiza, así como gomosidad en los fustes de los árboles.
5. No existe una información reciente de la entomofauna existente dentro de la finca, actualmente los trabajadores no tienen las herramientas ni conocimiento técnico, para poder diferenciar y poder proponer acciones ante ataques de plagas o insectos dentro de la finca.
6. Dentro de las instalaciones de la ENCA se encuentran áreas provistas de cobertura forestal, la cual hasta el momento no están siendo manejadas técnicamente, esto afecta puesto que al no estar siendo manejadas, no se da la oportunidad de incursionar con nuevas especies, o nuevos turnos de masas forestales.
7. Dentro del módulo que cursan los estudiantes del segundo año de la carrera de Perito Forestal, existen motosierras las cuales son usadas para realizar dichas prácticas de modulo, sin embargo estas son usadas dentro de las instalaciones de forma demostrativa, aunque no están registradas ante el INAB, lo cual genera un problema para la institución.
8. Actualmente dentro de la finca por motivos de falta de seguimiento institucional y administrativo, se han suscitado problemas dentro del área forestal, a pesar que se conocen los rodales internos de cuando fueron establecidos hace más de 4 años, se tiene la incertidumbre de si estos se encuentran de la misma manera que

cuando fueron establecidos, o si algún factor físico o climático hizo que estos cambiaran.

- Dentro de la finca La Montañita se establecieron 81 parcelas permanentes, sin embargo actualmente no se conoce si realmente las parcelas aun estén con cobertura, o si el árbol marcado como centro de las mismas, se encuentra aun de pie.

Matriz de priorización

Se utilizó la herramienta Matriz de Priorización, para la jerarquización de los problemas que se enfocó en la ponderación sistemática de los diferentes factores para la aplicación de criterios elección, se tomaron en cuenta 4 factores siendo estos; técnico, ambiental, institucional y económico, dando como resultado la tabla que se describe a continuación.

Tabla 1

Matriz de priorización

Problemas	Propuesta de Servicios	Técnico			Ambiental			Institucional			Economico			TOTAL	
		Alto desarrollo técnico (25)	Medio desarrollo técnico (15)	Bajo desarrollo técnico (5)	Alto desarrollo ambiental (25)	Medio desarrollo ambiental (15)	Bajo desarrollo ambiental (5)	Alto interes(25)	Medio interes (15)	Bajo interes (5)	Alto desarrollo economico (25)	Medio desarrollo economico (15)	Bajo desarrollo economico (5)		
Nula información del genero <i>Quercus sp.</i> Existente en la finca La Montañita.	Características físicas, anatómicas y mecánicas de una especie de <i>Quercus sp.</i> Conocida con el nombre común de encino, en finca La Montañita.	25				15			25			25			90
Información desactualizada de las plantaciones de <i>Pinnus sp.</i> Inscritas ante el INAB para recibir incentivos forestales, en finca La Montañita.	Actualización de de las plantaciones de <i>Pinnus sp</i> inscritas en incentivos forestales dentro de la finca La Montañita.		15			15			15			15			60
Áreas con poco aprovechamiento forestal.	Propuesta de establecimiento de especies forestales nativas en áreas divisorias entre cultivos para inscripción de programa de incentivos agroforestales PROBOSQUE	25				15			15			15			70
Plantaciones de <i>pinnus sp.</i> en finca La Montañita, afectadas por gorgojo del pino.	Evaluación de la incidencia del ataque del gorgojo del pino en plantaciones de <i>Pinnus sp</i> en finca La Montañita		15				5				5		5		30
Nula información de la entomofauna existente dentro de la finca La Montañita.	Entomofauna de la finca La Montañita.	25					5				5		5		40
Plantaciones forestales dentro de la ENCA, no inscritas para recibir incentivos forestales.	Inscripción de plantaciones forestales dentro de las instalaciones de la ENCA para poder recibir incentivos forestales.		15			15					5		5		40
Motosierras usadas para el módulo de aprovechamiento forestal, no registradas ante INAB.	Registro de las motosierras existentes dentro de la ENCA ante el INAB.			5			5		15				5		30
Rodales internos en finca La Montañita, desactualizados.	Rectificación de rodales internos mediante características físicas y especies dentro de los rodales	25				15			15			15			70
Parcelas permanentes no identificadas dentro de finca La Montañita.	Busqueda, identificación, y remarcado del árbol centro de cada una de las parcelas permanentes dentro de la finca La Montañita.	25				15			15			15			70

Nota. Matriz de priorización para realizar servicios e investigación, Camey, E. (2024), realizado en excel.

Como se puede observar en la tabla 1, el problema que sobre sale es la nula información del genero *Quercus sp.* En la finca La Montañita, en base a eso este será el tema de investigación.

Los problemas de Información desactualizada de las plantaciones de *Pinnus sp.* Inscritas ante el INAB para recibir incentivos forestales en finca La Montañita, las áreas con poco aprovechamiento forestal, los rodales internos en finca La Montañita desactualizados, y parcelas permanentes no identificadas dentro de finca La Montañita, serán los potenciales servicios a desarrollar dentro de la estadía en la institución.

CONCLUSIONES

Con el organigrama maestro de la Escuela Nacional Central de Agricultura, se pudo observar un panorama diferente de cómo es la organización y la estructura jerárquica que rige y coordina en la ENCA, cabe destacar que esta organización está formada por el consejo de directivos, el director, sub director, y los coordinadores de las distintas áreas que conforman la ENCA.

Se pudieron identificar los siguientes problemas:

- Nula información de las especies del genero *Quercus sp.* Ya que la ENCA quiere aprovechar esas masas forestales se necesita que esta información sea reciente.
- Información desactualizada de las plantaciones de *Pinnus sp.* Se necesita actualizar los datos que se tienen de estas plantaciones ya que estas están inscritas para recibir incentivos forestales.
- Áreas potenciales para plantaciones forestales, existen áreas en fajas que actualmente solo contienen pasto, pero se pueden aprovechar para implementar áreas forestales.
- Plantaciones de *pinnus sp.* en finca La Montañita, afectadas por gorgojo del pino, se requiere una propuesta de acción inmediata puesto que las plantaciones se ven muy afectadas por el gorgojo.

- Nula información de la entomofauna existente dentro de la finca La Montañita, al no conocer sobre la entomofauna no se pueden tomar medidas tanto de mitigación como de prevención.
- Plantaciones forestales dentro de la ENCA, no inscritas para recibir incentivos forestales, dentro de las instalaciones de la ENCA es importante poder inscribir las plantaciones de masas forestales para poder darles un manejo más adecuado.
- Motosierras usadas para el módulo de aprovechamiento forestal, no registradas ante INAB, debido a que son usadas para impartir un módulo es necesario hacer la documentación y los trámites legales para evitar una multa.
- Rodales internos en finca La Montañita desactualizados, es importante tener información técnica actualizada sobre los rodales de la finca.
- Parcelas permanentes no identificadas dentro de finca La Montañita, al igual que el anterior problema se es necesario tener bien identificadas las parcelas permanentes y asegurarse de que estas estén actualizadas.

La priorización de los problemas identificados se realizó mediante la herramienta de Matriz de priorización donde se pudo jerarquizar la investigación, así como los posibles servicios:

- La investigación se propuso en una especie del genero *Quercus* de la finca Reserva Forestal La Montañita, ya que se requiere información para estudiar los posibles usos de las masas forestales de esa especie.
- Los posibles servicios fueron propuestos en la actualización de los datos de las plantaciones de *Pinnus* en el sector "A" de la finca La Montañita, para poder ingresar nueva papelería de actualización al INAB, además cuantificar las áreas que contienen fajas de pasto dentro de la ENCA, para poder implementar plantación forestal e ingresarlo al INAB como incentivo forestal, la rectificación de los rodales internos del sector "A" de la finca La Montañita, además de búsqueda, identificación y remarcado de las parcelas permanentes dentro del sector "A" de la finca La Montañita.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer un manejo constante y supervisado a las plantaciones, puesto que una alta densidad de individuos dentro de los rodales, puede causar estrés en los árboles y llevarlos a que compitan entre sí por la luz.
- Realizar a tiempo las prácticas silviculturales a las plantaciones para poder obtener en el tiempo de corta final un producto de calidad.
- Programar turnos de corta en las plantaciones, a fin de poder tener tiempo para poder regenerar las masas forestales.
- Promover la reactivación de la finca por medio de la investigación dentro de la misma, a modo que esta sea modelo para otras instituciones.

REFERENCIAS

Marcos, W. (2004). *Inventario forestal en bosque de coníferas y encinos (Quercus sp.), en los sectores "A" y "B" de la reserva forestal "La Montañita", y caracterización socioeconómica de comunidades circundantes a la reserva forestal "La Montañita" San Agustín Acasaguastlan, El Progreso, Guastatoya, Guatemala, C.A.* [Trabajo de graduación, Escuela Nacional Central de Agricultura].

Insivumeh. (2018). *Datos climáticos anuales*. <http://www.insivumeh.gob.gt/>

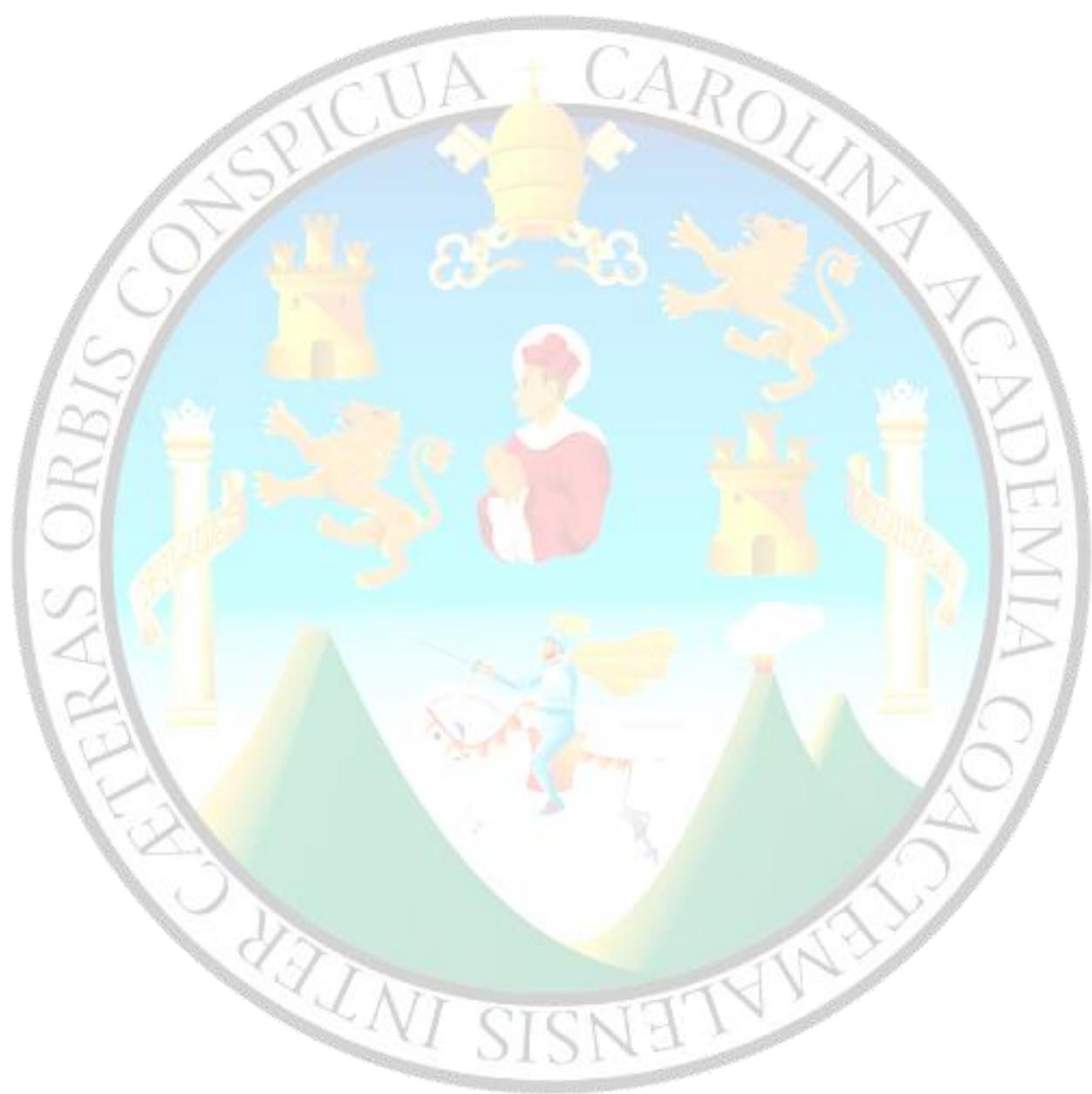
Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (MAGA). (2018). *Zonas de vida de Holdridge*. <http://web.maga.gob.gt/sigmaga/vegetacion-1-250/>

Instituto Geográfico Nacional. (2018). *Mapa fisiográfico geomorfológico*. http://www.ign.gob.gt/geoportal/metadatos_tematicos/fisiografico_geomorfologico.html





CAPÍTULO II: Características anatómicas, físicas y mecánicas de la madera de roble blanco (*Quercus segoviensis* Liebm.) de la finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala



RESUMEN

En Guatemala existe una alta explotación del recurso maderero, usada especialmente en aserrío y elaboración de muebles, sin embargo existe poca información de las propiedades mecánicas, físicas y anatómicas de las especies nativas, principalmente de las especies del género *Quercus*.

La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) con sede central en Bárcena, Villa Nueva. Es una institución que se dedica a la formación de Peritos Agrónomos y Forestales. Es propietaria de la finca Reserva Forestal La Montañita, ubicada en el municipio de San Agustín Acasaguastlan, donde los estudiantes realizan sus prácticas de campo. El manejo sostenible de los recursos naturales y la generación de conocimiento científico y técnico en la finca La Montañita son prioridad dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura.

La finca cuenta con extensiones de tierra las cuales son de vocación forestal, cubiertas actualmente en su mayoría por bosque natural, donde existe una alta variabilidad genética de especies nativas de la región, principalmente se pueden encontrar especies de la familia Fagaceae en plantaciones y rodales naturales, sin embargo uno de los proyectos a mediano plazo dentro de la actual administración de la Escuela Nacional Central de Agricultura, es el aprovechamiento de los rodales de Roble para la elaboración de carbón con la técnica de briquetado.

Por tal motivo es necesario conocer las características mecánicas, físicas y anatómicas de la madera del Roble, para planificar el aprovechamiento sostenible de la especie dentro de la finca.

Este estudio determino las características físicas, mecánicas y anatómicas de la madera de *Quercus Segoviensis* Liebm, comprendido en 3 fases, la de gabinete, donde se recolecto la información existente de estudios previos de las especies de *Quercus* dentro de la finca. En la segunda etapa de campo donde se ubicó y recolectó a los individuos de donde se obtuvo el material para las caracterizaciones. La tercera fase tuvo lugar en

los laboratorios de Tecnología de la Madera de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) donde se determinaron las características físicas y anatómicas de la madera, mediante el uso de montajes microscópicos, manuales de referencia, y métodos físicos para la determinación de la densidad básica, mediante cubicaciones, pesajes y mediciones de las probetas, así también el Coeficiente de Anisotropía para contracción, el laboratorio de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) donde se llevaron a cabo los ensayos mecánicos en una maquina universal en base a las normas ASTM D 143-94, y el laboratorio técnico del Ministerio de Energía y Minas (MEM) donde se determinó el poder calorífico de la especie en estudio.

Habiendo establecido que es una madera muy pesada presentando una alta resistencia a las pruebas mecánicas, principalmente en pruebas de compresión donde no mostro fallas severas, un potencial calorífico de 4,000 Kcal/Kg característico de esta especie, además de un coeficiente de Anisotropía que la ubica como una madera altamente recomendada para usos estructurales principalmente en columnas.

Palabras clave: propiedades anatómicas, manejo sostenible, ENCA, roble blanco, carbón briqueteado.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) es una institución autónoma estatal, la cual dentro del ámbito educativo es pionera en la formación de técnicos agrícolas y forestales a nivel medio, dentro de su visión institucional cabe resaltar que se desenvuelve bajo el lema “Aprender Haciendo” lo cual, lleva a su misión de formar profesionales a nivel medio con conocimientos científicos y prácticos. La ENCA se esfuerza por tener áreas donde los estudiantes puedan realizar prácticas tanto agronómicas como forestales, anudado a esto la ENCA es propietaria de la finca La Montañita, la cual está destinada para la realización de investigaciones y prácticas tanto agronómicas y forestales con un enfoque educativo.

La finca La Montañita, cuenta con dos sectores denominados “A” y “B”, es en el sector “A” donde la ENCA en su misión académica desea establecer un lugar para la transformación de madera a carbón mediante la técnica de briqueteado. Este sector cuenta con 1.4 Kilómetros cuadrados donde se puede encontrar una amplia variabilidad genética de especies nativas del lugar, tanto en plantaciones como en bosque natural, también hay sistemas agroforestales y bosques secundarios llamados “guatales” estos poseen en su mayoría arbustos y plantas herbáceas características del lugar. Dentro de las plantaciones se puede encontrar en su mayoría *pinnus maximinoi*, los cuales están inscritos para obtener incentivos forestales, además se puede encontrar *Quercus sp*, no solo en plantación sino también en forma natural. En la actualidad los arboles del genero *Quercus* dentro de la finca, son usados solo como protección del suelo debido a las pendientes características del lugar.

JUSTIFICACIÓN

El uso a perpetuidad con fines comerciales de una especie forestal, parte de obtener un mayor valor de sus productos madereros. Para ese efecto, una estrategia valida es el conocimiento de las características relevantes de la madera. Se sabe que para la producción de chapa decorativa de una madera es importante identificarla y establecer aquellas propiedades anatómicas que le den valor decorativo; además, el procesamiento para el laminado está muy relacionado con la densidad de la madera. Por otro lado, el uso de madera en estructuras también depende de la anterior propiedad, como de su resistencia mecánica.

La Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), pretende aprovechar el material leñoso existente dentro de la finca del género *Quercus*, actualmente en Guatemala la madera de este género solo se usa con fines energéticos en comunidades rurales y suburbanas. A la fecha no se cuenta con información actualizada de las especies del genero *Quercus* ocurrentes en la finca, de las propiedades de la madera y propiedades térmicas importantes, este factor merma la posibilidad de poder aprovechar este recurso adecuadamente, lo cual se convierte en una limitante ya que no se puede planificar un uso y aprovechamiento sostenibles.

La investigación busca proporcionar información necesaria, para profundizar en el conocimiento de las especies de este género, además la investigación tiene una utilidad metodológica, ya que podrán realizarse futuras investigaciones que utilizaran metodologías compatibles, de manera que se posibilitaran análisis, comparaciones y evaluaciones que se estuvieran llevando a cabo.

MARCO CONCEPTUAL

Características botánicas y taxonómicas

Los encinos son árboles robustos dominantes del estrato arbóreo, pertenecen a la familia *Fagaceae* que comprende los géneros; *Quercus* y *Fagus*. Siendo el género *Quercus* el más numeroso de las familias, este es que tiene mayor área de distribución ya que se puede mezclar muy bien con *Pinus sp.* Estos árboles se encuentran en casi todas las áreas templadas y boscosas del hemisferio norte, y muy poco en regiones mucho más tropicales. (Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, 2008)

La madera del género *Quercus* es usada para múltiples propósitos ya sea desde combustible, pasando por durmientes de ferrocarril hasta trabajos más elaborados como lo son los muebles o chapeados los cuales elevan significativamente su precio, sin embargo la calidad varía en cuanto a su calidad física ya que esto les da propiedades de resistencia y dureza para algunas y ligereza y suavidad a otras. (Quezada, Rodas, y Marroquín, 2016)

Características morfológicas

Los encinos son árboles robustos o medianos, generalmente con alturas de 3 a 20 metros la corteza es lisa cuando están en etapa joven, cuando estos pasan a estado adulto la misma llega a ser agrietada y escamosa, las hojas tienen un arreglo alternado sobre sus ramas, siempre con pecíolos a la vista, estas tienen un margen liso con aserradura,

aristas o pueden presentar hendiduras, dependiendo su hábitat pueden ser de follaje permanente o caducifolio.

Los encinos presentan flores masculinas que no tienen pétalos, con únicamente estambres los cuales se muestran en aumentos, en su mayoría inflorescencias colgantes, cada flor puede presentar de cuatro a diez estambres, las flores femeninas se presentan en forma aislada con amentos reducidos, con 3 estigmas y rodeada de una escama sobrepuesta que cuando madura se convierte en cúpula, el fruto característico se presenta en forma de bellota y la semilla se encuentra cubierta por una concha.

En la Flora de Guatemala se tienen reportadas 12 especies de encino para nuestro país, de corteza suave, coloración gris y fuste escamoso, Subgénero *Lepidobalanus*, y 15 especies de corteza dura, coloración oscura y fuste agrietado, Subgénero *Erythrobalanus*. (Standley & Steyermark, 1952)

Montaje microscópico

El montaje microscópico también denominado proceso histológico es una serie de métodos y técnicas las cuales son utilizadas para poder estudiar características específicas tanto morfológicas como moleculares, este proceso comienza con la obtención del tejido a estudiar, se toman muestras las cuales son procesadas para su observación, luego se fijan mediante varias técnicas como la congelación rápida y la química, esto con el fin de no alterar las características iniciales de la muestra, se procede a la inclusión la cual ayuda a obtener secciones de la muestra, entre más delgada sea necesaria la sección tomara mucho más trabajo y paciencia, luego de obtener las secciones se procede a teñir y deshidratar los tejidos específicos que interesen observar posteriormente, se procede a montar y observar sobre un microscopio ya sea óptico o electrónico, todo dependerá de la necesidad y profundidad del estudio que se desee realizar. (Megias et al., 2016)

Tinción

Los tejidos en su mayoría son incoloros, excepto algunos tejidos vegetales los cuales dejan observar mediante un microscopio óptico ciertas características tales como pared celular la cual da la oportunidad de discriminar la célula de otros tejidos, sin embargo no todos los tejidos son observables a simple vista, ciertos tejidos específicos necesitan ser teñidos de colores para poder evidenciarlos, desde que se inventaron los primeros microscopios se buscó la forma de poder observar con mucho detalle para lo cual se hizo necesario teñir los tejidos, en ese tiempo se utilizaban tintes extraídos de fuentes naturales y algunos químicos los cuales eran diluidos en agua y luego con estos se tenían los tejidos que se necesitaban observar, con la expansión y el avance tecnológico se fueron creando una gama amplia de tinciones que se pueden utilizar según lo requiera el investigador, un método muy común de tinción es la utilización de sustancias coloreadas las cuales se unen a los tejidos tisulares debido a reacción química. (Megias, et al., 2016)

Estructuras anatómicas

Existen dos tipos de maderas: coníferas también llamadas maderas suaves y latifoliadas llamadas maderas duras. Para el caso de las maderas duras a nivel anatómico se pueden presenciar tres tipos principales de células: los vasos, el parénquima axial y las fibras. Los vasos son células que diferencian a las maderas de latifoliadas de las maderas de coníferas ya que la presencia de estos indica que lo que se está observando es un corte de una latifoliada, los vasos son un conjunto de células muertas que se especializan en la conducción de agua y tienen un tamaño mayor que las traqueidas observables en las maderas de coníferas.

El parénquima axial se presenta en un arreglo mucho más complejo en maderas de latifoliada que en la madera de conifera. Estos arreglos son observables mediante una lupa de mano, cuando están en grupos grandes se observan como un tejido de color claro, la cantidad, distribución y tipo presente en la madera es una de las características de identificación. Las fibras son células especializadas en el soporte mecánico de la

madera, son células muertas con paredes muy gruesas que le dan las características físicas a la madera dura, estas no son visibles con la lupa de mano pero constituyen un gran porcentaje de las células que se pueden observar. (Wiedenhoeft, 2011)

Características Físicas (organolépticas)

Los caracteres anatómicos forman parte de las características importantes al momento de identificar maderas, sin embargo las características físicas o también llamados organolépticos son características que se pueden ver a simple vista o con la ayuda de la lupa de mano, estas según Wiedenhoeft comprenden: color, brillo, olor, densidad, dureza, y dirección del grano, algunas de estas características son propias de algunas especies y otras en su defecto son muy similares incluso entre especies diferentes. (2011)

Color

El color en las maderas es un tema difícil de discutir debido a que el identificador hace interpretaciones personales que no serán idénticas a la de otra persona, sin embargo el color está en función de la coloración del duramen de la madera, esta característica puede variar por muchas razones tales como el secado de la madera, la exposición a la luz, procesamiento de la madera, y un espécimen recién talado, esto da margen a que exista un gran gama de colores, algunas especies presentan vetas características, que se pueden encontrar en especímenes maduros mas no en especímenes jóvenes, la caracterización en cuanto al color de la madera se debe realizar de manera subjetiva a fin de poder interpretarse de manera aproximada.

Brillo

El brillo es la manera en que la luz es reflejada por la superficie de la madera y este le da la apariencia de lustrosa, no se puede captar en una fotografía al igual que el color es una característica que es difícil de describir, el brillo también depende de la especie si la madera esta en forma de troza sin transformarla será difícil poder determinar el brillo, pero cuando la madera ha sido trabajada es decir lijada, pieza plana y además es madera

que posee brillo será muy evidente observarla, algunas maderas que poseen brillo son; *Swietenia* y *Cedrela*, entre las que no poseen brillo podemos mencionar; *Eucalyptus* y *Quercus*.

Olor

El olor es otra característica organoléptica del mismo modo que el color es difícil de describir ya que para cada persona puede variar la intensidad de este o la presencia, es una característica con fines de información ya que no es tan relevante.

Dirección del grano

La dirección o regularidad del grano es el ángulo formado entre la fibra y el eje del árbol, está ligado a las células del sistema axial, esta permite y da margen a que el grano posea ondulaciones que van de arriba hacia abajo y hacia adelante y atrás entre 1 y 2 centímetros, también se puede producir un grano entrelazado el cual es cuando las células del sistema axial no corren hacia arriba y hacia abajo de forma regular es decir se curvan ciertos años hacia los lados, en algunos casos puede llegar a darle una especie de característica atractiva para las personas, sin embargo para poder observar el grano entrelazado con la lupa de mano se hace dificultoso.

Densidad básica

La densidad básica es una característica de la madera, que se relaciona con la calidad puesto que los productos maderables dependen de esta característica, además la densidad puede variar entre especies y también dentro de las mismas especies, ya que es afectada por factores genéticos y climáticos así como también de sitio. El método más conocido para calcular la densidad es llamado, método empírico el cual se basa en la relación del peso anhidro de la madera y el volumen verde de la misma, expresado de la siguiente forma:

$$Db = PaVv \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Siendo:

Db = Densidad básica

Pa = Peso anhidro

Vv = Volumen verde

Para obtener el peso anhidro es necesario someter las muestras a deshidratarse en una estufa, y luego pesar en una balanza. Para obtener el volumen verde es posible utilizar el método de desplazamiento de agua por el principio de Arquímedes, el cual consiste en sumergir las muestras en un recipiente con agua sobre una balanza procurando que la muestra no toque las paredes o el fondo del recipiente, cabe destacar que las muestras deben estar en punto de saturación, de modo que el peso desplazado del líquido será el volumen de la muestra, tomando en cuenta la densidad del agua como base. (Valencia & Vargas, 1997)

Según Rivas & Joachin debido a su densidad se puede clasificar la madera de la siguiente manera:

Tabla 2

Clasificación de Densidad básica

	Coníferas		Latifoliadas	
	kg/mm ³	g/cc	kg/mm ³	g/cc
Muy ligera	< 400	< 0.4	< 500	< 0.5
Ligera	400 - 490	0.4 - 0.49	500 - 640	0.5 - 0.64
Semi pesada	500 - 590	0.5 - 0.59	650 - 790	0.65 - 0.79
Pesada	600 - 700	0.6 - 0.7	800 - 950	0.8 - 0.95
Muy pesada	> 750	> 0.75	> 950	> 0.95

Nota. Rivas & Joachin, (2006). *Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de cuatro especies de madera del Peten.* [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2615_C.pdf

Porcentaje de contracción

La contracción de la madera según Córdoba está estrechamente relacionada, con el contenido de humedad que esta contenga en sus fibras, reaccionando directamente con la humedad relativa del ambiente, por lo cual se producen cambios en las dimensiones de acuerdo a la ganancia o pérdida de humedad siendo hincharse o contraerse, estos valores se expresan en porcentajes con respecto al valor de la dimensión original, considerando a la madera un material anisotrópico, las propiedades varían en función de la dirección siendo estas longitudinal, tangencial o radial. Cabe destacar que la mayor contracción se manifiesta en el plano tangencial que en el radial y esta a su vez mayor que la longitudinal. Los cambios de humedad agresivos dentro de la madera provocan que esta se exponga a distorsiones principalmente en procesos de secado muy acelerados, o cuando no se controla la temperatura y la humedad relativa del secado del material. (2012)

$$\% \text{ Contracción} = \frac{D_i - D_f}{D_i} \times 100 \quad (2)$$

Siendo:

D_i = Dimensión inicial

D_f = Dimensión final

Tabla 3

Clasificación valores de contracción

Clasificación	Tangencial %	Radial %
Muy baja	0 - 3.5	0 - 2
Baja	3.6 - 5.0	2.1 - 3.0
Media	5.1 - 6.5	3.1 - 4.0
Alta	6.6 - 8.0	4.1 - 5.0
Muy alta	> 8.1	> 5.1

Nota. Benítez & Montesinos, (1998). *Catálogo de cien especies forestales de Honduras, Distribución, Propiedades y Usos.* ACDI, ESNACIFOR, COHDEFOR

Coeficiente de anisotropía

Este coeficiente según Spavento et al. indica la estabilidad de la madera, luego que los procesos de secado actúan sobre la misma, el coeficiente se obtiene mediante el cociente de la contracción tangencial y la contracción radial, expresado de la siguiente forma:

$$T/R = \frac{CnTg_{max}}{CnRd_{max}} \quad (3)$$

Siendo:

T/R = coeficiente anisotropía

CnTg_{max} = contracción máxima en plano tangencial en %

CnRd_{max} = contracción máxima en plano radial en %

Los valores obtenidos del coeficiente se pueden clasificar de la siguiente forma:

Tabla 4

Coeficiente de anisotropía

Valor del coeficiente anisotropía	Aplicación de madera
1 ideal NO EXISTE	Alteración idéntica de las dimensiones Rd y Tg
1,2 – 1,5	Excelentes. Aplicaciones sin alabeos
1,6 – 1,9	Normal
> 2	Restringe varias aplicaciones

Nota. Spavento et al., (2008). *Propiedades físicas de la madera.* Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, Curso de Xilotecnología. http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod_resource/content/0/Propiedades_Fisicas_2008.pdf

Normas ASTM

La ASTM es una organización internacional que se dedica al desarrollo de normas y que proporciona estándares para materiales, productos, sistemas y servicios, es una de la más utilizada en Guatemala, además de estar presente en más de 140 países. ASTM

desarrolla documentos técnicos que son utilizados para la fabricación, adquisición, y regulación en muchos sectores industriales y técnicos, los colaboradores de ASTM cubren áreas específicas como acero, petróleo, dispositivos médicos, y otros, estos aportan más de 12,000 normas que están disponibles para los usuarios.

Las normas son documentos que han sido elaborados y establecidos en consenso en la ASTM y que establecen parámetros para el estudio de materiales, con las regulaciones de ASTM estas se desarrollan con interesados que tienen propósitos en su uso y desarrollo. (ASTM International, 2018)

ASTM D 143 – 94 (Reapproved 2000)

La necesidad de evaluar los materiales tanto físico como mecánicos se ha vuelto parte vital para empresas y personas individuales que trabajan con ellos, sin embargo por la gran cantidad de factores que pueden variar esos resultados en las pruebas, se es necesario tener estándares que indiquen la mejor metodología para poder realizar esas pruebas, adoptando métodos y experiencias tanto europeas como estadounidenses se desarrollan las normas ASTM con el fin de establecer una base acumulativa de información de la especies maderables, dentro de la D 143 se consideran tamaños óptimos de muestra los cuales son de 2 por 2 “ (pulgadas) es decir 0.05 por 0.05 m (metros), debido a que este tiene las ventajas de abarcar buena cantidad de anillos de crecimiento y esta menos influenciado por madera temprana, además de ser un tamaño suficiente para representar una porción considerable de material a evaluar. Para cubrir las propiedades físicas se deben realizar pruebas de: doblado estático; es la resistencia de una pieza larga de material el cual se somete a una tensión en un punto central y se observa su comportamiento. Compresión paralela al grano; esta es la resistencia que opone la pieza de material al ser técnicamente comprimida y se observa su comportamiento. Compresión perpendicular al grano; es la resistencia que opone la pieza al ser sometida bajo presión y observar cuanto logra comprimir en un determinado distanciamiento. Tensión paralela al grano; es la oposición que pone la pieza al ser tensada hacia lados opuestos observando su comportamiento. Tensión perpendicular al grano; es la tensión que opone la pieza de madera a ser literalmente halado hacia lados

opuestos y observar su comportamiento. Retiro de clavos; es la resistencia de la madera al evitar que le sean retirados en este caso clavos o agentes que contengan en su superficie. Clivaje; es la resistencia de la pieza de material al ser sometida a fuerzas opuestas en un punto casi central de la pieza que se esté manejando y observar su comportamiento, Dureza; fuerza que opone la pieza a ser perforada por una pieza de acero que debe penetrar hasta la mitad de su volumen. (ASTM D 143 – 94)

Propiedades estructurales

Dependiendo de las propiedades tanto físicas como mecánicas que presente la madera puede ser utilizada para fines estructurales. Coto considera dos tipos principales de estructuras con madera, estructura horizontal y estructura vertical. La estructura horizontal va a depender del diseño y sistema constructivo que se esté utilizando, estas estructuras conforman pisos, y entrepisos lo que comúnmente se conoce como vigas, y estas están definidas para soportar cargas y poder transferirlas transversalmente a los elementos de apoyo, dentro de estas se puede considerar cuatro importantes, viga principal; esta es la primera estructura donde se apoyara el resto de la misma, esta es la encargada de transferir cargas a las columnas o fundiciones, las dimensiones de esta se definen en función de cálculo estructural y a la luz máxima entre ellas, es importante mencionar que este tipo de vigas deben estar aisladas de humedad generada por pisos o escorrentías de los suelos. Viga secundaria; permiten distribuir de mejor manera las cargas de las vigas principales, se colocan en el primer piso como en el segundo y siguientes. Se omitirá en el primer nivel cuando en este el piso se coloque sobre concreto, es recomendable que las vigas secundarias se intercalen entre las vigas principales y que además se les cambie el sentido cada cierto número de cuadros ya que esto le dará mayor rigidez a la estructura y no permitirá deformaciones laterales y alabeos. Viga de corona; son vigas que se colocan sobre la corona de la estructura y que permiten la colocación del techo. Viga de cielo raso; son vigas que acompañan a las vigas de corona ya que estas le dan el entramado para el sostén del techo estas no llevan un cálculo estructural ya que están sometidas a sostener su propio peso y el del techo.

La estructura vertical está considerada como toda aquella que conforme parte soportante del peso estructural y también que forme parte de las paredes. Dentro de la parte soportante son todas aquellas que transmiten cargas dinámicas tales como vientos y sismos, y cargas también estáticas como peso propio y cargas vivas, dentro de nuestro medio se les conoce con el nombre de “parales” los cuales pueden ser perimetrales o internos. Dentro de las estructuras verticales que forman parte de las paredes podemos mencionar a los marcos de las ventanas, puertas y toda clase de estructura que forme parte estructural importante de la construcción. (2015)

MARCO REFERENCIAL

Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra comprendida por 1.82 Kilómetros cuadrados, la cual es administrada por la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), el área colinda al norte con Aldea Los apantes, al sur con Aldea conacaste, al nor-oeste con Aldea la Montañita. Se encuentra en jurisdicción del municipio El Progreso, San Agustín Acasaguastlan. La entrada hacia la finca está ubicada en el kilómetro 88.5 de la carretera CA 9, aproximadamente a 3.5 kilómetros del Rancho.

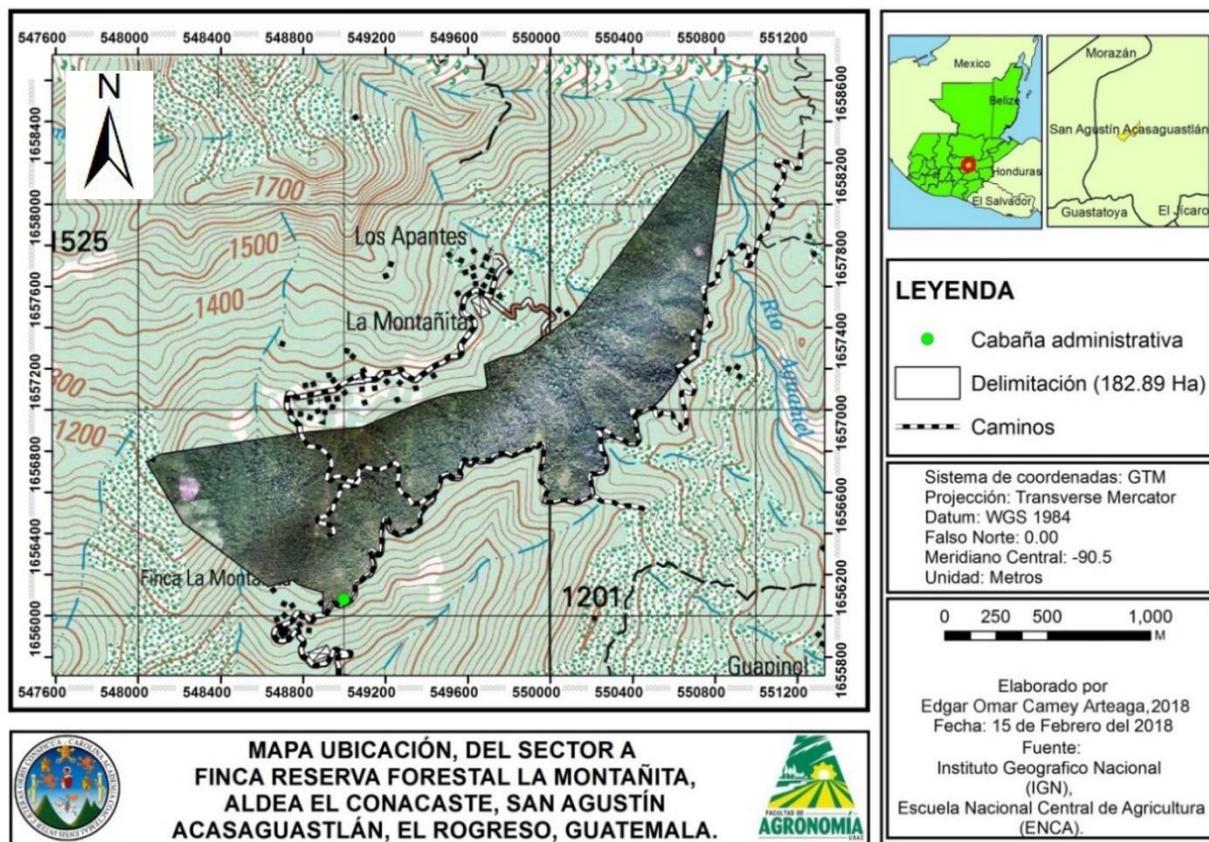
Nombre del terreno: Finca Reserva Forestal La Montañita

Ubicación: Aldea El Conacaste, municipio San Agustín Acasaguastlan, El Progreso, Guatemala.

No. Registro de la propiedad inmueble: 2, Folio; 105, Libro; 151, transformación agraria San Agustín Acasaguastlan.

Figura 2

Mapa de ubicación finca La Montañita, ENCA, 2018



Nota. IGN (2010)

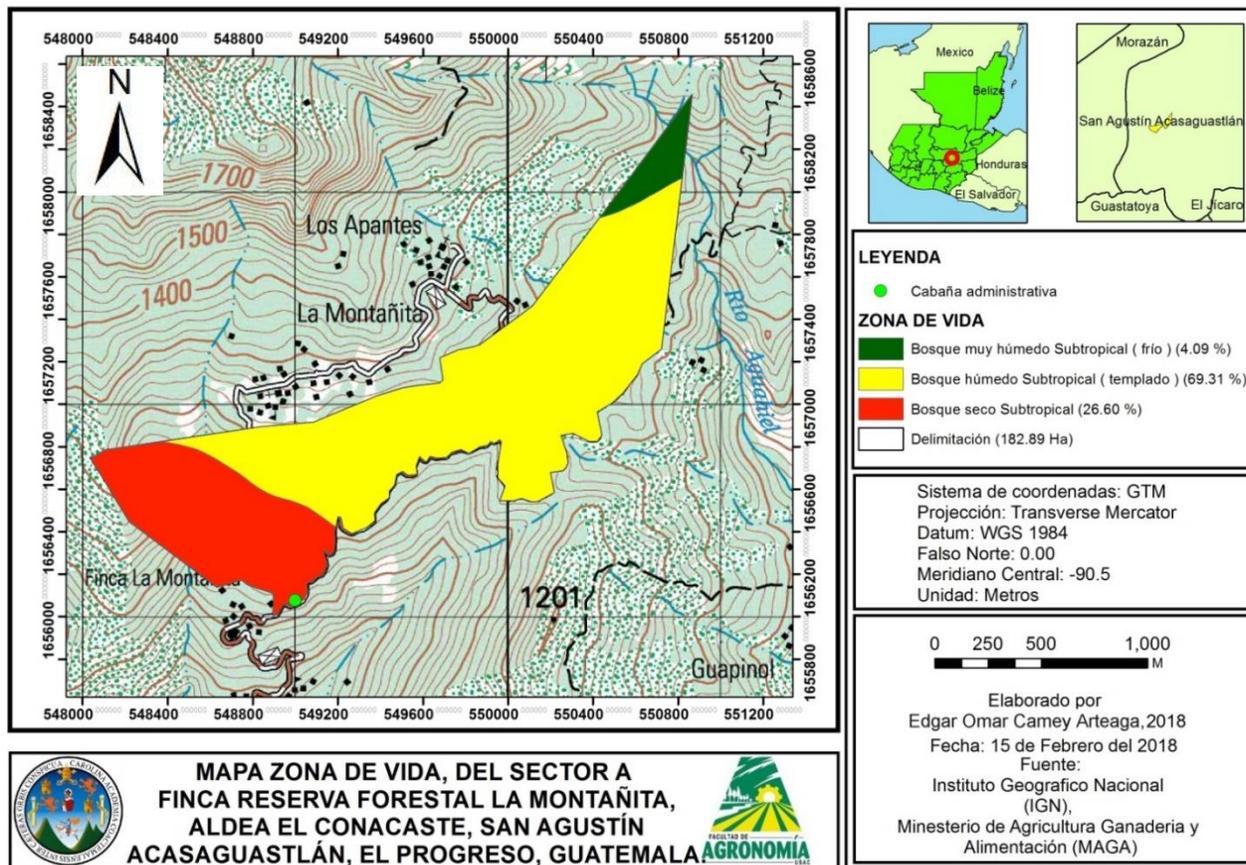
Clima

El clima del área de estudio se ve diferenciado ya que en la parte Este de la finca, se puede caracterizar como fresco por la gran cantidad de afluentes que tiene, esta área se logra observar un bosque tropical el cual favorece a este clima, en la parte Oeste de la finca se puede considerar como caluroso, ya que en esta área se encuentran muchos “guatales” o bosques secundarios, remanentes del abandono de siembras de maíz, las temperaturas van desde 15 hasta 25 grados Centígrados, las precipitaciones pluviales son de 900 hasta 1500 mm anuales, esto influenciado principalmente por los vientos cargados de humedad que vienen del norte.

Zonas de vida

Figura 3

Mapa de zonas de vida presentes en finca La Montañita, ENCA, 2018



Nota. IGN (2010)

Dentro de la finca se pueden encontrar 3 zonas de vida representativas, la primera zona es bosque muy húmedo subtropical (frio) el cual comprende un área de 4.09% del área total o 7.48 hectáreas se caracteriza por la presencia de especies de *Pinus* y *Quercus* también *Liquidambar*, epífitas (orquídeas, liquen y musgo) entre otras hierbas del lugar, esta área está ubicada en la parte alta de la finca.

La segunda zona es bosque húmedo subtropical (templado), el cual comprende 69.31% del área total o 126.76 hectáreas, se caracteriza por la presencia de árboles del genero *Pinus* de las especies *maximinoi* y *ocarpa* principalmente y en cantidad menor *Quercus* de las especies *segoi*, *purulhana*, y *peduncularis*.

La tercera zona es bosque seco subtropical, el cual comprende 26.60% del área total o 48.64 hectáreas, se caracteriza por ser una zona con una alta cantidad de matorrales y especies de pastos, también se pueden encontrar espinos y especies tolerantes a la época seca, las especies indicadoras encontradas en esta área son; rosa amarilla (*Cochlospermum vitifolium*), palo de hormiga (*Alvaradoa amorphoides*), y guaje (*Leucaena guatemalensis*).

Geología

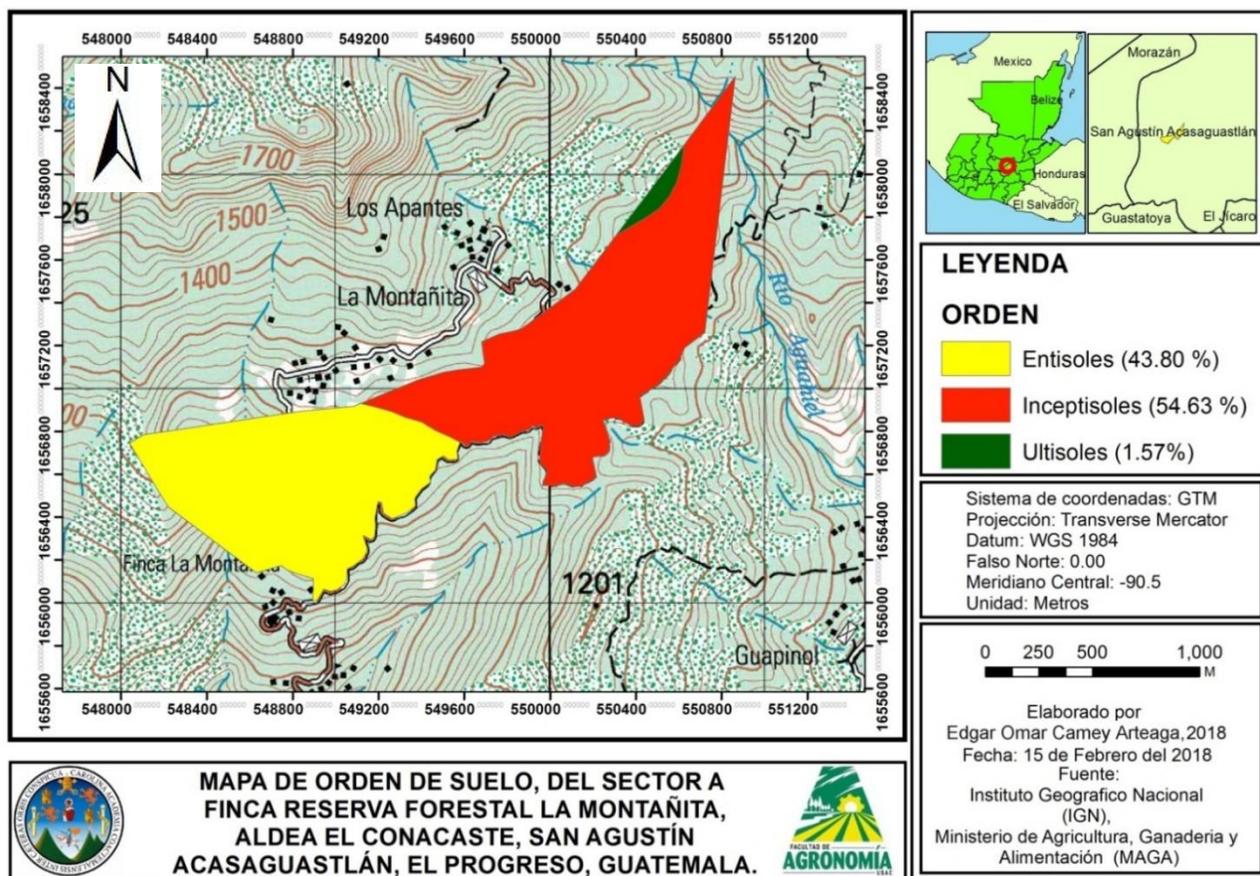
El área de estudio esta sobre suelos desarrollados a partir de rocas ígneas y metamórficas clasificadas como Pzm, Pi y Qp. El material original es de serpentinas, con relieve escarpado y buen drenaje sin embargo, por las pendientes del área no son suelos para cultivos intensivos, la zona forma parte de Sierra Las Minas, por tal motivo se encuentran colinas de pendientes ligeras a fuertemente escarpada.

Suelos

Los suelos presentes en la finca son 3, en la parte baja de la finca se encuentran suelos pertenecientes al orden de los entisoles, los cuales tienen una extensión de 48.30% del área total, estos se caracterizan por ser suelos jóvenes poco desarrollados con material originario de regolito inalterado lo cual les da sus propiedades físicas y químicas. La parte media de la finca se encuentra dentro del orden de los inceptisoles, los cuales abarcan la mayor parte de la finca siendo 54.63% del área total, estos se caracterizan por ser formados de materiales volcánicos, así como de material sedimentario y derivados de depósitos residuales. La parte alta de la finca se encuentra al último orden que representa el 1.57% del área total tratándose del orden ultisol, que se caracteriza por haber sufrido una serie de procesos de meteorización y lavados por lo cual no presentan saturación hídrica, tienen una saturación de bases inferior al 35%, estos suelos son muy comunes en áreas con cobertura boscosa.

Figura 4

Mapa de orden de suelos presentes en finca La Montañita, ENCA, 2018



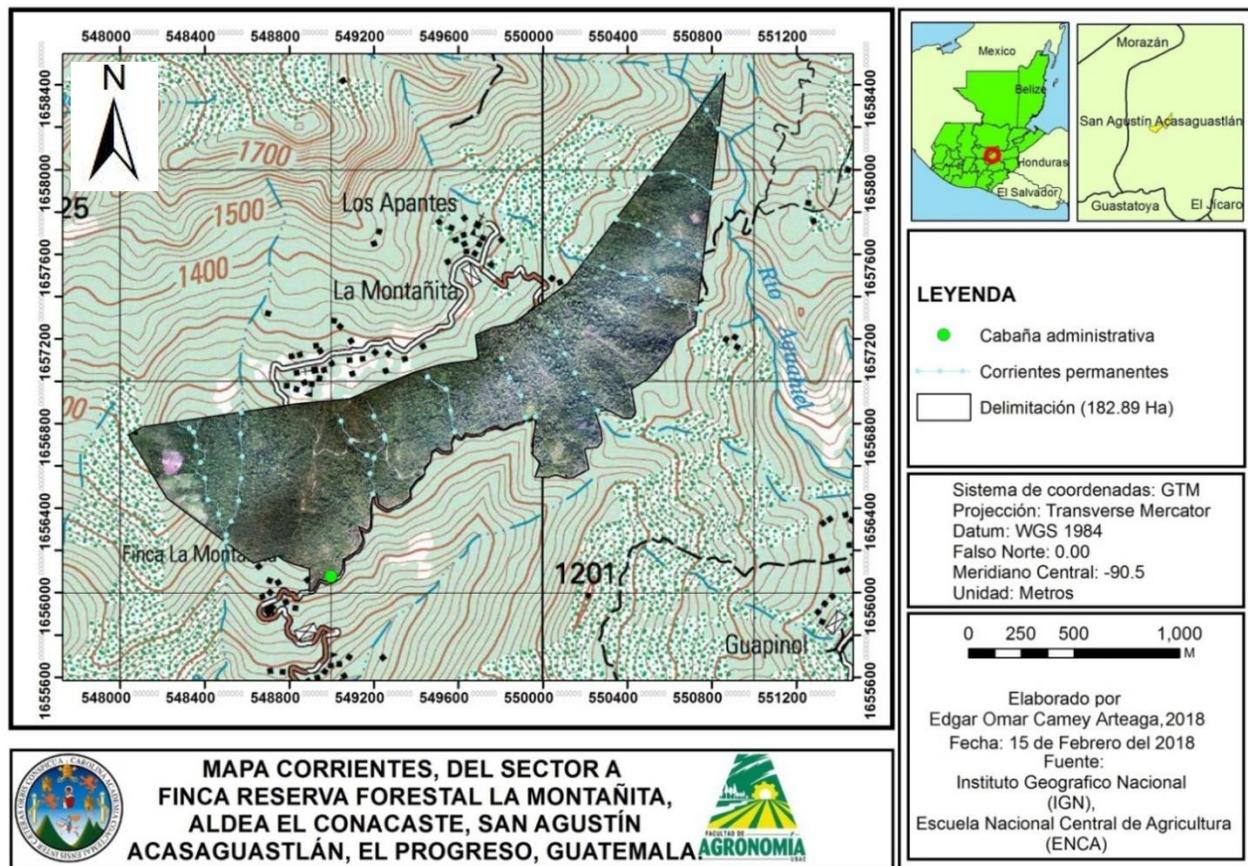
Nota. IGN (2010)

Recurso hídrico

La finca cuenta con diez corrientes superficiales, donde cabe destacar siete nacen dentro de la finca, estas abastecen tanto a la finca como a los pobladores aledaños, sin embargo se encuentran dos corrientes las cuales tienen un caudal permanente, siendo quebrada “El Castellano” y quebrada “Aguaniel” cuyos nacimientos están fuera de los límites de la finca.

Figura 5

Mapa de corrientes presentes en finca La Montañita, ENCA, 2018



Nota. IGN (2010)

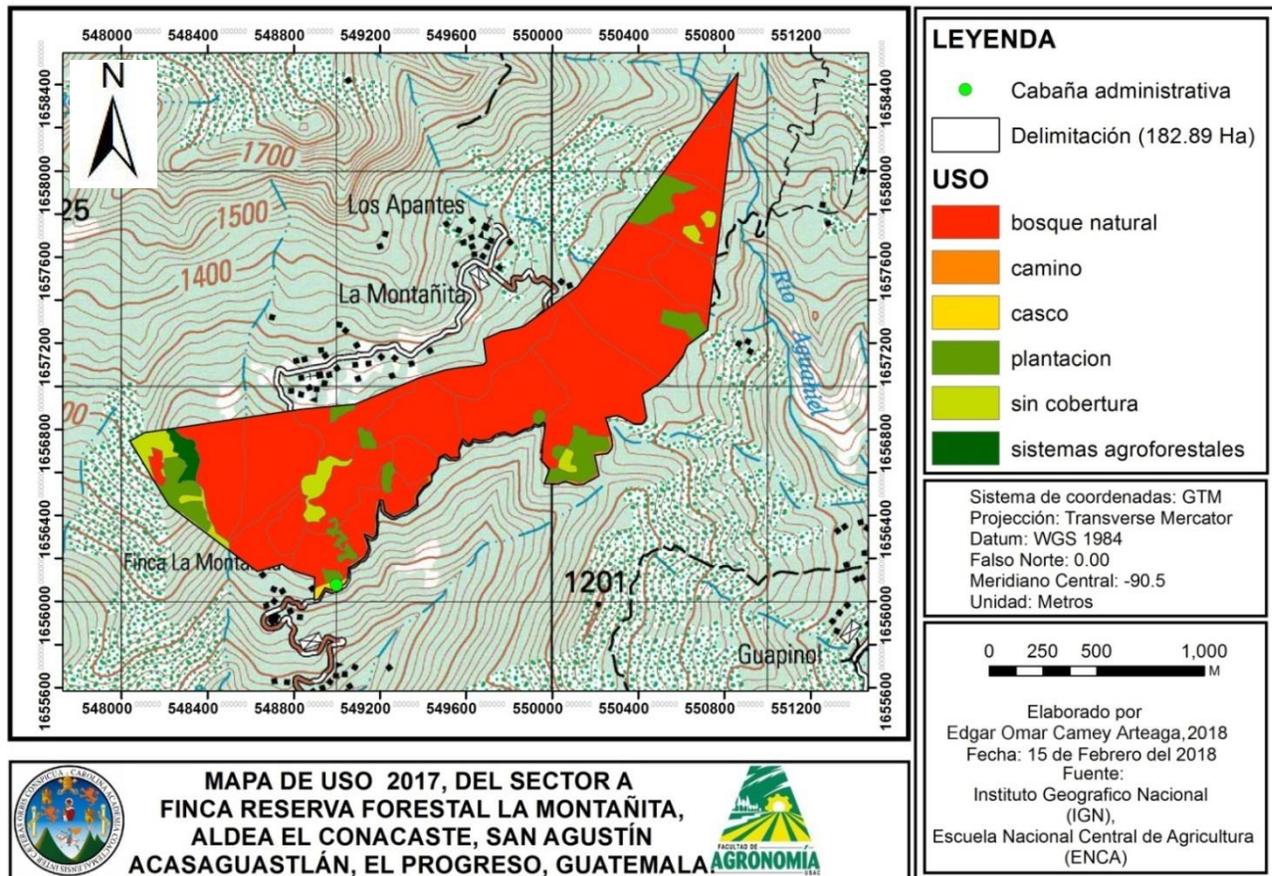
Uso actual de la tierra

Por las características biofísicas presentes en la finca, esta se ha dedicado principalmente a la protección y preservación del recurso bosque. Durante mucho tiempo la finca se mantuvo inactiva lo cual permitió que se poblara de bosque natural, por tal motivo no es extraño observar que en el mapa de uso de suelo, el predominante es el bosque natural, el cual comprende 85.16% del área total o 155.75 hectáreas la cual se extiende desde la parte baja hasta la parte alta. El segundo uso característico dentro de la finca son las plantaciones de *Pinus* con el objetivo de incentivos forestales, el cual comprende 8.53% del área total, el tercer uso lo conforman los sistemas agroforestales con 1.03% del área total, dentro de los cuales se pueden mencionar plantaciones de café

y cítricos principalmente. El ultimo uso presenta una área desprovista de cobertura con 4.11% del área total, con potencial para poder establecer un uso forestal o agroforestal.

Figura 6

Mapa de uso 2017 finca La Montañita. ENCA, 2018



Nota. IGN (2010)

OBJETIVOS

General

Determinar las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas seleccionadas de *Quercus segoviensis* Liebm., que crece en la finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, Guatemala.

Específicos

- Identificar taxonómicamente las especies de *Quercus* encontradas en el sector "A" de la finca La Montañita.
- Determinar las características seleccionadas de propiedades anatómicas, mecánicas y físicas relevantes del roble canche *Quercus segoviensis* Liebm.
- Determinar los usos potenciales de la madera de la especie en estudio.

METODOLOGÍA

Para poder realizar la caracterización de las propiedades anatómicas físicas y mecánicas de *Quercus segoviensis* Liebm, se llevó a cabo la siguiente metodología.

Recopilación de información

Fase de campo

Obtención de información secundaria

Se recabo información con el propósito de encontrar datos que ya se han generado, tales como inventarios forestales, planes de manejo o parcelas experimentales, en documentación que se disponía dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA.

Obtención de información primaria

La información primaria se llevó a cabo a través de la observación libre dentro de la finca, con la finalidad de coleccionar todas aquellas características importantes, que servirían como referencia para describir el estado y funcionamiento, tanto de la infraestructura así como de las plantaciones y vegetación del lugar, todas estas observaciones fueron anotadas en una libreta de campo la cual posteriormente paso a digitalizarse.

Selección de los especímenes en estudio

Los especímenes que se utilizaron en el estudio fueron seleccionados en base a los criterios:

- Identificación de los robledales y toma de coordenadas geográficas para su posición dentro de la finca La Montañita sector "A".
- La muestra debía ser de roble blanco *Quercus segoviensis* Liebm. plenamente identificado con muestras botánicas y con el respaldo del Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG-CECON).
- La muestra debía tener un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 28 centímetros (cm).
- Debían ser arboles adultos con capacidades reproductivas.
- Que hubiesen formado duramen.
- Contar como mínimo con cuatro metros de fuste limpio y monopódico.

Posteriormente se tumbaron 3 árboles, estos se cortaron a 0.30 metros del suelo, se tomaron 4 trozas de 1 metro de largo en el fuste de cada espécimen, de las cuales se retiró el material para la descripción anatómica y la elaboración de las probetas para las pruebas mecánicas y físicas. El tamaño de la muestra es definido en función del número de probetas y la variabilidad de estas, para tal fin se estimó un total de 90 como mínimo necesario y se colecto 160.

Manejo de las muestras

Luego de tumbado los árboles y cortadas las trozas de 1 metro, se sellaron las puntas de las trozas con pintura y se mantuvieron cubiertas con aserrín mojado, para preservar las muestras mientras se cortaban. Las trozas se descortezaron en una aserradora, procurando dejar bloques cuadrados para poder ser trabajados en la carpintería.

Los bloques se cortaron en sierras circulares para obtener piezas de 0.05X0.05X1 y piezas de 0.025X0.025X1 metros respectivamente. Las piezas cortadas se llevaron a secar en un horno de secado a bajas temperaturas de la empresa "Aserradero Petapa S.A." donde se secaron a temperaturas entre 50 y 70 grados centígrados durante 15 días, hasta obtener un contenido de humedad en las piezas de 12%.

Con las piezas en estado seco se procedió a cortar las probetas según la norma ASTM D 143-94 (Reapproved 2000), dando un total de 160 probetas, para realizar los ensayos mecánicos.

Fase de gabinete

En esta fase se llevó a cabo las pruebas respectivas y análisis de las diferentes pruebas tanto mecánicas, físicas y anatómicas, además de la integración de la información obtenida en fuentes secundarias.

Identificación taxonómica de la especie de *Quercus sp*

Se tomaron muestras en campo de la especie ya antes definida, de hojas, ramas, frutos, flores y corteza, las cuales se transportaron en bolsas plásticas, y en prensa botánica identificadas con: nombre del colector, fecha, lugar y coordenada; además se anotaron aspectos cualitativos de la hoja: tallos, raíces, flores o frutos, que pudieran deteriorarse durante la preparación o secado tales como: color, textura, disposiciones de hojas o ramas, forma de la copa, arquitectura del árbol, presencia de algún tipo de látex, también, se anotaron aspectos cuantitativos, tales como: tamaño de la planta, el diámetro a nivel del pecho y altura de la copa. Integrado a esto, también se anotó los diferentes aspectos ecológicos, que se observaron tales como: abundancia, tipo de sustrato, ecosistema, clima, altitud sobre el nivel del mar del lugar, esto para su ingreso en una base de datos

la cual sirvió como registro de donde se colectó, similar a lo trabajado por Torres & Jiménez (2006).

Se tomaron las muestras en laboratorio y se montaron sobre un estereoscopio para poder observar detalles que a simple vista no se podían determinar, se anotaron todos los caracteres observables, a fin de tener una buena descripción de los elementos.

Los datos colectados se compararon con documento Encinos de Guatemala Volumen I. Compilado por el Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG-CECON), para identificar la especie de *Quercus* del estudio.

Características anatómicas

Se determinó las características anatómicas en el laboratorio de Tecnología de la Madera, ubicado en el sótano del edificio T-8 de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, usando montajes microscópicos los cuales se obtuvieron luego de hacer cortes mediante un micrótopo de deslizamiento horizontal, de los planos transversal, radial y tangencial en trozos de madera de 10mm de arista, estos cortes se teñieron utilizando un proceso que consistía en sumergir los cortes en agua, luego en un agente colorante, y por último en una secuencia de deshidratación en concentraciones de alcohol al 10%, 30%, 50%, 70% y 95% para quitar el exceso del agente colorante y de humedad, estos cortes ya teñidos se llevaron a un horno por veinte y cuatro horas a cien grados Celsius, luego se colocaron en un portaobjeto y se cubrió con un cubreobjetos, para poder observarlo bajo los aumentos de 10X y 40X respectivamente. También se realizó macerados de la madera mediante astillas retiradas de las muestras y puestas en tubos de ensayo con cloro durante 5 días, cambiando el cloro cada día, luego se lavaron con agua destilada para quitar el exceso de cloro, se dejó un mínimo de agua destilada dentro del tubo y se sacudieron las muestras mediante golpes con la palma de la mano, para desgregar el material obtenido, se agregó nuevamente un agente colorante para teñir las estructuras anatómicas, con ayuda de un pincel se retiró un poco de macerado y se colocó en un portaobjetos para observarlo bajo los aumentos de 40X y 100X.

Características físicas (organolépticas)

La determinación de las características físicas se realizó en el laboratorio de Tecnología de la Madera, ubicado en el sótano del edificio T-8 de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, observando trozos de madera de tres centímetros de grosor, doce centímetros de largo y cinco centímetros de ancho con una lupa de mano, se anotaron todos los datos observados en la libreta de campo, siendo estos el color, el brillo, el olor, y la dirección del grano.

Contenido de humedad y densidad básica

Para la determinación de la densidad básica y el contenido de humedad de las muestras, se realizó en el laboratorio de Tecnología de la Madera ubicado en el sótano del edificio T-8 de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, para lo cual se tomaron piezas de 0.15X0.05X0.05 metros conforme la norma ASTM D 143-94 (Reapproved 2000), las cuales en primera instancia se sumergieron en agua dentro de un recipiente con la ayuda de un estilete, para determinar por medio del principio de Arquímedes el volumen de las mismas, luego se colocaron en el horno controlando la temperatura cada 4 horas, a fin de llevarlas a un peso constante y luego se determinó el contenido de humedad y densidad básica, mediante la fórmula matemática que relaciona el peso anhidro y el peso húmedo.

Potencial calórico

Se llevó muestras de aproximadamente 0.5 kg de la madera de *Quercus segoviensis* Liebm hecha polvo (aserrín), al Ministerio de Energía y Minas para que el Laboratorio Técnico del área de Hidrocarburos, realizara la prueba de potencial calórico mediante la utilización de una bomba de incineración, la cual quema las muestras y determina mediante sensores, las propiedades de las mismas.

Propiedades mecánicas

Para la determinación de las propiedades mecánicas se realizaron ensayos mecánicos en una maquina universal marca Instron 3369, en la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), basados en la norma ASTM D 143-94 (Reapproved 2000), la cual da los parámetros para la elaboración de probetas, así como de métodos para poder someter a prueba el material que se está estudiando. Se realizaron los ensayos de flexión estática, compresión paralela al grano, compresión perpendicular al grano, dureza, clivaje, tensión paralela al grano, y tensión perpendicular al grano. Todos los ensayos fueron realizados manteniendo las mismas condiciones experimentales para cada probeta ensayada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación taxonómica de la especie de *Quercus*

Para la identificación taxonómica se comparó la descripción hecha en campo con la descripción del documento Encinos de Guatemala Volumen I. Compilado por el Herbario Universidad de San Carlos de Guatemala (USCG-CECON).

***Quercus segoviensis* Liebm.**

Un árbol de tamaño mediano a grande, usualmente de 8 a 15 m de alto. Las ramillas de 1.5 a 5 mm de grosor, estrellado tormentoso, volviéndose glabro y café rojizo, con numerosas lenticelas pálidas y prominentes.

Las yemas de 4 a 5 mm de largo, ovoides o agudamente cónicas, café rojizas, glabras o pubescentes en el ápice.

Las hojas secan de color amarillo-café, de 8 a 15 cm de largo y 4 a 9 cm de ancho; ampliamente obovado a oblanceolado-obovado; el ápice ampliamente redondeado, por lo general se estrecha en la base cordada o rara vez cuneada; el margen eroso-crenado con muchas crenaciones mucronadas, o entera hacia la base; el haz opaco, glabro, el envés estrellado-velutino, volviéndose glabro o algo pubescente, la superficie ampulosa y granular.

Las venas de 8 a 11 pares, prominentes en ambas superficies. El peciolo de 3 a 7 mm de largo, rojizo y glabro. El fruto de 1.2 a 2 cm de largo, subgloboso, mucronado, sobre un pedúnculo de 1 a 3 cm de largo; la copa con escamas ovaladas, tormentosa de color rojizo y adpresas, la copa cubre 1/3 a 1/2 de la bellota (Rodas et al., 2018).

***Quercus purulhana* Trel.**

Árbol grande, de 6 a 35 m de alto, ramas de 2 a 4 mm de grosor, surcadas, café rojizo, al inicio velloso volviéndose glabro.

Yemas 2 mm de largo, ovoides, pilosas o glabras, las estipulas persistentes, cerca de 8 mm de largo, agudamente liguladas, estrigosas dorsalmente.

Las hojas deciduas, moderadamente gruesas, de 10 a 20 cm de largo y de 4 a 13 cm de ancho: obovadas a oblongo elípticas; redondeadas a agudas en el ápice, corduladas a profundamente cordadas en la base; el margen ondulado con los dientes redondeados o con punta mucronada, cartilaginoso plano o diminutamente revoluto; el haz algo brillante, puberulento a glabro excepto en la vena media, envés de color café amarillento, aterciopelado y solo las venas glabras, cerosas donde están desnudas.

Las venas de 11 a 15 en cada lado de la lámina, ramificadas y anastomosándose cerca del margen, ligeramente impresa arriba y bastante prominentes por debajo de la hoja. El peciolo de 3 a 5 mm de largo. Café rojizo, puberulento o glabro. El fruto es anual, solitario, germinado o en grupos, sobre un pedúnculo de 1.5 a 2.5 cm de largo; las copas jóvenes 10 mm de diámetro, aparentemente se vuelven más profundas, las escamas engrosadas en la base, los ápices agudos delgados y adpresos, densamente corto-tormentoso (Rodas et al., 2018).

***Quercus peduncularis* Née**

Árbol de tamaño mediano, de 2 a 18 m de altura, tronco de 0.75 m de diámetro. Las ramillas de 1.5 a 5 mm de diámetro, café, surcadas, con numerosas lenticelas pálidas.

Yemas 2 a 4 o 5 mm de largo, ovoides a lanceoladas, obtusas o agudas, café rojizas; estipulas deciduas o persistentes por corto tiempo, de 5 a 7 mm de largo, subuladas a liguladas.

Las hojas gruesas y coriáceas, 6 a 16 cm de largo y de 3 a 10 cm de ancho; obovadas a oblanceoladas o elípticas; obtusa o abruptamente agudas en el ápice, la base aguda y cordada, redondeada o incluso cuneada; el margen ondulado y dentado o agudamente serrado, subentera cerca de la base, revoluto; el haz estrellado tomentoso a glabro o pubescente a lo largo de la vena media, envés tomentoso, con pubescencia persistente o glabrescente, opaca cuando se desnuda, la superficie blanco-papilosa, verde o glauco ceroso.

Las venas 10 a 12 en cada lado, impreso arriba prominentes por debajo. El peciolo de 3 a 5 mm de largo, café rojizo oscuro, estrellado pubescente o glabro. El fruto anual solitario o en grupos, subsésil a usualmente pedunculado, copas 15 a 18 mm de ancho, con forma de platillo a usualmente hemisférico, escamas ovadas a lanceoladas, engrosadas basalmente, con pubescencia amarilla o canescente. Las bellotas de 15 mm de largo y 12 mm de ancho, ovoides, café claro o café oscuro, 1/3 o solo 1/4 incluido en la copa (Rodas et al., 2018).

Siendo las descripciones anteriores las que mejor describen las características taxonómicas de las especies encontradas dentro del área de estudio, además de ser descripciones que son muy prácticas para realizar reconocimientos en campo, puesto que utilizan características puntuales de las especies y que son fácilmente reconocibles.

Clasificación botánica de la especie de *Quercus*

Quercus segoviensis Liebm.

Categoría	Taxón
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Hamamelidae
Orden	Fagales
Familia	Fagaceae
Genero	Quercus
Subgénero	Quercus
Sección	Quercus
Especie	<i>Quercus Segoviensis</i> Liebm.

Quercus peduncularis Née

Categoría	Taxón
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Hamamelidae
Orden	Fagales
Familia	Fagaceae
Genero	Quercus
Subgénero	Quercus
Sección	Quercus
Especie	<i>Quercus peduncularis</i> Née

***Quercus purulhana* Trel.**

Categoría	Taxón
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Hamamelidae
Orden	Fagales
Familia	Fagaceae
Genero	Quercus
Subgénero	Quercus
Sección	Quercus
Especie	<i>Quercus purulhana</i> Trel.

Características anatómicas de la madera

Se determinó las características anatómicas de la especie de *Quercus segoviensis* Liebm., dando como resultado;

Corte transversal

La porosidad de la madera es difusa, simple, y circular presentando en su mayoría tilides, los vasos son visibles a simple vista, la distribución de los vasos es difusa no uniforme, la perforación de los vasos es simple las puntuaciones son alternas. El tipo de parénquima es paratraqueal bandeado confluyente, el número de vasos por milímetro cuadrado en promedio es de 4-6.

Figura 7

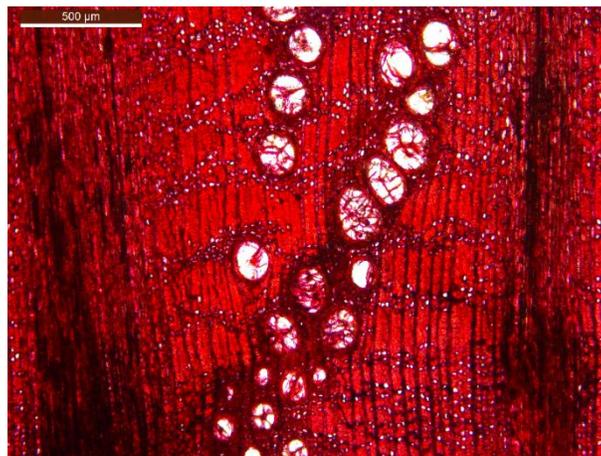
Corte transversal



Nota. Se observa la disposición difusa de los vasos semicirculares simples, la mayoría con tilides. El parénquima paratraqueal bandeado confluyente, las fibras en la madera de *Quercus segoviensis* Liebm., 2.5X.

Figura 8

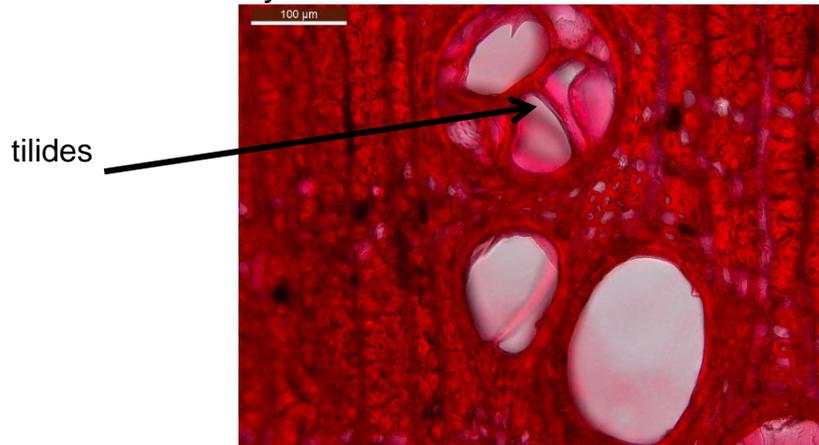
Detalle de los vasos



Nota. En el detalle presenta tilides en su interior y parénquima paratraqueal bandeado confluyente en la madera de *Quercus segoviensis* Liebm., 5X.

Figura 9

Detalle vasos con tilides y sin tilides



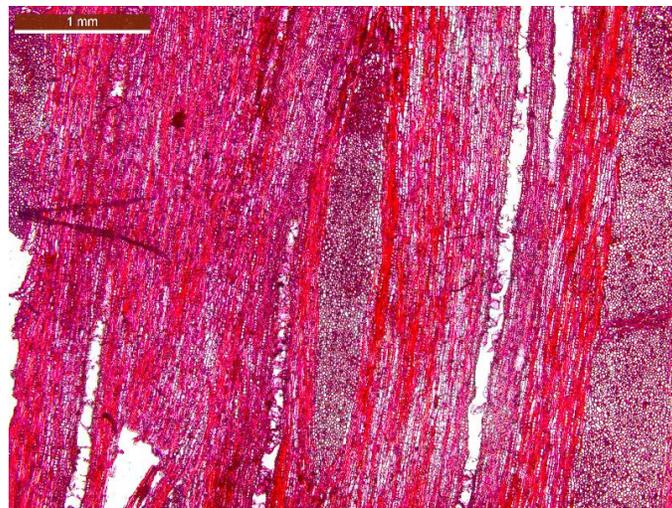
Nota. se observa células del parénquima bordeando los vasos y fibras a detalle en la madera *Quercus segoviensis* Liebm. 20X.

Corte Tangencial

El tipo de radio que presenta la especie es del tipo homogéneo uniseriado en su mayoría, pero existen radios en agregados presentando múltiples filas de células. Se observan cristales prismáticos de variada abundancia incrustados dentro de las fibras.

Figura 10

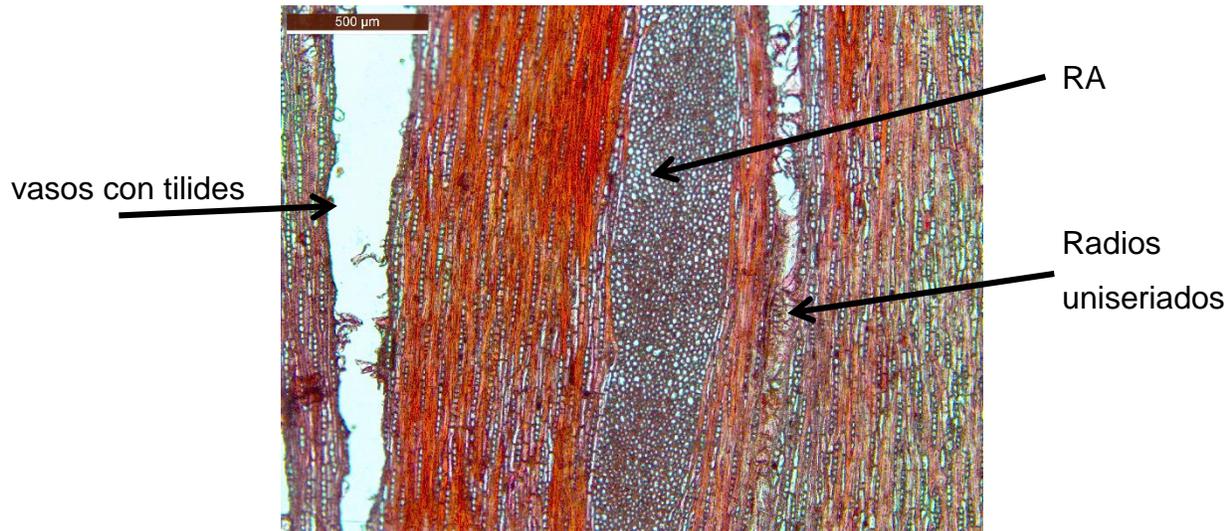
Corte tangencial



Nota. Se observa al centro y a la derecha de la imagen radios en agregado con múltiples filas de células, así mismo la distribución espacial y presencia de tilides en los vasos de conducción, en la madera de *Quercus segoviensis* Liebm., 2.5X.

Figura 11

Detalle de radio en agregado (RA)



Nota. se observan los radios uniseriados en agrupamiento no estratificado con una sola fila de células, se observa espacio con tilides de los vasos de conducción, en la madera *Quercus segoviensis* Liebm. 5X.

Figura 12

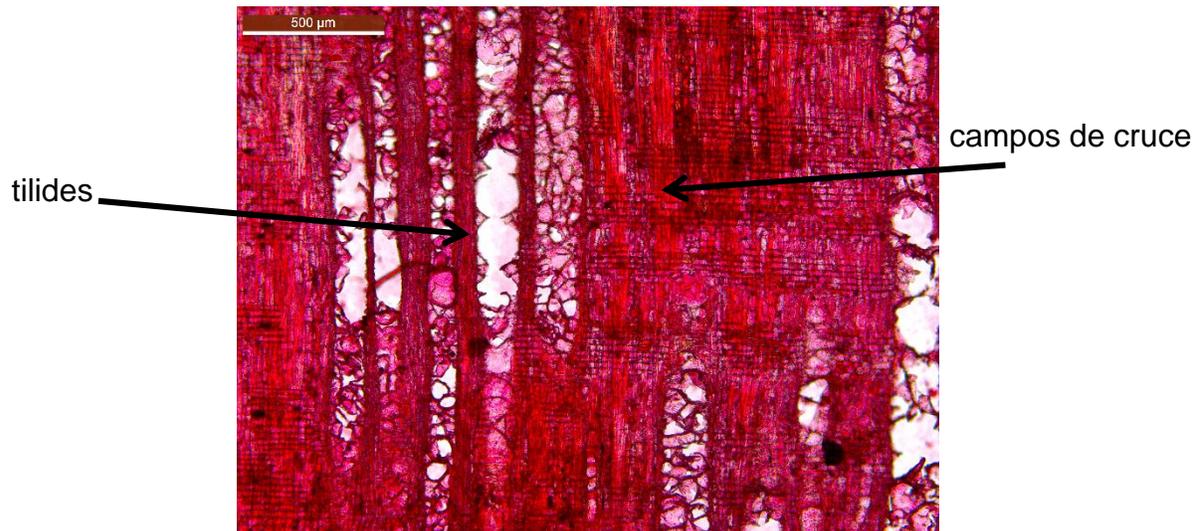
Detalle de las filas de las células del radio en agregado (RA) y de los radios uniseriados



Nota. se observan cristales prismáticos incrustados dentro de las fibras, de la madera *Quercus segoviensis* Liebm. 20X.

Figura 13

Corte radial



Nota. Se observa la presencia de tilides a lo largo de los vasos de conducción, y los campos de cruce de los radios de parénquima uniseriados, en la madera de *Quercus segoviensis* Liebm, 5X.

Figura 14

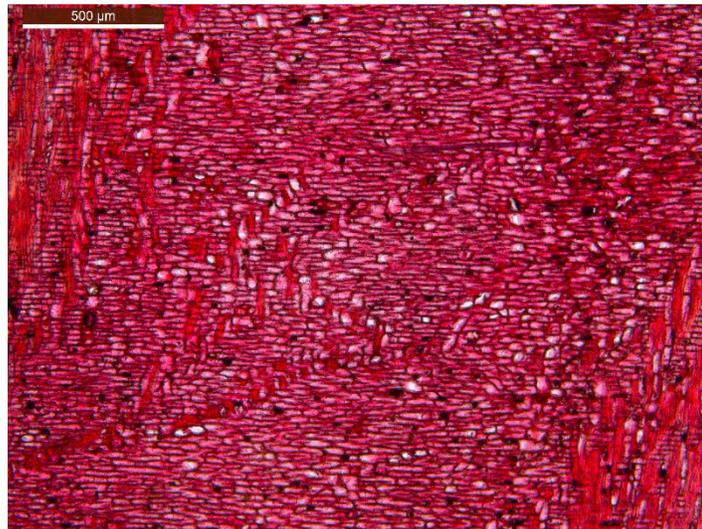
Detalle de los campos de cruce de los radios uniseriados



Nota. se observa abundancia de cristales prismáticos incrustados dentro de las fibras, en la madera de *Quercus segoviensis* Liebm, 10X.

Figura 15

Detalle de radio en agregado



Nota. se observan células procumbentes a lo largo de la imagen, en la madera de *Quercus segoviensis* Liebm, 5X.

Figura 16

Detalle de cristales prismáticos



Nota. los cristales fueron observados en macerados de la madera de *Quercus segoviensis* Liebm. 20X.

Figura 17*Placa de perforación*

Nota. observación de elemento vascular que presenta placa de perforación simple y tilides, en la madera de *Quercus segoviensis* Liebm. 5X.

Figura 18*Detalle de fibras*

Nota. se observa en la imagen que las fibras son del tipo septada, con una longitud promedio de 1547.79 μm, en macerados de la madera de *Quercus segoviensis* Liebm. 5X.

Características Organolépticas

Color: esta madera se caracteriza por tener un color crema (7.5YR 8/3) en la albura y un cambio a un color café pardo con vetas café oscuro (7.5YR 5/4) hacia el duramen, se pueden observar los taninos que la madera contiene, por que tiñe de color amarillento el agua al ser sumergida por un tiempo prolongado. Recién cortada la diferencia de colores entre albura y duramen es bien marcada, sin embargo esta característica se pierde luego de secarla.

En el fuste de los árboles muestra, se pudo observar a simple vista 30% de albura y 70% de duramen aproximadamente, para demostrar este resultado se realizó un conteo de área de 1 milímetro cuadrado sobre piezas de 50mm de arista, las cuales se mantuvieron en agua durante todo el tiempo, con una hoja milimetrada sobrepuesta en el plano transversal de las piezas se contabilizo la cantidad de área que cubría la albura y el duramen, de 24 piezas estudiadas se obtuvieron los siguientes resultados.

Muestra del árbol 1, 96.92% de duramen y 3.08% de albura. Muestra del árbol 2, 21.56% de duramen y 78.44% de albura. Muestra del árbol 3, 100% de duramen. Haciendo un promedio de las muestras de los 3 árboles, se obtiene 72.83% de duramen y 27.17% de albura para los 3 especímenes en estudio.

Brillo: las muestras de madera rustica naturalmente no poseen brillo, siendo esta una característica nula en esta especie.

Olor: se percibe un olor fuerte y seco cuando la madera es trabajada con sierras o en cepilladoras, cabe destacar que el olor es una característica que puede variar entre especies, siendo muy intenso en unas o leve en otras.

Dureza: relativamente dura ya que al rayarla con un clavo de metal la madera no presenta daños visibles.

Dirección del grano: la madera presenta grano entrelazado en la mayoría de su dirección, característica apreciable a simple vista, donde también se observan los radios en agregado que son bastante anchos.

Características Físicas de la Madera

Densidad básica: la densidad fue determinada a partir de 24 muestras (Ver Cuadro 15 "A") de la especie, dando como resultado una densidad básica promedio de 0.82 g/cc (gramos sobre centímetro cubico), considerándola alta en comparación con el rango reportado por Hororato & Fuentes (2001), el cual ubica a los encinos blancos dentro de 0.69 a 0.76 g/cc, confirmando que es una madera dura y muy pesada, además un coeficiente de variación entre los datos de 4.09% que indica alta homogeneidad y poca dispersión de los datos.

Contenido de humedad: El contenido de humedad se determinó a partir de 24 piezas de madera de la especie en estudio, estas se llevaron a un horno donde se sometieron a temperaturas desde 50 hasta los 105 grados Celsius, se tomaron datos de peso inicial de las muestras así como el peso final de las mismas, se pudo observar que durante el proceso se perdió aproximadamente 200 gramos de masa desde el momento en que inicio el experimento, por lo cual se pudo determinar el contenido de humedad de las piezas mediante la fórmula:

$$CH \% = \frac{Pv - Po}{Po} \times 100 \quad (4)$$

Siendo:

CH (%) = contenido de humedad en %

Pv = peso verde, expresado en gramos

Po = peso anhidro, expresado en gramos

Dando como resultado 56.77% contenida en las muestras, lo que significa que las muestras estaban bastante saturadas con agua al momento de iniciar con el secado,

presentan además un coeficiente de variación entre datos de 14.31% lo cual indica homogeneidad de los datos y poca dispersión de los mismos, cabe destacar que estas muestras se retiraron del horno cuando habían alcanzado un peso constante. Un detalle observable durante el secado de las piezas en el horno, es la aparición de grietas las cuales se manifestaron en sentido paralelo de los radios, observable en el plano transversal de la madera, se puede considerar que por el tamaño voluminoso y característico de los radios en agregado presentes en esta madera, al momento de perder humedad estos se contraen dejando espacios, donde circula el agua y evidenciando a simple vista las grietas, en el plano tangencial de la madera se evidenciaron agrietamientos muy leves y a veces nulos.

Contracción de la madera: para la determinación de la contracción de forma experimental se realizaron 15 probetas (cinco de cada árbol) según la norma ASTM D 143-94 (Reapproved 2000), donde indica que deben ser piezas de 0.10 metros de largo y 0.025 metros de grosor, estas se marcaron en los planos tangencial, radial y longitudinal, con la ayuda de un Vernier digital se tomaron datos de las mismas antes de ingresarlas al horno.

Las muestras fueron sometidas durante 14 días a calor dentro de un horno eléctrico, el cual se aumentó la temperatura gradualmente de 5 a 10 °C respectivamente, iniciando con una temperatura de 50 °C hasta alcanzar la temperatura máxima de 103 ± 2 °C, tomando datos cada cuatro horas durante el día, es decir 12 horas continuas de monitoreo de la variación del peso, hasta obtener 3 datos de peso iguales.

Al alcanzar un peso constante se tomó medidas nuevamente de las piezas con el vernier, y para evitar que estas ganaran humedad del ambiente, se dejaron enfriar en una desecadora de vidrio, los datos obtenidos se ingresaron en hojas electrónicas, donde se calculó el porcentaje de contracción de cada pieza mediante el uso de la fórmula (2).

Se determinó una contracción promedio de la madera de *Quercus segoviensis* Liebm, en el plano Longitudinal de 0.21 %, en el plano Radial 8.80% considerándola alta en

comparación con el dato promedio de 5.14 % reportado por Hororato & Fuentes (2001) para el género *Quercus*, y 6.4 % reportado por Nájera et al., (2005) para el género *Quercus*. Se obtuvo para el plano Tangencial 13.59% dato que está dentro del promedio de 14.61 % reportado por Hororato & Fuentes (2001) para el género *Quercus*, pero alto en comparación con 10.7 % reportado por Nájera et al., (2005) para el género *Quercus*, cabe destacar que en el plano Tangencial fue donde se logró apreciar mayor presencia de grietas luego de finalizado el experimento.

El porcentaje de humedad promedio para las muestras fue de 54.81%, además se determinó la estabilidad de la madera mediante la utilización de la fórmula (3) donde:

$$T/R = \frac{13.59}{8.8} = 1.55$$

Dando como resultado 1.55 comparándolo con el cuadro 2 de valores del coeficiente de anisotropía, la ubica en una madera excelente de aplicaciones sin alabeos o deformaciones. Dato que se considera bajo comparado con los datos reportados por Hororato & Fuentes (2001), que ubican al género *Quercus* dentro del rango de 2.55 a 3.07, y Nájera et al., (2005), reportan 1.7 para género *Quercus*, cabe destacar que entre mayor sea esta relación se tiende a mayor presencia de grietas y rajaduras durante los procesos de secado. (Oliveira & Silva, 2003)

Poder Calorífico: según Villanueva define al poder calorífico como un proceso de combustión por el cual se desprende una cantidad de calor en función de la masa, además categoriza 156 productos con su respectivo poder calorífico donde, se puede encontrar a la madera de Roble con un potencial calorífico de 4 Megacaloría/kilogramo (Mcal/kg) o 4,000 Kilocaloría/kilogramo (Kcal/kg). (1983)

El laboratorio del Ministerio de Energía y Minas (MEM), reporto los siguientes datos de las muestras de *Quercus segoviensis* Liebm., que se sometieron a la prueba de poder calorífico:

Tabla 5*Resumen datos de Laboratorio MEM*

Descripción	Método de análisis	Resultados
Poder Calorífico Superior	ASTM D-240	16.75 MJ/Kg
Ceniza, % masa	ASTM D-482	1.18 %
Humedad, % masa	Gravimétrico	9.57 %

Nota. Laboratorio técnico, Ministerio de Energía y Minas, Guatemala (2019).

Como se observa en la tabla 4, el resultado para el poder calorífico fue de 16.75 MJ/Kg, lo que es equivalente a 4000 Kcal/Kg, dando un resultado similar al dato reportado por Villanueva (1983), clasificándola como un poder calorífico alto. Además, se pudo determinar el porcentaje de ceniza de las muestras, dando un 1.18% en relación de la masa, y 9.57% de humedad contenido en la muestra.

Características Mecánicas

Realización de ensayos mecánicos: durante la realización de los ensayos mecánicos, se mantuvo las mismas condiciones experimentales para todas las pruebas, con el fin de que los datos fueran precisos, el total de probetas para los ensayos mecánicos fue de 160, las cuales se encontraban con un contenido de humedad de 12%, los resultados de las pruebas mecánicas ensayadas son:

Tabla 6*Medidas tendencia central en pruebas mecánicas*

	Tensión perpendicular al grano	Flexión estática	Tensión paralela al grano	Clivaje	Corte paralelo al grano	Compresión paralela al grano	Compresión perpendicular al grano	Dureza
Media (Kgf)	630.51	402.3	919.42	383.18	3844.1	3902.51	3611.09	815.8
Desviación estándar	375.3	92	364.5	163.1	892.6	208.2	545.9	0
Coeficiente de variación (%)	60	23	40	43	23	5	15	0
Mediana (Kgf)	609.7	389.34	808.1	388.25	3991.6	4000	3937.74	815.8
Máximo (Kgf)	1243.35	631.67	1488.66	709.23	4800	4000	4000	815.83
Mínimo (Kgf)	17.9	199.49	354.64	120.6	1409.04	3262.38	2414.37	815.77
Varianza	140812.99	8462.77	132867.88	26596.42	796807.03	43346.52	298011.44	0.00022

Nota. Detalle de las medidas de tendencia de pruebas mecánicas. Camey, E. (2024), realizado en Infostat.

Todas las pruebas fueron realizadas con 20 probetas cada una, se puede observar que el mayor coeficiente de variación fue con la prueba tensión perpendicular al grano evidenciando mucha dispersión entre los datos y poca homogeneidad, para esta prueba Nájera et al., (2005) determinaron un promedio de resistencia de tensión perpendicular de la especie *Q. laeta*, de 65.55 kgf/cm², comparándolo con el dato obtenido promedio de 63.05 kgf/cm² de la especie en estudio, se observa que es sensiblemente similar al dato obtenido en el presente ensayo, clasificándolo de resistencia alta, también determinaron para la tensión paralela al grano una resistencia promedio en *Q. laeta*, de

1214.04 kgf/cm², el cual es ligeramente superior al dato reportado en este ensayo, para clivaje determinaron una resistencia promedio en *Q. laeta*, de 58.59 kgf/cm, siendo superior a la de la especie en estudio, con respecto a corte paralelo al grano determinaron una resistencia promedio en *Q. laeta*, de 116.34 kgf/cm², Pérez et al., (2015), determinaron una resistencia de 101.97 kgf/cm², sin embargo el dato obtenido en este ensayo fue superior, en compresión paralela y compresión perpendicular los datos de la especie en estudio fueron superiores a los de Nájera et al., (2005), y Pérez et al., (2015), en dureza el dato reportado por la especie en estudio fue menor a los reportados por los autores antes citados, sin embargo demostró una alta resistencia ante las pruebas mecánicas, y para flexión estática Sotomayor (2018), determino el índice de flexión estática de la madera de *Quercus sp*, con un módulo de elasticidad de 9.81 Gigapascal (Gpa) o 1.0E+05 kgf/cm², Pérez et al., (2015), determinaron un módulo de elasticidad de la especie *Q. rugosa*, con un promedio de 1.17E+05 kgf/cm², y el dato obtenido de los ensayos en promedio es de 1.21E+05 kgf/cm² siendo superior y demostrando una buena elasticidad del material.

Se evidencia que la especie bajo estudio posee buena respuesta y alta resistencia en pruebas mecánicas puesto que De la Paz et al., mencionan que los encinos blancos presentan características marcadas siendo estas, mayor densidad, dureza, cantidad de cristales y tilides, lo que le aporta mayor resistencia a la madera, pero también se vuelven susceptibles a cambios de dimensión, provocando problemas durante el secado y proceso de maquinado. (2000)

CONCLUSIONES

- 1 Dentro del sector "A" se identificaron 3 especies de encino: *Quercus segoviensis* Liebm. *Quercus purulhana* Trel. y *Quercus peduncularis* Née. La que tenía mayor presencia fue *Quercus segoviensis* Liebm. conocida localmente como "Roble Canche".
- 2 La madera de *Quercus segoviensis* Liebm., presenta porosidad difusa, con vasos simples en su mayoría con tilides, placas de perforación simple y con puntuaciones alternas, los radios son del tipo homogéneo uniseriado en su mayoría, y en agregado de múltiples filas de células, las fibras son del tipo septada con presencia de cristales prismáticos incrustados entre las fibras. Madera muy pesada con densidad básica de 0.82 g/cc; posee una contracción tangencial de 13.59%, una contracción radial de 8.80%, y longitudinal de 0.21%. La relación tangencial-radial es de 1.55, lo que indica una madera de aplicaciones sin alabeos o deformaciones debido a la curvatura de sus ejes longitudinal o transversal, un valor calorífico de 4000 Kcal/Kg clasificado como alta. La resistencia de la madera es clasificada como bastante alta ya que al ser sometida a pruebas de tensión, corte, compresión, dureza, y flexión estas necesitan de altas cargas para deformarse, y posee un módulo de elasticidad categorizado como alto, lo cual es una característica propia de los encinos blancos, sin embargo también se vuelven susceptibles a cambios de dimensión, provocando problemas durante el secado y proceso de maquinado
- 3 La madera de *Quercus segoviensis* Liebm, presenta características anatómicas, físicas y mecánicas, que son ideales para emplearse en:
Estructuras verticales (columnas, postes y pilotes), según los índices de materiales para el género *Quercus* sp. y la alta resistencia demostrada en las pruebas mecánicas.
Material energético (carbón o leña) debido al alto potencial calorífico que posee la madera de 4000 Kcal/kg.

Carpintería de obra (interiores, tabiquería, cielo raso y zócalos), siempre que se realice un secado controlado ya que la relación tangencial-radial es de 1.55, pisos (parquet) debido a la alta dureza y resistencia que posee la madera de 813.5 kgf/cm². Laminado de chapa decorativa, para recubrimiento de superficies horizontales (mostradores, mesas, islas) así como verticales (paneles de pared, módulos), con la limitación de su uso solo en interiores.

RECOMENDACIONES

- 1 Para el aprovechamiento integral del bosque ubicado en el sector "A" en la finca La Montañita, se recomienda a las autoridades de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), dar continuidad al estudio de las especies arbóreas, desarrollando estudios fenológicos y silviculturales que permitan la propagación, lo que garantizaría la sostenibilidad en el aprovechamiento y producción de su madera.
- 2 Realizar los estudios de las características anatómicas, físicas, mecánicas y programas de secado, de las otras dos especies del genero *Quercus* determinadas botánicamente en el área de estudio, añadiendo estudios químicos de las propiedades de la madera y corteza de las especies, principalmente enfocado en la determinación de taninos que contiene, ya que la corteza de la especie es comúnmente usada para curtir pieles, lo que hace suponer importantes contenidos de esos compuestos
- 3 Evaluar las condiciones de durabilidad natural de la madera de *Quercus segoviensis* Liebm, para su uso en interiores y exteriores.

REFERENCIAS

- Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica, Guatemala. (2008). *Plan de conservación de los bosques de pino-encino de Centroamérica y el ave migratoria Dendroica chrysoparia*. Fundación Defensores de la Naturaleza / The Nature Conservancy. http://www.pronatura-sur.org/web/docs/PLAN_CONSERVACION_bosques_pino-encino.pdf
- ASTM. (2000). *Standard test methods for small clear specimens of timber*. Current edition approves May 15, 1994; Keywords were added in April 2000. (Designation: 143–94 (Reapproved 2000)). <http://file.yizimg.com/175706/2011090722382624.pdf>
- ASTM International. (2018). *Preguntas frecuentes*. <https://www.astm.org/ABOUT/faqs.html#what>
- Benítez, R. Montesinos, J. (1998). *Catálogo de cien especies forestales de Honduras, Distribución, Propiedades y Usos*. ACDI, ESNACIFOR, COHDEFOR.
- Casasola, C. (1988). *Anatomía y propiedades físicas de la madera de Calophyllum brasiliense Camb. in St. Hil, Vochysia hondurensis Sprague y Symphonia globulifera L.* [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-01119.pdf>
- Córdoba-Foglia, R. (2012). Conceptos básicos sobre el secado de la madera. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 2(5), 88-92. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/546>
- Coto, A. (2015). *Manual de uso de la madera para la construcción*. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) / Oficina Nacional Forestal (ONF). http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/manual_1.pdf
- De la Paz, C., Dávalos, R., & Guerrero, E. (2000). Aprovechamiento de la madera de encino en México. *Madera y Bosques* 2000, 6(1), 3–13. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61760101.pdf>
- Honorato, J., & Fuentes, M. (2020). Propiedades físico-mecánicas de la madera de cinco especies de encino del estado de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 26(90), 5-28. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/911>
- Wheeler, E. A., Baas, P., & Gasson, P. E. (1989). *IAWA List of microscopic features for hardwood identification*.

- López, C. (2008). *Tema no. 15: Función de distribución diamétrica, parámetros medios de masa, el área basimétrica, muestreo angular relascópico, estructura de la masa forestal*. Universidad Politécnica de Madrid, OpenCourseWare. <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/dasometria/contenidos-ocw-2008/estereometria/Tema15.pdf>
- Megias, M., Molist, P., & Pombal, M. (2016). *Atlas de histología vegetal y animal; Técnicas histológicas: Tinción*. Universidad de Vigo, Facultad de Biología, Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. <https://mmegias.webs.uvigo.es/6-tecnicas/5-general.php>
- Nájera, J., Vargas, Z., Méndez, J., & Graciano, J. (2005). Propiedades físicas y mecánicas de la madera en *Quercus laeta* Liemb. de El Salto, Durango. *Ra Ximhai*, 1(3), 559-576. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46110307.pdf>
- Oliveira, J., & Silva, J. (2003). Variación radial da retratibilidade e densidad básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. *Revista Árvore, Vicosa-MG*, 27(3), 381-385. <https://www.scielo.br/j/rarv/a/P7dNdvMB93M8ymcvRx4ktTn/?lang=pt>
- Pérez, C., Dávalos, R., Limón, R., & Quintanar, P. (2015). Características tecnológicas de la madera de dos especies de *Quercus* de Durango, México. *Madera y bosques*, 21(3), 19-46. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000300002&lng=es&tlng=es
- Quezada, M., Rodas, L., & Marroquín, A. (2016). *Diversidad de encinos en Guatemala; Una alternativa para bosques energéticos, seguridad alimentaria y mitigación al cambio climático; Fase I: Las Verapaces y Peten*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puicb/INF-2015-18.pdf>
- Rivas, C., & Joachin, J. (2006). *Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de cuatro especies de madera del Peten*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2615_C.pdf
- Rodas, L., Quezada, M., Valencia, S., Marroquín, A., Hernández, B., & Martínez, J. (2018). *Encinos de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas, Herbario, Editorial Universitaria.
- Ruiz, F., González, M., Valdez, J., & Romero, A. (2016). Estructura anatómica de la madera de dos encinos de Oaxaca. *Madera y Bosques*, 22(1). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712016000100177

- Saravia, J. (1997). *Estudio comparativo del secado convencional y en alta temperatura de madera redonda de pino insigne (Pinus radiata D. Don) de diámetros reducidos*. [Tesis de maestría, Universidad de Chile].
- Sotomayor, J. (2018). Índices materiales en flexión estática de maderas mexicanas con potencial para uso en la construcción. *Tecnología de la Madera, Ingeniería Mecánica Tecnología y Desarrollo*, 6(2). http://revistasomim.net/revistas/6_2/Art2.pdf
- Spavento, E., Keil, G., & Monteoliva, S. (2008). *Propiedades físicas de la madera*. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, Curso de Xilotecnología. http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod_resource/content/0/Propiedades_Fisicas_2008.pdf
- Standley, PC., & Steyermark, JA. (1952). Flora of Guatemala. *Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany*, 24(3).
- Torres, C., & Jiménez, J. (2006). *Procedimiento para la Identificación taxonómica de especies vegetales*. Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, Área de Ambiental; Código PCUTP-CIHH-AA-102-2006. <http://www.utp.ac.pa/documentos/2011/pdf/PCUTP-CIHH-AA-102-2006.pdf>
- Ugalde, L. (1981). *Conceptos básicos de dasometría*. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Programa de Recursos Naturales Renovables. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/886/Conceptos_basicos_de_dasometria.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. (2011). *Manual de estadística descriptiva*. USAC
- Valdés, H. (1988). *Anatomía y propiedades físicas de la madera Lonchocarpus latifolius (Willd) HBK, Terminalia amazonia (J.F. Gmel) y Pouteria gallifruca Cronquist*. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-01114.pdf>
- Valencia, S., & Vargas, J. (1997). Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera. *Madera y Bosques*, 3(1), 81-87. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61730107.pdf>
- Villanueva, J. (1983). *NTP 47: Parámetros de interés a efectos de incendio de las sustancias químicas más usuales. Valores*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Centro de Investigación y Asistencia Técnica.

https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_047.pdf

Wiedenhoeft, A. (2011). *Identificación de las especies maderables de Centroamérica*. USDA Forest Service, Center for Wood Anatomy Research, Forest Products Laboratory.



APÉNDICE

Figura 19 A

Manejo de muestras



Nota. a) Marcado de trozas, b) Cortado de trozas.

Figura 20 A

Almacenado de trozas



Figura 21 A

Descortezado de trozas

**Figura 22 A**

Corte de piezas

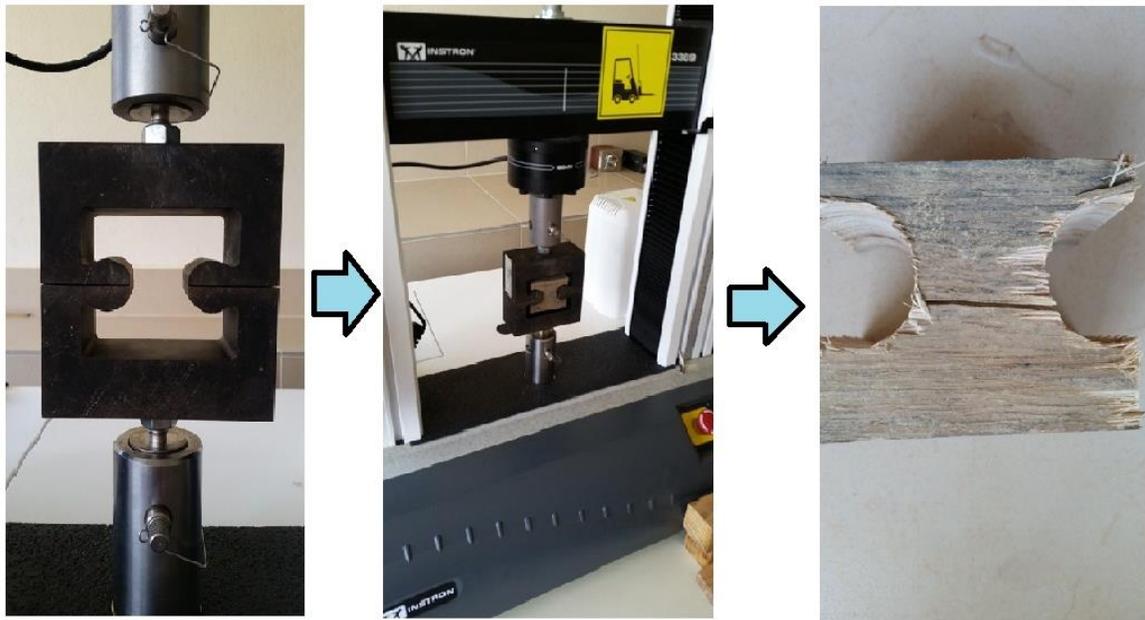


Figura 23 A*Madera secada***Figura 24 A***Manejo de probetas*

Nota. a) Probetas para ensayos mecánicos. b) Lote completo de probetas.

Figura 25 A

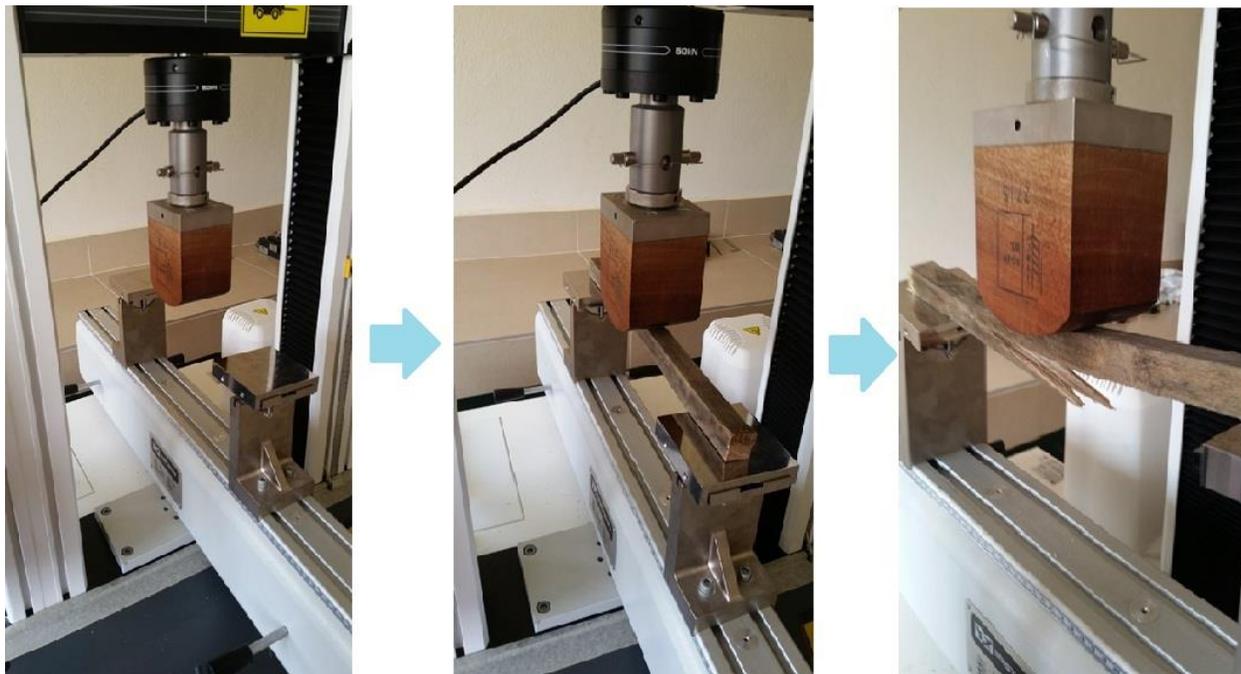
Prueba mecánica Tensión perpendicular al grano



Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 26 A

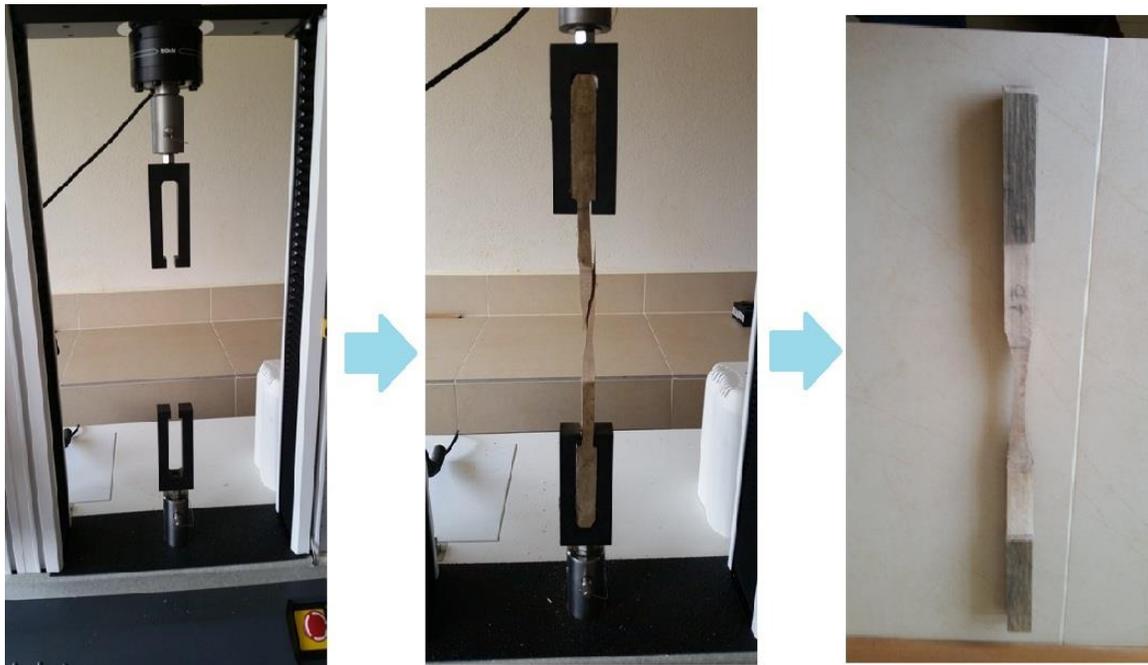
Prueba mecánica Flexión estática



Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 27 A

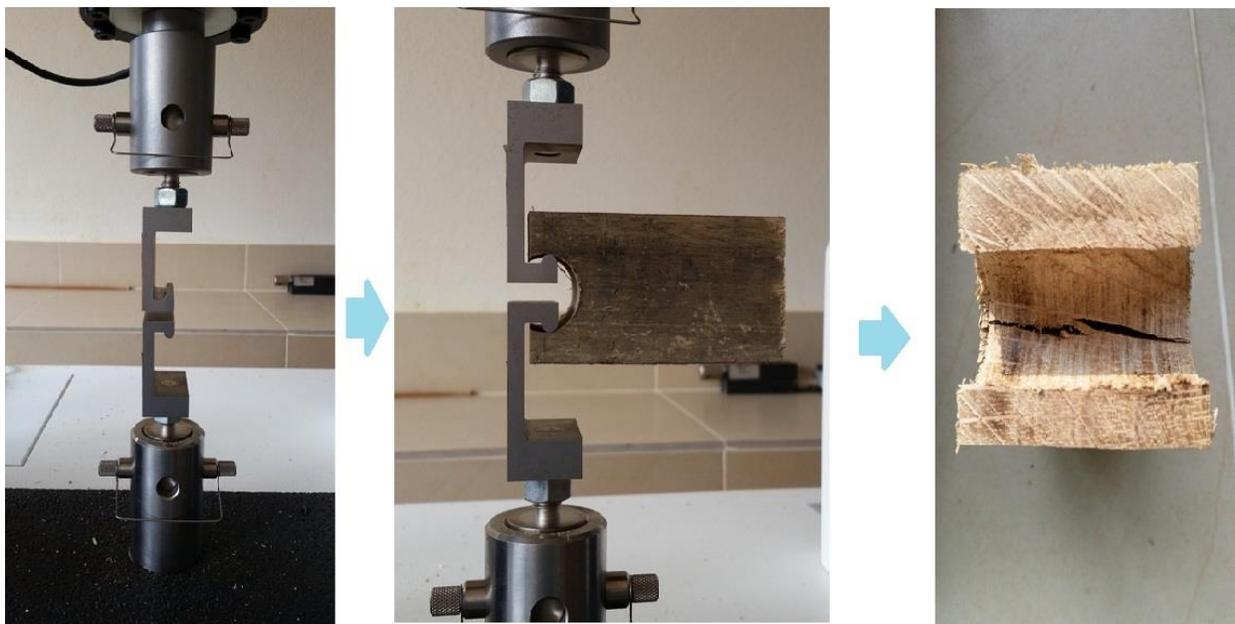
Prueba mecánica Tensión paralela al grano



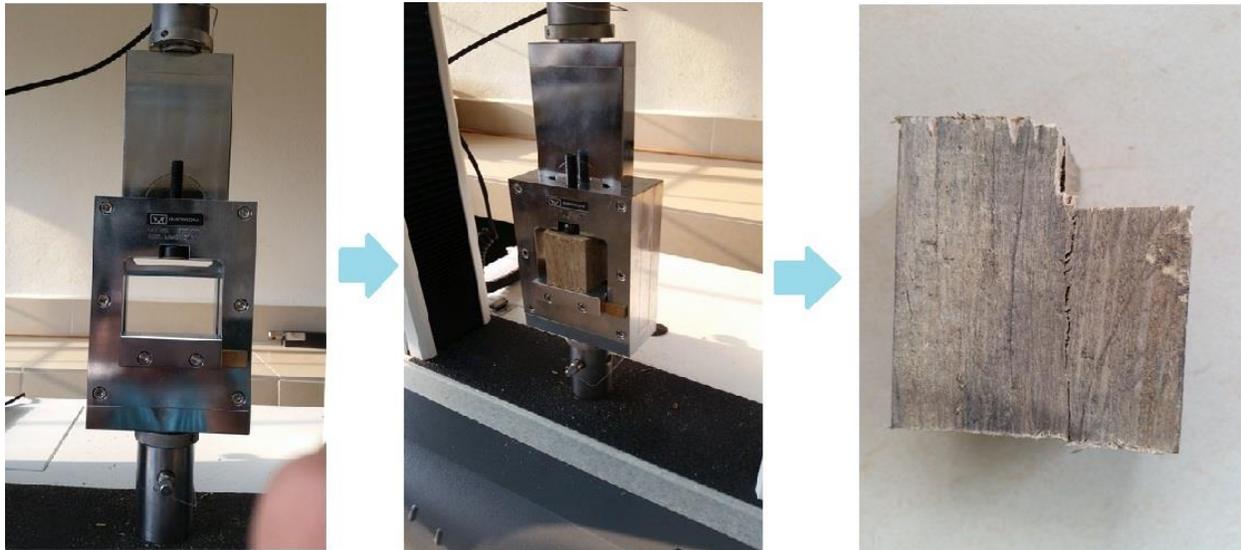
Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 28 A

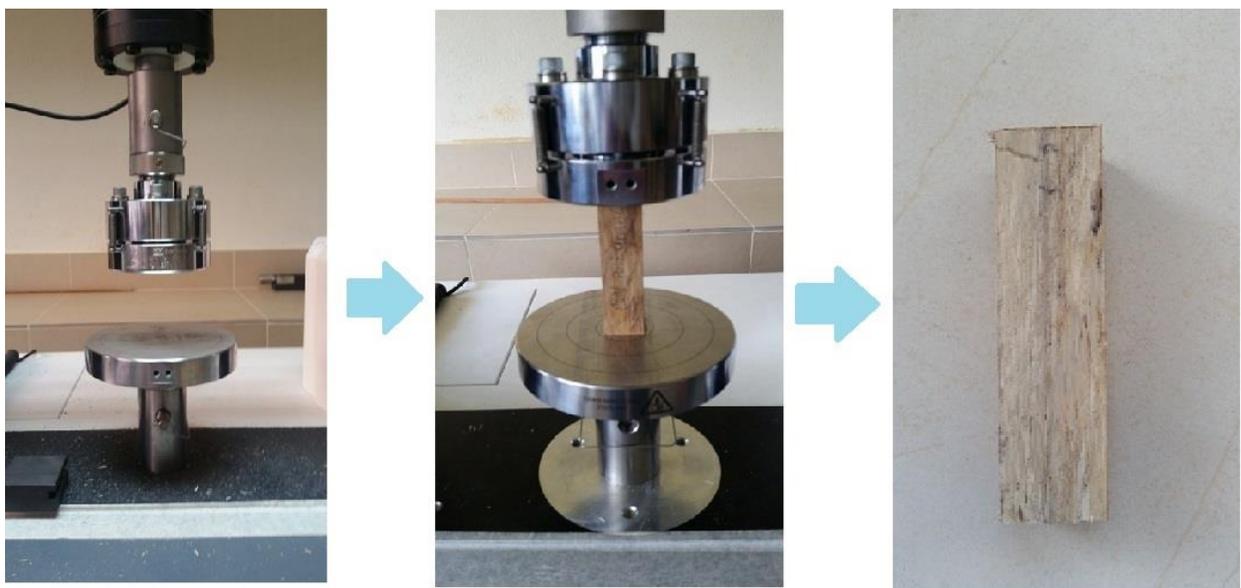
Prueba mecánica Clivaje



Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 29 A*Prueba mecánica Corte paralelo al grano*

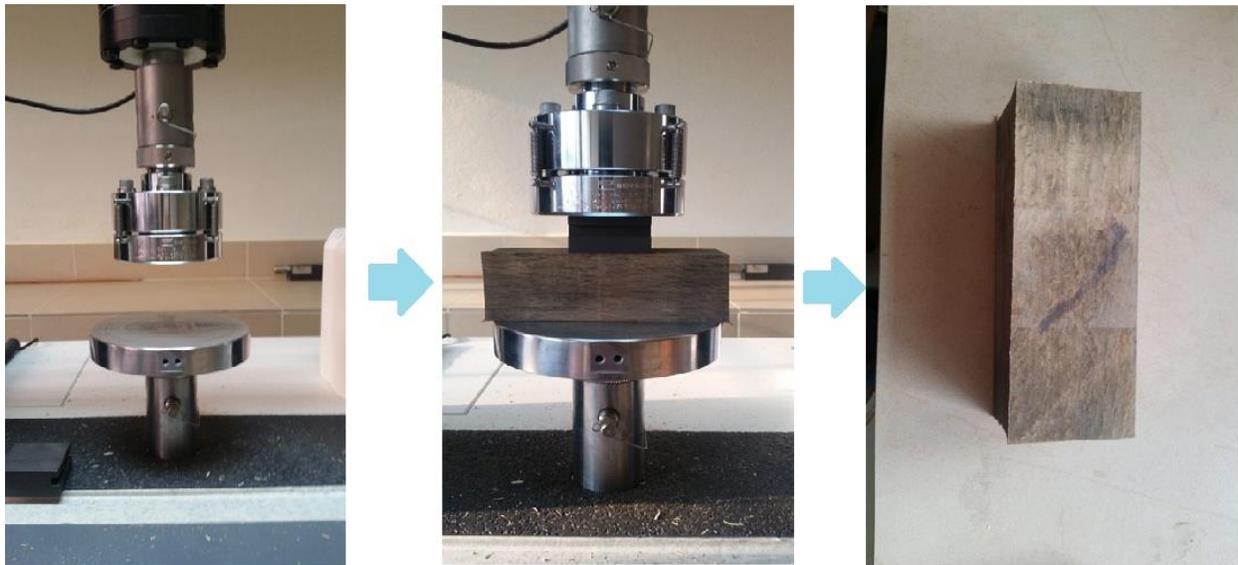
Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 30 A*Prueba mecánica Compresión paralela al grano*

Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 31 A

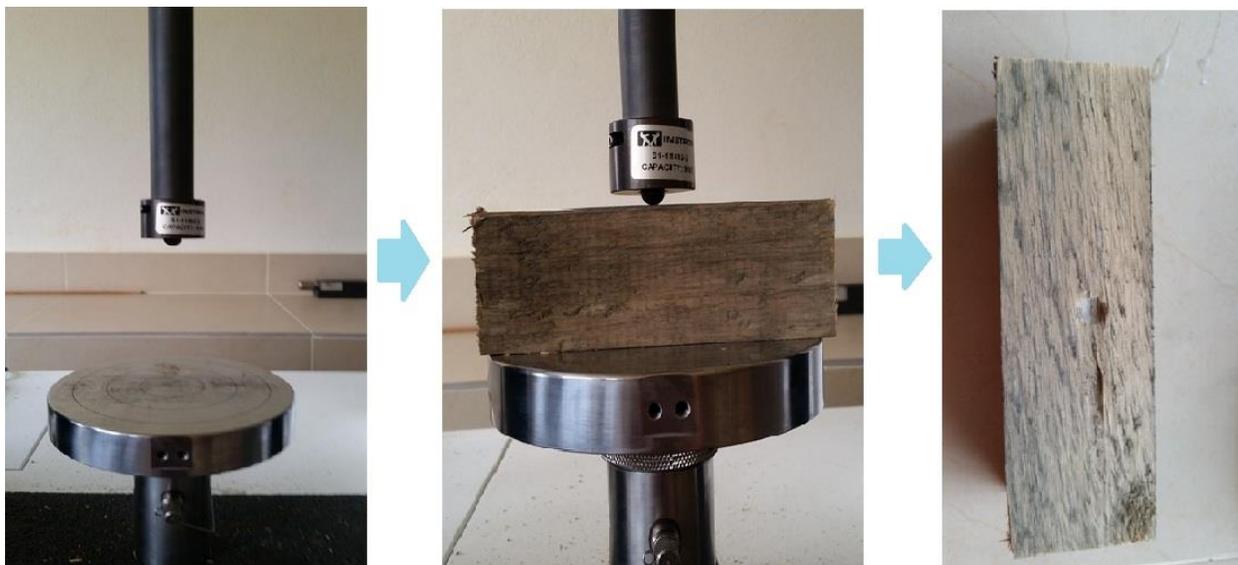
Prueba mecánica Compresión perpendicular al grano



Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 32 A

Prueba mecánica Dureza



Nota. Se observa la secuencia de la realización de la prueba, y el resultado en la probeta ensayada.

Figura 33 A

Resultado de laboratorio Ministerio de Energía y Minas (MEM)

 GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS	LABORATORIOS TÉCNICOS	PÁGINA 1 DE (1) LAB-REP-0609-19 ORDEN No. L-0251-19 GUATEMALA, 12-04-19	
RESULTADOS DE ANÁLISIS			
MUESTRA: Encino Quercus PRESENTADA POR: Edgar Camey RESPONSABLE DEL MUESTREO: Edgar Camey PROCEDENCIA: Edgar Camey LOCALIZACIÓN: Guatemala, Guatemala FECHA DE MUESTREO: Desconocida FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA Y PAPELERÍA: 04-04-19 FECHA DE ANÁLISIS: del 08-04-19 al 12-04-19 PRECIO DE ANÁLISIS: \$ 44.00 ANALISTA: Jhonatan Ríos			
DESCRIPCIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN (a)	RESULTADOS (b)
PODER CALORÍFICO SUPERIOR, MJ/Kg	ASTM D-240	_____	(c) 16.75
CENIZA, % masa	ASTM D-482	_____	1.18
HUMEDAD, % masa	Gravimétrico	_____	9.57
OBSERVACIONES: <p>a) En el Acuerdo Ministerial No. 303-2018 no existen especificaciones para este producto. b) Los resultados son válidos solo para la cantidad de muestra presentada en este laboratorio. c) El valor de 16.75 MJ/Kg es equivalente a 4000 Kcal/Kg y a 7199 Btu/Lb.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="492 1182 906 1392" style="text-align: center;">  Ingo Quiro Villacinda AREA DE HIDROCARBUROS </div> <div data-bbox="751 1367 1036 1535" style="text-align: center;">  Vo. Bo. Inga. Mayra Villatoro COORDINADORA LABORATORIOS TÉCNICOS </div> <div data-bbox="987 1377 1187 1577" style="text-align: center;">  </div> </div>			

El presente informe no puede ser modificado ni reproducido sin autorización del Laboratorio Técnico

Ministerio de Energía y Minas/Dirección: Diagonal 17, 29-78, Zona 11 las Charcas / PBX: (502) 2419 6464

 @MEMguatemala

 /MEMguatemala www.mem.gob.gt

Tabla 7 B*Datos de densidad en madera de Quercus segoviensis Liebm*

Densidad basica metodo Arquimides						
Arbol	Muestra	Volumen (cc)	Peso inicio (g)	Peso final (g)	Densidad Basica g/cc	% humedad
1	1A	385	492	308	0.80	59.74
	1B	411	535	340	0.83	57.35
	2A	400	518	333	0.83	55.56
	2B	399	515	332	0.83	55.12
	3A	396	510	325	0.82	56.92
	3B	398	514	318	0.80	61.64
	4A	393	505	323	0.82	56.35
	4B	398	515	330	0.83	56.06
2	1A	395	500	302	0.76	65.56
	1B	391	494	300	0.77	64.67
	2A	373	471	292	0.78	61.30
	2B	372	465	284	0.76	63.73
	3A	399	492	305	0.76	61.31
	3B	394	457	363	0.92	25.90
	4A	392	494	297	0.76	66.33
	4B	395	500	305	0.77	63.93
3	1A	404	523	338	0.84	54.73
	1B	398	509	314	0.79	62.10
	2A	402	519	340	0.85	52.65
	2B	425	549	363	0.85	51.24
	3A	406	525	345	0.85	52.17
	3B	406	526	348	0.86	51.15
	4A	433	558	364	0.84	53.30
	4B	434	556	362	0.83	53.59
PROMEDIO					0.82	56.77

Tabla 8 B*Datos de piezas para determinar contracción Inicio de experimento*

Arbol	Muestra	Contraccion Inicio									Peso (g)
		L1	L2	L3	T1	T2	T3	R1	R2	R3	
1	1	99.85	99.7	99.67	26.27	26.21	26.21	25.59	25.54	25.62	86
	2	100.95	101.13	100.98	26.4	26.25	26.07	25.82	25.64	25.59	84
	3	100.39	100.28	100.47	26.13	26.17	26.28	25.49	25.64	25.63	85
	4	100.56	100.68	100.67	26.01	25.85	25.82	26.05	25.83	25.6	84
	5	102.09	102.22	102.08	27.14	27.1	27.03	27.36	27.24	27.19	96
2	1	101.86	101.66	101.72	27.19	27.33	27.25	27.53	27.71	27.77	97
	2	101.2	101.05	100.86	27.15	27.11	27.08	27.79	27.72	27.66	97
	3	101.12	101.02	100.97	27.12	27.1	27.08	27.55	27.51	27.46	96
	4	100.76	100.86	100.81	27.2	27.16	27.25	27.62	27.74	27.78	96
	5	100.7	100.81	100.98	27.26	27.38	27.32	27.43	27.58	27.65	96
3	1	100.29	100.2	100.18	25.93	25.98	25.79	25.77	25.71	25.73	86
	2	101.12	101.11	101.19	27.06	27.11	27.1	27.38	27.47	27.53	95
	3	102.16	102.07	102.03	25.53	25.49	25.36	25.87	25.84	25.84	85
	4	102.96	103.1	102.95	27.23	27.14	27.12	26.54	27.01	27.31	91
	5	101.57	101.52	101.58	25.64	25.72	25.91	25.84	25.83	25.83	86

Nota. Datos en milímetros. L = longitudinal, T = tangencial, R = radial. 2019.

Tabla 9 B*Datos de piezas para determinar contracción Final de experimento*

Arbol	Muestra	Contraccion Final									Peso (g)
		L1	L2	L3	T1	T2	T3	R1	R2	R3	
1	1	99.38	99.07	98.88	22.65	22.82	22.96	23.73	23.74	23.93	53
	2	100.31	100.24	100.22	23.31	23.08	22.71	22.85	22.53	22.46	48
	3	100.02	99.79	99.76	21.59	21.94	22.26	23.13	23.15	23.3	53
	4	100.46	100.53	100.53	22.95	22.87	22.68	24.03	23.66	23.45	52
	5	102.01	102.2	102.26	24.11	23.84	23.93	25.21	24.93	24.98	64
2	1	101.34	101.73	101.64	24.16	24.38	24.19	25.36	25.53	25.43	66
	2	100.92	100.93	100.83	23.96	23.89	23.9	25.56	25.34	25.31	65
	3	101.01	101.03	100.93	23.91	24.06	24.03	25.26	25.1	25.06	64
	4	100.57	100.81	100.7	24.17	24.16	24.2	25.61	25.6	25.64	64
	5	100.61	100.76	100.87	23.98	24.16	24.2	25.39	25.51	25.62	63
3	1	100.06	100.06	100.14	22.6	22.36	22.21	23.89	23.83	23.99	57
	2	101.04	101.06	101.09	24.11	23.99	24.05	25.17	25.27	25.44	64
	3	102.1	101.99	101.84	22.77	22.68	22.6	23.96	23.92	24.04	55
	4	102.84	102.98	102.83	24.51	24.63	24.37	24.42	25.34	25.37	58
	5	101.3	101.46	101.44	22.87	22.62	22.82	24.08	24	24	56

Nota. Datos en milímetros. L = longitudinal, T = tangencial, R = radial. 2019.

Tabla 10 B

Resultados de pruebas mecánicas realizadas

No.	Nombre prueba mecánica	Estado	Maximo Fuerza (kgf)	Esfuerzo maximo kgf/cm2	Desplazamiento por flexion carga de 220N	Modulo de Young kgf/cm2	Esfuerzo de flexion kgf/mm2	Desplazamiento (mm)
1	Tension perpendicular al grano	Con grieta	525.4	---	---	---	---	3.459
2	Tension perpendicular al grano	Con grieta	380.95	---	---	---	---	4.231
3	Tension perpendicular al grano	Con grieta	104.19	---	---	---	---	2.501
4	Tension perpendicular al grano	Con grieta	597.32	---	---	---	---	2.303
5	Tension perpendicular al grano	Con grieta	1243.35	---	---	---	---	2.44
6	Tension perpendicular al grano	Con grieta	636.37	---	---	---	---	2.698
7	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	369.24	---	---	---	---	1.809
8	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	460.11	---	---	---	---	1.775
9	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	1042.71	---	---	---	---	2.236
10	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	707.31	---	---	---	---	2.246
11	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	817.86	---	---	---	---	2.195
12	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	1124.46	---	---	---	---	2.604
13	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	1173.06	---	---	---	---	2.667
14	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	17.9	---	---	---	---	2.898
15	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	335.05	---	---	---	---	3.93
16	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	453.56	---	---	---	---	2.623
17	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	622.07	---	---	---	---	3.087
18	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	100.42	---	---	---	---	2.42
19	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	1197.88	---	---	---	---	3.63
20	Tension perpendicular al grano	Sin grieta	701.01	---	---	---	---	3.519
21	Flexion	Con grieta	446.41	1398.8	0.76	1.34E+05	12.54	16.63
22	Flexion	Con grieta	470.13	1473.1	0.99	1.36E+05	12.92	22.2
23	Flexion	Con grieta	374.75	1174.3	0.66	1.23E+05	11.23	14.63
24	Flexion	Con grieta	464.82	1456.5	0.74	1.43E+05	13.01	17.94
25	Flexion	Con grieta	482.23	1511.1	0.85	1.55E+05	13.73	17.29
26	Flexion	Con grieta	631.67	133.3	0.9	1.01E+05	9.1	17.94
27	Flexion	Sin grieta	369.93	1159.2	0.98	1.27E+05	10.69	26
28	Flexion	Sin grieta	332.76	1042.7	0.77	1.09E+05	9.53	17.55
29	Flexion	Sin grieta	351.52	1101.5	1.41	1.10E+05	9.93	15.36
30	Flexion	Sin grieta	320.48	1004.2	0.7	9.23E+04	8.58	14.28
31	Flexion	Sin grieta	440.26	1379.5	0.73	1.38E+05	12.34	21.11
32	Flexion	Sin grieta	443.71	1390.3	0.64	1.43E+05	12.32	21.7
33	Flexion	Sin grieta	199.49	625.1	1.27	1.02E+05	4.4	6.17
34	Flexion	Sin grieta	492.96	1544.7	0.62	1.68E+05	13.04	18.97
35	Flexion	Sin grieta	376.47	1179.7	1.11	1.17E+05	9.86	18.16
36	Flexion	Sin grieta	322.71	1011.2	0.86	8.52E+04	7.89	20.96
37	Flexion	Sin grieta	366.42	1148.1	0.85	1.03E+05	9.11	23.65
38	Flexion	Sin grieta	296.38	928.7	1.22	7.25E+04	6.96	28.18
39	Flexion	Sin grieta	460.67	1443.5	1.2	1.35E+05	12.57	21.46
40	Flexion	Sin grieta	402.21	1260.3	0.77	1.23E+05	10.69	18.77
41	Tension paralela al grano	Con grieta	1075.1	---	---	---	---	3.392
42	Tension paralela al grano	Con grieta	637.18	---	---	---	---	1.726
43	Tension paralela al grano	Con grieta	1488.66	---	---	---	---	5.14
44	Tension paralela al grano	Con grieta	1270.21	---	---	---	---	3.678
45	Tension paralela al grano	Con grieta	613.21	---	---	---	---	2.712
46	Tension paralela al grano	Con grieta	1367.73	---	---	---	---	4.431
47	Tension paralela al grano	Sin grieta	394.1	---	---	---	---	2.313
48	Tension paralela al grano	Sin grieta	1478.73	---	---	---	---	6.905
49	Tension paralela al grano	Sin grieta	354.64	---	---	---	---	1.32
50	Tension paralela al grano	Sin grieta	777.21	---	---	---	---	1.89

Tabla 10 B Continuación resultados de pruebas mecánicas realizadas.

No.	Nombre prueba mecanica	Estado	Maximo Fuerza (kgf)	Esfuerzo maximo kgf/cm2	Desplazamiento por flexion carga de 220N	Modulo de Young kgf/cm2	Esfuerzo de flexion kgf/mm2	Desplazamiento (mm)
51	Tension paralela al grano	Sin grieta	945.7	---	---	---	---	3.946
52	Tension paralela al grano	Sin grieta	837.59	---	---	---	---	2.883
53	Tension paralela al grano	Sin grieta	808.14	---	---	---	---	2.182
54	Tension paralela al grano	Sin grieta	808.05	---	---	---	---	2.119
55	Tension paralela al grano	Sin grieta	681.12	---	---	---	---	2.403
56	Tension paralela al grano	Sin grieta	1325.69	---	---	---	---	3.02
57	Tension paralela al grano	Sin grieta	1486.87	---	---	---	---	5.265
58	Tension paralela al grano	Sin grieta	665.19	---	---	---	---	1.967
59	Tension paralela al grano	Sin grieta	716.22	---	---	---	---	3.462
60	Tension paralela al grano	Sin grieta	657.06	---	---	---	---	2.225
61	Clivaje	Con grieta	448.74	---	---	---	---	3.227
62	Clivaje	Con grieta	279.82	---	---	---	---	3.385
63	Clivaje	Con grieta	362.81	---	---	---	---	2.963
64	Clivaje	Con grieta	514.42	---	---	---	---	2.921
65	Clivaje	Con grieta	501.43	---	---	---	---	2.966
66	Clivaje	Con grieta	120.6	---	---	---	---	3.541
67	Clivaje	Sin grieta	575.43	---	---	---	---	2.313
68	Clivaje	Sin grieta	476.62	---	---	---	---	6.905
69	Clivaje	Sin grieta	285.3	---	---	---	---	1.32
70	Clivaje	Sin grieta	372.26	---	---	---	---	1.89
71	Clivaje	Sin grieta	131	---	---	---	---	3.946
72	Clivaje	Sin grieta	262.72	---	---	---	---	2.883
73	Clivaje	Sin grieta	401.77	---	---	---	---	2.182
74	Clivaje	Sin grieta	466.16	---	---	---	---	2.119
75	Clivaje	Sin grieta	709.23	---	---	---	---	2.403
76	Clivaje	Sin grieta	576.54	---	---	---	---	3.02
77	Clivaje	Sin grieta	476.17	---	---	---	---	5.265
78	Clivaje	Sin grieta	374.72	---	---	---	---	1.967
79	Clivaje	Sin grieta	179	---	---	---	---	3.462
80	Clivaje	Sin grieta	148.77	---	---	---	---	2.225
81	Corte	Con grieta	1409.04	56.4	---	---	---	3.078
82	Corte	Con grieta	3866.49	154.7	---	---	---	4.104
83	Corte	Con grieta	3547.9	141.9	---	---	---	3.014
84	Corte	Con grieta	3492.52	139.7	---	---	---	3.704
85	Corte	Con grieta	4214.43	168.6	---	---	---	3.292
86	Corte	Con grieta	3146.08	125.8	---	---	---	3.922
87	Corte	Sin grieta	4800	192.0	---	---	---	3.969
88	Corte	Sin grieta	4732.74	189.3	---	---	---	4.296
89	Corte	Sin grieta	4193.95	167.8	---	---	---	4.863
90	Corte	Sin grieta	4116.71	164.7	---	---	---	4.095
91	Corte	Sin grieta	3792.46	151.7	---	---	---	4.492
92	Corte	Sin grieta	3228.29	129.1	---	---	---	4.547
93	Corte	Sin grieta	4800	192.1	---	---	---	3.246
94	Corte	Sin grieta	4286.24	171.5	---	---	---	3.862
95	Corte	Sin grieta	3317.3	132.7	---	---	---	3.438
96	Corte	Sin grieta	3720.91	148.8	---	---	---	2.942
97	Corte	Sin grieta	4744.61	189.8	---	---	---	4.011
98	Corte	Sin grieta	2226.01	89.0	---	---	---	3.384
99	Corte	Sin grieta	4775.85	191.0	---	---	---	4.204
100	Corte	Sin grieta	4470.48	178.8	---	---	---	4.303

Tabla 10 B Continuación resultados de pruebas mecánicas realizadas.

No.	Nombre prueba mecanica	Estado	Maximo Fuerza (kgf)	Esfuerzo maximo kgf/cm2	Desplazamiento por flexion carga de 220N	Modulo de Young kgf/cm2	Esfuerzo de flexion kgf/mm2	Desplazamiento (mm)
101	Compresion paralela al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.832
102	Compresion paralela al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.499
103	Compresion paralela al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.779
104	Compresion paralela al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.552
105	Compresion paralela al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.618
106	Compresion paralela al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.828
107	Compresion paralela al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	2.857
108	Compresion paralela al grano	Sin grieta	3960.8	613.9	---	---	---	2.122
109	Compresion paralela al grano	Sin grieta	3792.12	587.8	---	---	---	2.167
110	Compresion paralela al grano	Sin grieta	3977.45	616.5	---	---	---	2.223
111	Compresion paralela al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.975
112	Compresion paralela al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.761
113	Compresion paralela al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.899
114	Compresion paralela al grano	Sin grieta	3611	559.7	---	---	---	2.254
115	Compresion paralela al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	2.255
116	Compresion paralela al grano	Sin grieta	3262.38	505.7	---	---	---	2.102
117	Compresion paralela al grano	Sin grieta	3967.95	615.0	---	---	---	2.329
118	Compresion paralela al grano	Sin grieta	3478.48	539.2	---	---	---	2.518
119	Compresion paralela al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.695
120	Compresion paralela al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.733
121	Compresion perpendicular al grano	Con grieta	3662.8	567.7	---	---	---	2.5
122	Compresion perpendicular al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.841
123	Compresion perpendicular al grano	Con grieta	2530.18	392.2	---	---	---	2.5
124	Compresion perpendicular al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	1.929
125	Compresion perpendicular al grano	Con grieta	4000	620.0	---	---	---	2.487
126	Compresion perpendicular al grano	Con grieta	3233.28	501.2	---	---	---	2.5
127	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.464
128	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.784
129	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	1.601
130	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	2414.37	374.2	---	---	---	2.5
131	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	2735.49	424.0	---	---	---	2.5
132	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	3774.89	585.1	---	---	---	2.55
133	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	3144.18	487.4	---	---	---	2.55
134	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	2.116
135	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	3901.69	604.8	---	---	---	2.5
136	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	3973.79	615.9	---	---	---	2.5
137	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	2.093
138	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	4000	620.0	---	---	---	2.256
139	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	3785.18	586.7	---	---	---	2.5
140	Compresion perpendicular al grano	Sin grieta	3065.91	475.2	---	---	---	2.5
141	Dureza	Con grieta	815.81	813.5	---	---	---	3.177
142	Dureza	Con grieta	815.8	813.5	---	---	---	4.07
143	Dureza	Con grieta	815.81	813.5	---	---	---	3.899
144	Dureza	Con grieta	815.79	813.5	---	---	---	4.308
145	Dureza	Con grieta	815.78	813.5	---	---	---	3.719
146	Dureza	Con grieta	815.81	813.4	---	---	---	3.629
147	Dureza	Sin grieta	815.82	813.5	---	---	---	4.324
148	Dureza	Sin grieta	815.78	813.4	---	---	---	4.76
149	Dureza	Sin grieta	815.79	813.5	---	---	---	3.593
150	Dureza	Sin grieta	815.8	813.5	---	---	---	4.469

Tabla 10 B Continuación resultados de pruebas mecánicas realizadas.

No.	Nombre prueba mecanica	Estado	Maximo Fuerza (kgf)	Esfuerzo maximo kgf/cm2	Desplazamiento por flexion carga de 220N	Modulo de Young kgf/cm2	Esfuerzo de flexion kgf/mm2	Desplazamiento (mm)
151	Dureza	Sin grieta	815.8	813.5	---	---	---	4.714
152	Dureza	Sin grieta	815.81	813.5	---	---	---	3.423
153	Dureza	Sin grieta	815.8	813.5	---	---	---	4.376
154	Dureza	Sin grieta	815.77	813.4	---	---	---	3.471
155	Dureza	Sin grieta	815.79	813.5	---	---	---	2.872
156	Dureza	Sin grieta	815.83	813.5	---	---	---	3.646
157	Dureza	Sin grieta	815.79	813.5	---	---	---	3.806
158	Dureza	Sin grieta	815.78	813.4	---	---	---	4.867
159	Dureza	Sin grieta	815.79	813.5	---	---	---	2.717
160	Dureza	Sin grieta	815.8	813.5	---	---	---	3.875



CAPÍTULO III: Servicios realizados en finca reserva forestal La Montañita, San Agustín Acasaguastlan, El Progreso y Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala

INTRODUCCIÓN

Dentro de las instalaciones de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, se forman estudiantes de nivel medio en las carreras de ámbito agronómico y forestal, bajo el lema “aprender haciendo” lo cual les permite a los estudiantes tener herramientas teóricas como prácticas, además la ENCA cuenta dentro de sus bienes inmuebles con la finca La Montañita, la cual está siendo reactivada para darle un uso óptimo a los recursos naturales que esta posee, con el diagnóstico realizado dentro de la escuela y en la finca La Montañita, se pudieron establecer que debido al creciente interés por parte de las autoridades de la ENCA en reactivar la finca se necesitan realizar ciertos estudios y trabajos de campo, así también dentro de las instalaciones se pudieron observar oportunidades de implementación de masas forestales para propiciar la reforestación y minimizar el desgaste de los recursos naturales.

El reglamento interno del Ejercicio Profesional Supervisado, de la Facultad de Agronomía, dicta que se debe realizar una práctica como fase del proceso académico de formación del futuro profesional, el cual plantea dos ejes, el planteamiento, desarrollo y ejecución de una investigación además de desarrollo y ejecución de un plan de servicios con la finalidad de impulsar actividades y propuestas para solucionar problemas o deficiencias que se observen durante el diagnóstico del lugar.

Los servicios que se realizaron en base al diagnóstico realizado fueron los siguientes:

Actualización de las plantaciones de *Pinus sp* inscritas en incentivos forestales dentro de la finca La Montañita, se actualizaron las plantaciones puesto que se necesitaba que estuvieran actualizadas para generar y contribuir al plan de manejo general de la finca, además se pudo rectificar que estas tenían plaga de gorgojo del pino, también la rectificación de rodales internos mediante características físicas y especies dentro de los rodales, la rectificación era necesaria para contribuir de forma directa también en el plan de manejo de la finca, y por último se brindó apoyo técnico-docente en el curso de Cartografía, a los estudiantes de primer año de la sección “B”.

Estos servicios se ejecutaron dentro de la finca La Montañita y las instalaciones de la ENCA respectivamente, durante el tiempo efectivo de EPS.

OBJETIVOS

- Prestar servicios y asistencia técnica en el ámbito forestal, para el desarrollo de proyectos en finca La Montañita así como dentro de las instalaciones de la ENCA.

Servicio 1: Actualización de los datos de las plantaciones de *Pinnus sp* de la parte baja en el sector “A” de la finca La Montañita, para poder ingresar nueva papelería de actualización al INAB.

Presentación

La finca Reserva Forestal La Montañita, posee plantaciones de *pinnus sp*. Las cuales la información en relación de área basal, volumen y alturas se encuentra desactualizada, esto repercute en que no se encuentre información fiable en las bases de datos del Instituto Nacional de Bosques INAB, ya que estas están inscritas para recibir incentivos forestales.

Objetivos

- Realizar un inventario de las plantaciones de *pinnus sp* de la parte baja del sector “A” de la finca la montañita
- Realizar la documentación legal para poder ingresarla al INAB.

Metodología

Fase de campo:

Se realizó un inventario en campo mediante la técnica de parcelas de muestreo, con parcelas de diez por veinte metros, a fin de poder estimar por medio de los datos obtenidos la masa forestal actual de las plantaciones que estaban establecidas en la parte baja dentro del sector “A” de la finca La Montañita.

Fase de gabinete:

Se realizó el ingreso de los datos obtenidos en campo, mediante hojas electrónicas para poder hacer un análisis del volumen actual de las plantaciones, se realizaron mapas

mediante un software de sistemas de información geográfico, además se descargaron y llenaron los formularios para poder llenarlos e integrar toda la información.

Material y equipo

- Cinta diamétrica
- Forcípulas
- Cinta métrica
- GPS
- Libreta de campo
- Pintura de aceite
- Brochas

Resultados

A continuación, se encuentra un resumen de las plantaciones de pino de la parte baja de la finca La Montañita.

Tabla 11

Resumen plantaciones pino parte baja finca La Montañita

No.	Polígono	Área total (Ha)	Volumen (m ³)
1	Piedra parada	0,35	51,14
2	Cueva del zope	0,36	11,78
3	Cuchuchu	0,77	12,78
4	El Plan	0,69	19,71
5	El Potrero	1,06	111,31
6	La Cabaña	0,61	48,23
7	Don Chilo	0,57	27,05
8	El Vivero	2,25	151,39
9	Las Agujas	0,40	3,93

Nota. Detalle de área y volumen de plantaciones. Camey, E. (2024), realizado en excel.

Como se puede observar se rodalizaron un total de 9 plantaciones en las cuales se obtuvieron resultados como los describe la tabla anterior, se puede considerar que hay

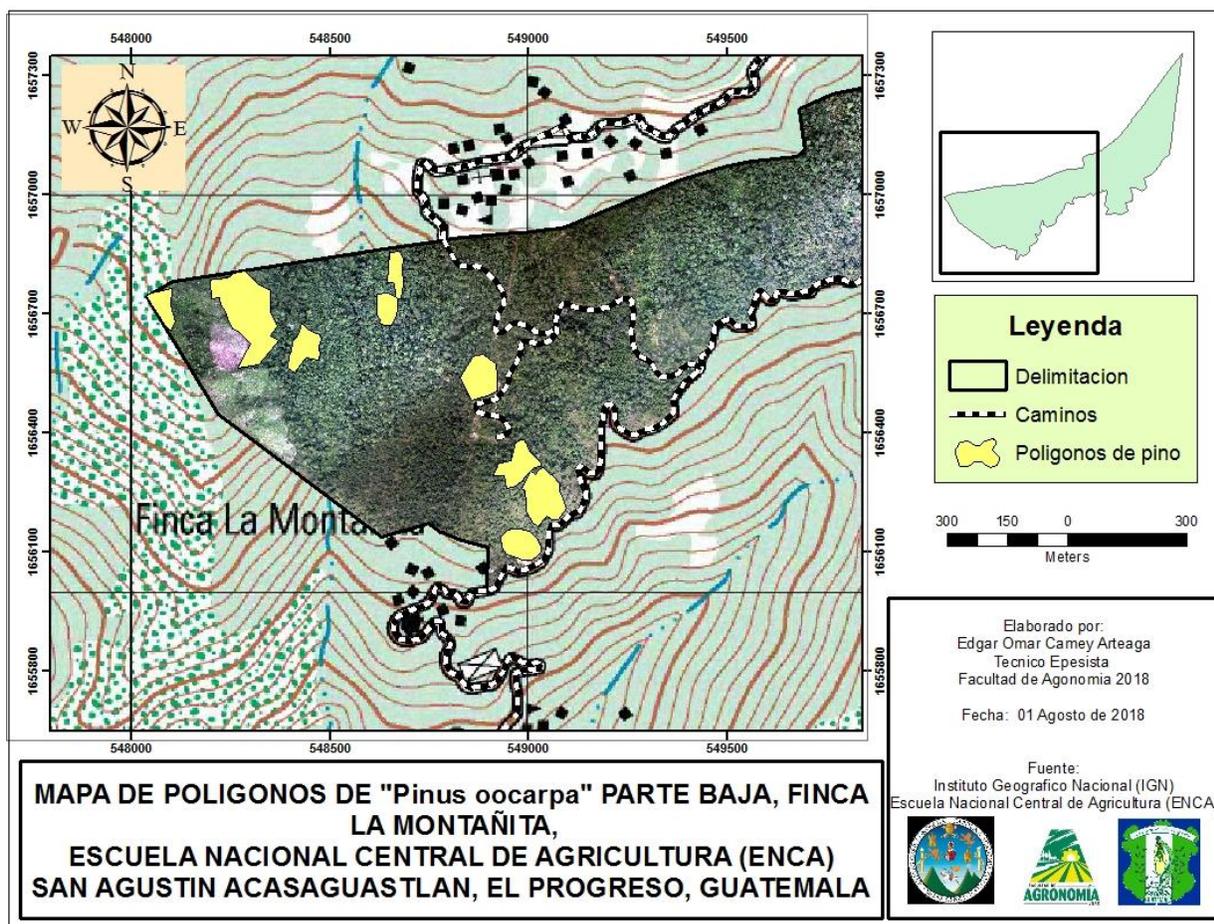
plantaciones donde el volumen crece pero es debido a la alta densidad que estas poseen y que no han sido intervenidas.

Los árboles que se lograron contabilizar dentro de las parcelas de muestreo, fluctuaban entre 7 y 18 árboles respectivamente, esto debido a que algunos habían sido atacados por gorgojo del pino, en los primeros años de establecimiento.

Las áreas que contienen las plantaciones de pino están contiguas a rodales donde en su mayoría son del genero *Quercus* sp, este se encuentra en una mezcla de bosque natural y regeneración, además muchas de las plantaciones de pino se pueden ubicar en cercanías de la carretera de terracería que rodea y atraviesa buena parte de la finca.

Figura 34

Mapa de plantaciones de pino parte baja finca La Montañita



Nota. IGN (2010)

Como se puede observar en la figura 1, las plantaciones de pino que se rodalizaron corresponden a la parte baja de la finca, estas fueron plantadas en el año 2005 con una extensión de 24.03 hectáreas, incrementando la masa boscosa del lugar ya que por avance de la frontera agrícola, muchos pobladores talan los remanentes de bosques que rodean el lugar para así instalar cultivos anuales.

El objetivo principal de este inventario es actualizar la información que actualmente tiene el INAB, puesto que si se desea realizar algún tipo de manejo a las plantaciones, es necesario contar con la información actualizada. Luego de realizar el trabajo de campo así como el trabajo de análisis de la información obtenida en campo, se llenaron los formularios respectivos para poder presentarlos ante el INAB, y se completó el expediente con la información legal y técnica.

Discusión

Las plantaciones de pino que se encuentran en la parte baja de la finca La Montañita, se puede considerar que se encuentran en condiciones de desatención ya que debido a que no han sido intervenidas estas presentan, una alta densidad de individuos en una área relativamente pequeña lo cual propicia el ataque de insectos así como hongos, existe mucho material combustible en el suelo y esto podría desencadenar un incendio de altas proporciones, además los pobladores aledaños a la finca al ver que no se les hace ningún tipo de tratamiento silvicultural, ingresan a las plantaciones a derribar árboles para ser usados como combustible de sus hogares, y los que están en pie les hacen pequeños cortes en el fuste para así poder obtener ocote. Se necesita un plan de manejo que sea ejecutado a la brevedad ya que si las plantaciones se dejan crecer bajo esas condiciones entraran en estrés y no se obtendrá un buen producto al final.

Conclusiones

- Se realizó un inventario de las plantaciones de *pinnus sp* de la parte baja del sector "A" de la finca la montañita, para actualizar los datos de estas y poder planificar los tratamientos e intervenciones silviculturales que sean necesarios.

- Se realizó la documentación legal y técnica para poder ingresarla al INAB, y dar paso al avance del plan de manejo general de la finca.

Recomendaciones

- Realizar por lo menos una vez al año un inventario de las plantaciones para así llevar un registro más conciso de las mismas.
- Realizar prácticas silviculturales dentro de las plantaciones para así evitar que estas entren en estrés o competencia.
- Realizar un saneamiento de las plantaciones que aún tienen gorgojo del pino para así evitar una infestación masiva dentro de la finca y fincas aledañas.

Servicio 2: Rectificación de los rodales internos de la finca La Montañita.

Presentación

Actualmente dentro de la finca por motivos de falta de seguimiento institucional y administrativo, se han suscitado problemas dentro del área forestal, a pesar que se conocen los rodales internos de cuando fueron establecidos hace más de 4 años, se tiene la incertidumbre de si estos se encuentran de la misma manera que cuando fueron establecidos, o si algún factor físico o climático hizo que estos cambiaran.

Objetivos

- Realizar una comprobación en campo de los rodales que componen la finca La Montañita.
- Generar una base de datos de los rodales actualizados.

Metodología

Fase de campo:

Se realizó un recorrido en campo para rectificar los rodales, mediante coordenadas de GPS tomadas anteriormente, se observaron las características físicas y de composición para poder actualizar la información.

Fase de gabinete:

Se realizó el ingreso de los datos obtenidos en campo, mediante hojas electrónicas para poder hacer un análisis de los rodales y su estado actual, además se generó una base

de datos la cual será de utilidad para futuros estudios que se pretendan realizar con los rodales.

Material y equipo

- Cinta métrica
- GPS
- Libreta de campo

Resultados

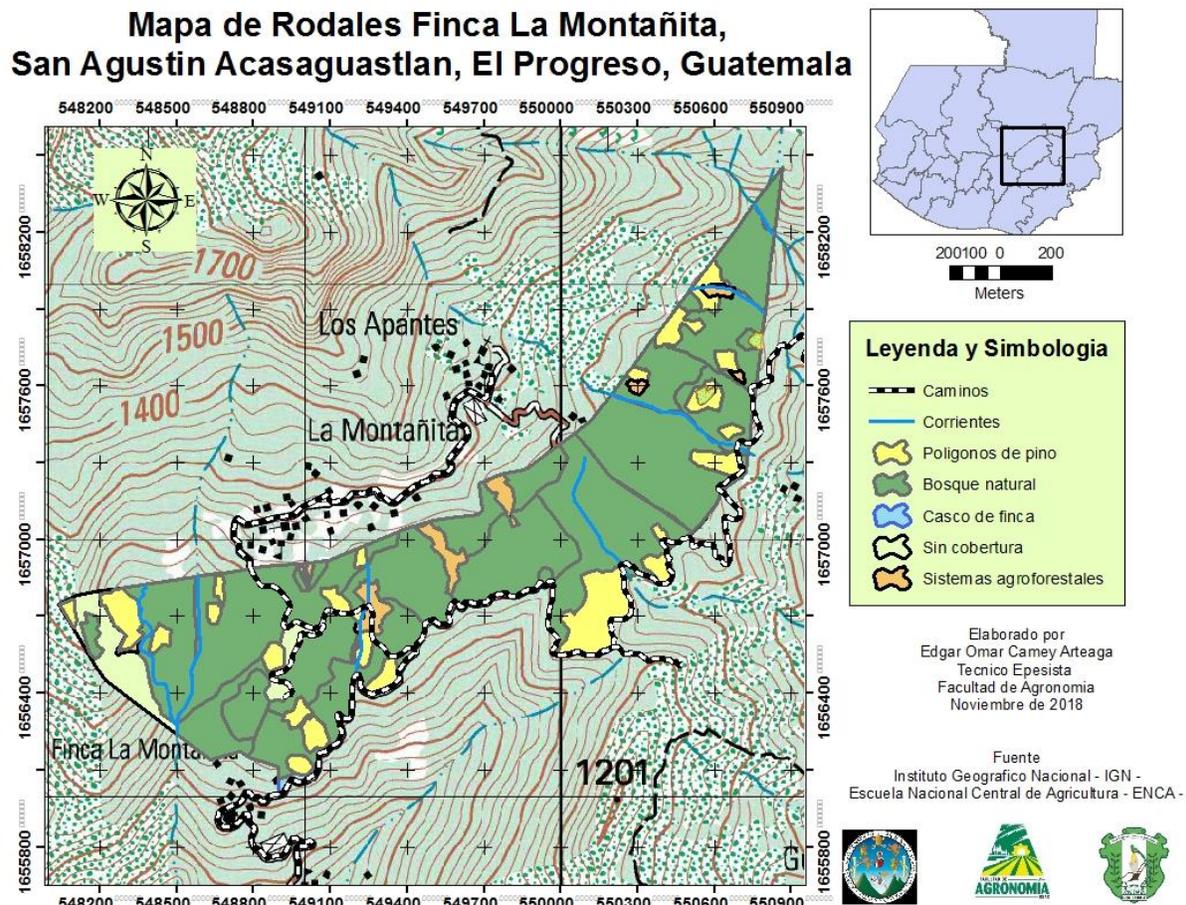
Luego de realizar los trabajos de campo se procedió a digitalizar los puntos y datos tomados en campo en hojas electrónicas, dando como resultado una hoja electrónica con 107 puntos mapeados los cuales son datos tomados dentro de cada rodal, los puntos mapeados fueron exportados a un software de sistemas de información geográfica, en el cual se pudieron cruzar el mapa generado anteriormente por los catedráticos del área forestal con los puntos tomados en campo, además se superposicionaron las áreas de las plantaciones de pino así como los guatales y cafetales que contiene la finca.

Se consideró dentro de la finca 62 rodales los cuales comprenden vegetación variada la cual va desde plantación de pino hasta bosque mixto y latifoliado, durante el recorrido se pudo observar que los rodales han tenido una dinámica de cambio representativa ya que muchos de los rodales en los cuales se consideraban solo encino *Quercus sp* actualmente ya existe una combinación aunque no con mucha extensión de encino-pino lo cual le da una perspectiva y un ámbito de manejo muy diferente.

Se pudo calcular un total de 141.90 hectáreas de bosque natural, 23.93 hectáreas de plantación de pino, 0.46 hectáreas de bosque secundario “guatal”, 9.28 hectáreas de área sin cobertura, 6.93 hectáreas de sistemas agroforestales y 0.4 hectáreas el área del casco de la finca, de un total de 182.90 hectáreas totales las cuales abarca la finca La Montañita.

Figura 35

Mapa de rodales finca La Montañita



Nota. IGN (2010).

Se considera que un 80% en base a la vegetación observada concerniente a los rodales se mantiene y solo un 20% difiere o ha tenido un cambio de uso significativo, dentro de la finca el 70% de la cobertura es bosque natural por lo cual esta tiene años de estar en el lugar, y es característica del mismo.

Cabe destacar que por el enfoque de la finca que es la conservación de la vegetación, y las pendientes que maneja el terreno que son muy pronunciadas muchas áreas deberían ser usadas para conservación de suelos y mantenimiento de las fuentes de agua, dentro de los mapas se considera una área de 50 metros de ambos lados de las fuentes de agua, considerada como área buffer o de amortiguamiento, ya que en la orilla de las fuentes de agua la vegetación cambia mucho en relación a la dominante del área.

Se puede apreciar que no hay un cambio significativo dentro de los rodales ya que estos a pesar del pasar de los años no presentan una variación grande, se puede considerar que algunos han cambiado su uso ya que la vegetación con la que iniciaron mermo o tuvo problemas para su desarrollo, ya que hay algunos lugares dentro de la finca en los que la profundidad efectiva de raíces es poco profunda, lo cual puede representar problema para especies que necesiten extender su ápice radical muy profundo.

Discusión

Debido a que la ENCA desea hacer presencia en la finca de manera más recurrente, se debe tener un plan de manejo el cual es realizado en función de los rodales, por tal motivo los rodales contenidos dentro de la finca son base para poder realizar una planificación correcta y a la vez coherente.

Recordando que estos debido a la dinámica a la que están sujetos y a los cambios climáticos procedentes del lugar, tienden a cambiar y es necesario registrar esos cambios para poder realizar un manejo adecuado, la actualización de los rodales es una actividad necesaria recurrentemente para poder llevar un registro de las mismos, se pudo notar que la dinámica de estos no ha cambiado mucho cabe destacar que algunas áreas que estaban con otra cobertura o han sido sustituidas, se ha realizado según las necesidades de la finca.

El “casco de la finca” y el lugar denominado “El Plan” se encuentran en la parte baja de la finca, estas áreas están rodeadas por una gran cantidad de bosque natural, preservarlo es importante para propiciar que no merme los caudales de las quebradas que se encuentran en las cercanías.

Conclusiones

- Mientras no exista una perturbación del ambiente dentro de la finca los rodales se pueden mantener dentro de su dinámica.
- Realizar priorización de especies a querer conservar para que estas se mantengan dentro del área ya que muchas son características del lugar.
- Considerar un manejo diferente para cada área ya que si se encuentran cerca de quebradas o con mucha pendiente esto modificara las intervenciones o manejo que se le dé a cada rodal.

Recomendaciones

- Al momento de realizar el plan de manejo de la finca considerar las pendientes, así como las especies de cada rodal para propiciar un manejo adecuado y sostenible de cada área de los rodales.

Servicio 3: Base de datos de las parcelas de muestreo dentro de finca La Montañita.

Presentación

Dentro de la finca La Montañita se establecieron 81 parcelas de muestreo, sin embargo actualmente se desconoce si realmente las parcelas aun estén con cobertura, o si el árbol marcado como centro de las mismas, se encuentra aun de pie, lo cual merma la posibilidad de darle un seguimiento frecuente a dichas parcelas.

Objetivo

- Rectificar las coordenadas de las parcelas.
- Actualizar la base de datos que actualmente posee la institución de las parcelas permanentes.

Metodología

Fase de campo:

Se realizó una búsqueda en campo de las parcelas dentro del sector "A", mediante coordenadas de GPS tomadas anteriormente, y se tomaron las coordenadas actuales a fin de comparar con la información anterior.

Fase de gabinete:

Se realizó el ingreso de los datos obtenidos en campo, mediante hojas electrónicas para poder hacer un análisis de las parcelas y su estado actual, además se generó una base de datos la cual será de utilidad para actualizar la información anterior de las parcelas permanentes.

Materiales

- Cinta métrica
- GPS
- Libreta de campo
- Pintura de aceite
- Brochas

Resultados

Durante dos visitas que se realizaron en la finca, se tomaron datos de puntos de las parcelas con un GPS, el cual los puntos que contenía la base actual variaban entre 2 y 3 metros respectivamente cuando se buscaron las parcelas en campo.

Se puede considerar que el estado de las parcelas actualmente es bueno ya que éstas fueron ubicadas estratégicamente, sin embargo cabe resaltar que al querer convertirla en parcela permanente estas deberán ser marcadas y delimitadas apropiadamente.

Se realizó la base de datos nueva conteniendo 76 datos con las nuevas coordenadas las cuales se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 12*Base de datos coordenadas de parcelas de muestreo 2018*

Coordenada GTM			Coordenada GTM			Coordenada GTM		
No.	X	Y	No.	X	Y	No.	X	Y
1	550765.972	1658270.22	33	550270.583	1656981.87	65	548624.952	1656383.71
2	550733.073	1658176.75	34	550461.452	1657026.62	66	548770.898	1656382.24
3	550721.952	1658030.71	35	548355.862	1656794.11	67	548923.952	1656338.85
4	550596.355	1657863.99	36	548509.452	1656800.1	68	549074.415	1656383.05
5	550722.44	1657883.67	37	548735.452	1656818.06	69	549159.179	1656380.71
6	550426.85	1657714.1	38	548914.351	1656849.34	70	548514.644	1656269.22
7	550572.952	1657731.71	39	549034.452	1656806.07	71	548628.733	1656238.01
8	550751.534	1657730.71	40	549225.624	1656832.67	72	548752.54	1656240.78
9	550423.986	1657582.63	41	549373.952	1656832.71	73	548920.026	1656227.74
10	550677.327	1657580.71	42	549521.952	1656830.71	74	549110.523	1656259.46
11	550130.663	1657419.83	43	549671.69	1656833.02	75	548830.831	1656143.86
12	550274.952	1657433.71	44	549819.228	1656845.67	76	548919.784	1656096.09
13	550423.952	1657432.71	45	550011.452	1656832.71			
14	550572.451	1657433.08	46	548170.007	1656674.81			
15	550725.621	1657476.63	47	548377.395	1656691.85			
16	549821.952	1657235.98	48	548474.952	1656707.39			
17	550084.452	1657280.71	49	548623.858	1656682.59			
18	550276.313	1657285.43	50	548772.952	1656681.71			
19	550423.952	1657282.71	51	548870.231	1656681.71			
20	550572.952	1657243.48	52	549109.452	1656659.98			
21	549822.952	1657131.71	53	549176.131	1656656.73			
22	549971.952	1657130.71	54	549371.952	1656680.71			
23	550121.952	1657130.71	55	549523.952	1656715.34			
24	550272.952	1657117.28	56	550000.204	1656664.08			
25	550423.952	1657158.45	57	548186.354	1656555.78			
26	550553.524	1657144.05	58	548476.141	1656525.53			
27	549377.371	1656970.19	59	548621.952	1656530.71			
28	549523.952	1656945.81	60	548772.952	1656531.71			
29	549674.952	1656983.71	61	548968.217	1656513.63			
30	549822.952	1656981.71	62	549074.952	1656533.71			
31	549973.952	1656982.71	63	549184.452	1656530.71			
32	550121.952	1656980.71	64	549373.952	1656581.56			

Nota. Detalle de coordenadas GTM tomadas en campo. Carney, E. (2024), realizado en excel.

Estas parcelas de muestreo son de gran importancia puesto que con estas se puede calcular las masas de los rodales que contiene la finca y con eso poder manejar y planificar de manera eficiente el uso o aprovechamiento a realizar dentro de cada rodal.

Discusión

Se realizó la actualización de la base de datos de las parcelas de muestreo que contiene la finca en el sector "A", estas luego de que el plan de manejo sea ejecutado y aprobado por el INAB, se deberán de tener mejor marcadas y delimitados los límites de las mismas puesto que actualmente solo están para ser parcelas de muestreo sin embargo pueden llegar a convertirse en parcelas permanentes siempre que se cumplan los lineamientos necesarios.

Se deben considerar realizar un manejo eficiente en la finca y esto beneficiara tanto a las comunidades aledañas como a la protección de las fuentes que contiene la finca, ya que dos comunidades son beneficiadas con la recarga que se hace en la parte alta de la finca aportando al manto freático de los ríos de los cuales las personas utilizan el agua para su uso.

Conclusiones

- Se realizó el trabajo de campo en la finca La Montañita, en búsqueda de las parcelas de muestreo durante dos visitas programadas.
- Se actualizo la base de datos que se tenía actualmente de las parcelas de muestreo.

Recomendaciones

- Involucrar a los estudiantes de la carrera de Perito Forestal, a los trabajos de delimitación de las parcelas y toma de datos ya que estos complementaran las bases de datos actuales.

Servicio 4 (no planificado): Apoyo técnico-docente curso de Cartografía a estudiantes de primer año sección "B".

Presentación

Actualmente existe un alto número de jóvenes que estudian dentro de las instalaciones de la ENCA, anudado a esto se les asignan atribuciones fuera de academia a los catedráticos de los cursos, estos son dos factores que propician conflictividad para poder cumplir con ambas obligaciones, esto merma en primera instancia la posibilidad de darles un seguimiento constante a los jóvenes de los cursos, por ende es necesario el apoyo para poder atender a los jóvenes y poder cumplir con las demás atribuciones.

Objetivos

- Prestar apoyo técnico-docente en el curso de Cartografía

Metodología

La metodología utilizada fue de clases magistrales, combinado con periodos donde se les daban instrucciones a los jóvenes se les proporcionaba material para que ellos trabajaran y luego hacer una discusión poder compartir las ideas.

Materiales

- Salón de clases
- Marcadores
- Proyector
- Computadora
- Pliegos de papel

Resultados

Con notificación autorizada y firmada por el catedrático del curso Ing. Dennis Reyes, además del visto bueno de coordinación académica y su respectivo sello, y también el visto bueno y autorización de parte de Ing. Cesar Vinicio Arreaga, Director de la ENCA, para apoyar al curso de Cartografía impartido a los jóvenes de primer año.

Se inició con las clases magistrales el día lunes 15 de octubre de 2018, para lo cual me fue asignada la sección “B”, en la cual se trabajaron los siguientes temas:

- Fisiografía de Guatemala (según IARNA)
- Análisis Fisiográfico (Geoformas)
- Capacidad de Uso de la Tierra (CUT) (conceptos generales)
- CUT según metodología USDA
- CUT según metodología INAB
- Aplicación de metodología INAB (problemas de aplicación)

Luego de la finalización de las clases magistrales fue elaborado el examen para evaluar los contenidos impartidos, dentro del cual figuraban 3 series la primera 10 preguntas de selección múltiple con un valor total de 30 puntos, la segunda 10 preguntas directas con un valor de 40 puntos, y la tercera 5 preguntas de respuesta abierta o completación con un valor de 30 puntos, para hacer un total de 100 puntos líquidos de examen.

Previo a concretar el examen se le mostro un formato preliminar a Ing. Dennis Reyes el cual dio su visto bueno y observaciones para poder realizar el formato final, el examen fue programado por coordinación académica para el día jueves 15 de noviembre de 2018, las notas fueron entregadas el día miércoles 21 de noviembre de 2018.

Dentro de la sección “B” se evaluaron 31 jóvenes de los cuales se obtuvo la mayor nota de 97, la menor nota de 58 y el promedio se mantenía en 80.

Discusión

Se realizó el apoyo técnico-docente el cual no tuvo mayor grado de complicación puesto que dentro de la carrera de Recursos Naturales Renovables el pensum contempla el curso “Fotogrametría y Fotointerpretación” así como “Mapeo y clasificación de suelos y

tierras”, los cuales los contenidos que fueron impartidos se ven con buen detalle en esos dos cursos.

Cabe destacar que es gratificante poder contribuir a la formación de otras personas, transmitiendo los conocimientos que se han adquirido después de muchos años de estudio.

Conclusiones

- Se prestó apoyo técnico-docente para el curso de “Cartografía” con los jóvenes de primer año de la sección “B”
- Se realizó la evaluación objetivamente del curso, y se entregaron las notas oportunamente.

REFERENCIAS

Marcos, W. (2004). *Inventario forestal en bosque de coníferas y encinos (Quercus sp.), en los sectores "A" y "B" de la reserva forestal "La Montañita", y caracterización socioeconómica de comunidades circundantes a la reserva forestal "La Montañita" San Agustín Acasaguastlan, El Progreso, Guastatoya, Guatemala, C.A.* [Trabajo de graduación, Escuela Nacional Central de Agricultura].

Insivumeh. (2018). *Datos climáticos anuales*. <http://www.insivumeh.gob.gt/>

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. (MAGA). (2018). *Zonas de vida de Holdridge*. <http://web.maga.gob.gt/sigmaga/vegetacion-1-250/>

Instituto Geográfico Nacional. (2018). *Mapa fisiográfico geomorfológico*. http://www.ign.gob.gt/geoportal/metadatos_tematicos/fisiografico_geomorfologico.html



APÉNDICE

Tabla 13 B

Coordenadas UTM y GTM de los polígonos de la plantación de pino Pinus oocarpa parte baja, finca La Montañita

1. Piedra Parada			
UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817526	1658418	550358	1657039
817548	1658517	550400	1657043
817559	1658517	550392	1657044
817565	1658515	550352	1657055
817568	1658488	550368	1657062
817564	1658475	550380	1657067
817582	1658476	550690	1657265
817589	1658514	550669	1657271
817584	1658552	550714	1657281
817587	1658575	550627	1657284
817579	1658595	550585	1657296
817553	1658594	550720	1657296
2. Cueva del Zope			
UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817529	1658426	550549	1657308
817541	1658411	550711	1657312
817561	1658412	550513	1657333
817569	1658430	550705	1657336
817574	1658478	550519	1657342
817559	1658489	550657	1657351
817550	1658493	550522	1657354
817521	1658491	550627	1657354
817521	1658478	550699	1657355
817522	1658437	550648	1657357
817526	1658418	550600	1657364

4. El Plan

UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817849	1658084	550633	1657447
817876	1658091	550633	1657453
817887	1658134	550725	1657453
817899	1658140	550680	1657474
817908	1658144	550531	1657497
817917	1658131	550504	1657497
817920	1658119	550615	1657498
817930	1658107	550601	1657507
817951	1658086	550572	1657513
817954	1658076	550485	1657522
817936	1658073	550498	1657550
817915	1658054	550631	1657561
817904	1658036	550506	1657566
817886	1658023	550514	1657582
817865	1658020	550520	1657592
817858	1658051	550548	1657598
817832	1658050	550625	1657598
817840	1658069	550557	1657602
817846	1658084	550564	1657616

3. Cuchuchu

UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817769	1658337	550552	1657367
817732	1658282	550693	1657367
817765	1658225	550528	1657370
817813	1658244	550666	1657410
817830	1658250	550645	1657425
817830	1658289	550689	1657425
817827	1658322	550725	1657434

5. El Potrero

UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817904	1658020	550593	1657628
817915	1658042	550348	1657630
817927	1658064	550354	1657633

817939	1658058	550313	1657636
817945	1658067	550348	1657637
817957	1658073	550289	1657646
817972	1658058	550327	1657646
817984	1658049	550684	1657654
817999	1658034	550274	1657658
818000	1658016	550700	1657661
818006	1658003	550643	1657663
818018	1657970	550619	1657663
818012	1657957	550262	1657670
817998	1657942	550360	1657670
817980	1657941	550345	1657680
817967	1657950	550345	1657689
817947	1657923	550303	1657692
817932	1657935	550286	1657701
817917	1657962	550598	1657710
817916	1657984	550682	1657730
817913	1658014	550600	1657734
817904	1658014	550643	1657737
817898	1658026	550657	1657740
6. La Cabaña			
UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817926	1657913	550384	1657769
817899	1657916	550381	1657775
817875	1657918	550402	1657775
817854	1657915	550456	1657775
817852	1657897	550417	1657784
817855	1657866	550485	1657800
817864	1657854	550378	1657809
817873	1657878	550485	1657818
817900	1657842	550536	1657818
817936	1657845	550551	1657831
817954	1657864	550402	1657836
817944	1657882	550476	1657837
818005	1657843	550506	1657852

7. Don Chilo			
UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817381	1658338	550575	1657852
817382	1658386	550479	1657855
817367	1658386	550488	1657861
817333	1658414	550533	1657870
817332	1658401	550563	1657871
817325	1658386	550497	1657877
817319	1658377	550493	1657879
817312	1658368	550491	1657880
817311	1658363	550494	1657880
817308	1658342	550557	1657880
817303	1658334	550432	1657883
817302	1658301	550598	1657885
817318	1658291	550467	1657886
817332	1658311	550544	1657891
817348	1658327	550616	1657891
817358	1658326	550508	1657894
817378	1658325	550440	1657895
8. El Vivero			
UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817271	1658363	550574	1657897
817227	1658310	550571	1657940
817177	1658301	550624	1657946
817199	1658347	550568	1657962
817208	1658361	550670	1658006
817161	1658400	550533	1658009
817097	1658428	550581	1658009
817081	1658432	550515	1658012
817107	1658475	550649	1658015
817104	1658518	550551	1658018
817149	1658525	550613	1658018
817190	1658544	550524	1658021
817224	1658511	550673	1658021
817256	1658495	550530	1658027
817256	1658443	550652	1658031
817272	1658404	550664	1658031
817256	1658380	550640	1658037

817276	1658368	550551	1658058
817371	1658271	550634	1658080
9. Las Agujas			
UTM		GTM	
Longitud (X)	Latitud (Y)	Longitud (X)	Latitud (Y)
817007	1658498	550569	1658086
817006	1658455	550616	1658098
817014	1658417	550619	1658104
817005	1658392	550610	1658116
816986	1658401	550601	1658120
816940	1658470	550598	1658123

Tabla 14 B

Coordenadas del centro de parcelas establecidas dentro de los polígonos de plantación de pino

Id.	Polígono	UTM_X	UTM_Y	GTM_X	GTM_Y
1	Piedra parada	817583	1658545	548680	1656809
2	Cueva del zope	817560	1658450	548657	1656714
3	Cuchuchu	817828	1658315	548923	1656576
4	El Plan	817980	1657941	549070	1656202
5	El Potrero	817961	1657993	549052	1656254
6	La Cabaña	817884	1657856	548973	1656118
7	Don Chilo	817372	1658329	548467	1656596
8	El Vivero	817255	1658371	548351	1656639
9	Las Agujas	817002	1658500	548100	1656770

Tabla 15 B*Datos de plantaciones de pino parte baja del sector "A" finca La Montañita*

No.	Poligono	Area total (Ha)	Area Total (m2)	Area Parcela (m2)	Relación Area T/Area P	Arb/200 m2	Area Rodal (m2)	1 Ha = 10,000 m2	Ideal (Arboles /Ha)	Aproximación (Arb./Ha)	Proyección ideal (Arboles/Poligono)	Proyeccion a realidad (Arb.Real/Poligono)	Volumen (m3)	DAP promedios	Alturas promedio
1	Piedra parada	0,35	3475,74	200	17,38	10	200	10.000	1111	500	386	174	51,14	20,41	13,60
2	Cueva del zope	0,36	3632,02	200	18,16	15	200	10.000	1111	750	404	272	11,78	11,23	8,57
3	Cuchuchu	0,77	7672,40	200	38,36	7	200	10.000	1111	350	852	269	12,78	10,06	11,01
4	El Plan	0,69	6915,43	200	34,58	12	200	10.000	1111	600	768	415	19,71	12,79	9,65
5	El Potrero	1,06	10631,61	200	53,16	15	200	10.000	1111	750	1181	797	111,31	15,60	15,19
6	La Cabaña	0,61	6073,55	200	30,37	18	200	10.000	1111	900	675	547	48,23	16,69	18,62
7	Don Chilo	0,57	5731,49	200	28,66	8	200	10.000	1111	400	637	229	27,05	17,81	11,37
8	El Vivero	2,25	22463,01	200	112,32	11	200	10.000	1111	550	2496	1235	151,39	17,29	10,83
9	Las Agujas	0,40	3973,74	200	19,87	7	200	10.000	1111	350	441	139	3,93	10,94	6,13
	TOTAL	7,06	70569,00							5150	7840	4077	437,32		



UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA-FAUSAC-Y AMBIENTALES-IA-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



REF. Sem. 31/2024

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE "ROBLE BLANCO" (QUERCUS SEGOVIENSIS LIEBM.) DE LA FINCA "LA MONTAÑITA", SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO, GUATEMALA."

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: EDGAR OMAR CAMEY ARTEAGA

CARNE: 200813840

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. Eugenio Orozco
Dra. Maura Lisseth Quezada Aguilar
Ing. Forestal José Mario Saravia M.

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

X



Ing. Forestal José Mario Saravia M.
ASESOR

Dr. Eddi Alejandro Vanegas Chacon
DIRECCION
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SANCARLOS DE GUATEMALA

EAVC/ja
c.c. Archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA –EPS-



Ref. SAIEPSA.028.2024

Guatemala, 07 de noviembre 2024

TRABAJO DE GRADUACIÓN: “CARACTERIZACIÓN ANATÓMICAS, FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA “ROBLE BLANCO” (QUERCUS SEGOVIENSIS LIEBM.) DE LA FINCA “LA MONTAÑITA”, SAN AGUSTIN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO, GUATEMALA.”

ESTUDIANTE: EDGAR OMAR CAMEY ARTEAGA

No. CARNÉ 2008-13840

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

“CARACTERIZACIÓN ANATÓMICAS, FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA “ROBLE BLANCO” (QUERCUS SEGOVIENSIS LIEBM.) DE LA FINCA “LA MONTAÑITA”, SAN AGUSTIN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO, GUATEMALA.”

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Dr. Eugenio Orozco
Dra. Mirna Ayala
Ing. Agr. José Mario Saravia.

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“Id y Enseñad a Todos”
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA INTEGRADA –EPS-
Vo. Bo. Dr. Pablo Prado
Coordinador Área Integrada –EPS-
AREA INTEGRADA

Cc/estudiante



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Hereditada Internacionalmente



Ref.: DA.91.2024

Protocolo de Investigación: CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS, FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE ROBLE BLANCO (QUERCUS SEGOVIENSIS LIEBM.) DE LA FINCA LA MONTAÑITA, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO, GUATEMALA

Estudiante: Edgar Omar Camey Arteaga

Carné: 200813840

"IMPRÍMASE"

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Salguero'.

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
DECANO

