

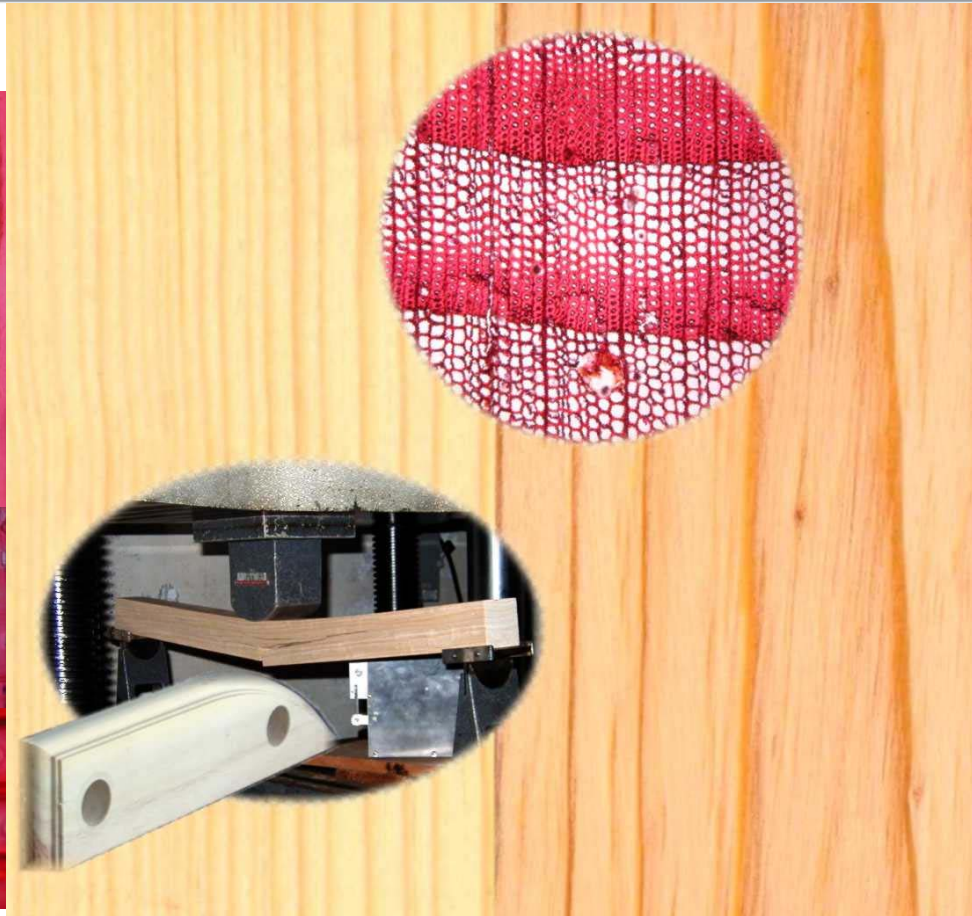
Caracterización tecnológica de algunas especies de coníferas de la región de El Salto P. N. (Durango).



GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

J. Amador Honorato Salazar
Rufino Meraz Alemán



PROYECTO: CONAFOR-2002-C01-6069



ProÁrbol



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



COMISIÓN NACIONAL
PARA EL DESARROLLO
DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS



CONACYT



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



Vivir Mejor

Introducción

- ◆ Demanda específica.
- ◆ Información limitada sobre la composición florística de las áreas forestales de producción.
 - Pináceas de Durango (García y González, 2003)
- ◆ Conocimiento limitado de las características tecnológicas de la madera de las coníferas más comerciales en la región.

Objetivo general

Determinar la características tecnológicas de la madera de las cinco especies más abundantes y comerciales de la Región de El Salto, Pueblo Nuevo, así como el estudio florístico de la Región.

- Veinte especies de Pino – País
 - Anatomía.
 - Propiedades físicas y mecánicas.
 - Composición química (5 spp.)
 - Características de maquinado (7 spp).
 - Secado.
- Compuesto fenólicos de corteza (8 spp)

Antecedentes

P. arizonica

P. ayacahuite

P. caribea

P. contorta var. *latifolia*

P. cooperi

P. coulteri

P. douglasiana

P. jeffreyi

P. lambertiana

P. lawsoni

P. leiophylla

P. michoacana v. *cornuta*

P. montezumae

P. patula

P. ponderosa

P. pseudostrobus

P. quadrifolia

P. rudis

P. strobus

P. teocote

P. ayacahuite

P. durangensis

P. leiophylla

P. arizonica

P. teocote

P. chihuahuana

P. engelmannii

P. cooperi

Partes del proyecto

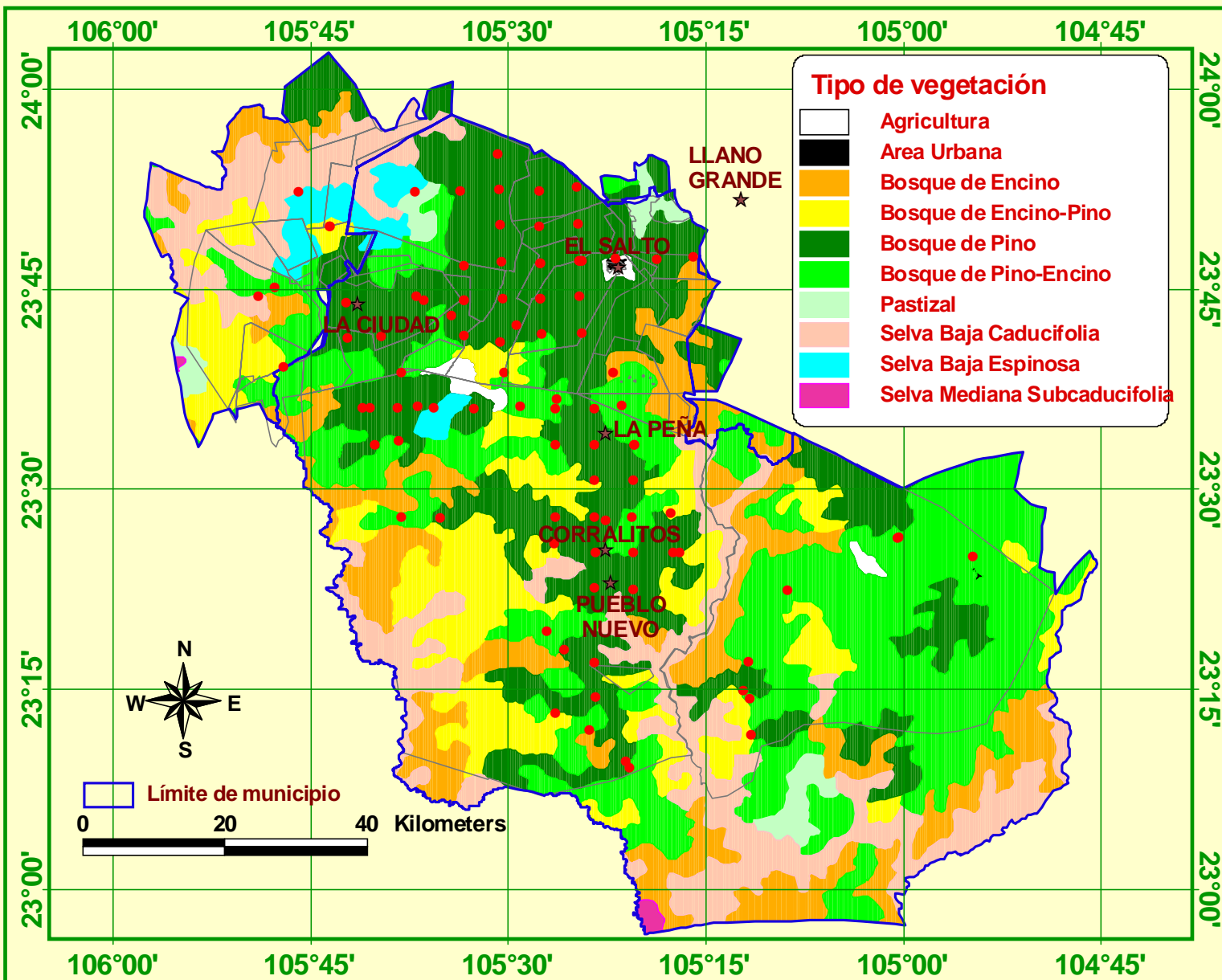
1. Estudio florístico y botánico.
2. Estudio de las propiedades tecnológicas.



1. Estudio florístico

- a) Investigación bibliográfica, herbarios, recorridos y muestreo en campo.
- b) Base de datos, programas de manejo forestal (E. P. N. & UCODEFO No. 6) y cartografía.
- c) Cuadrícula de 5 km de distancia entre líneas. Sitios de muestreo de 100 m²

1. Estudio florístico



88 Sitios de muestreo (12 % – Lluvias)

Resultados

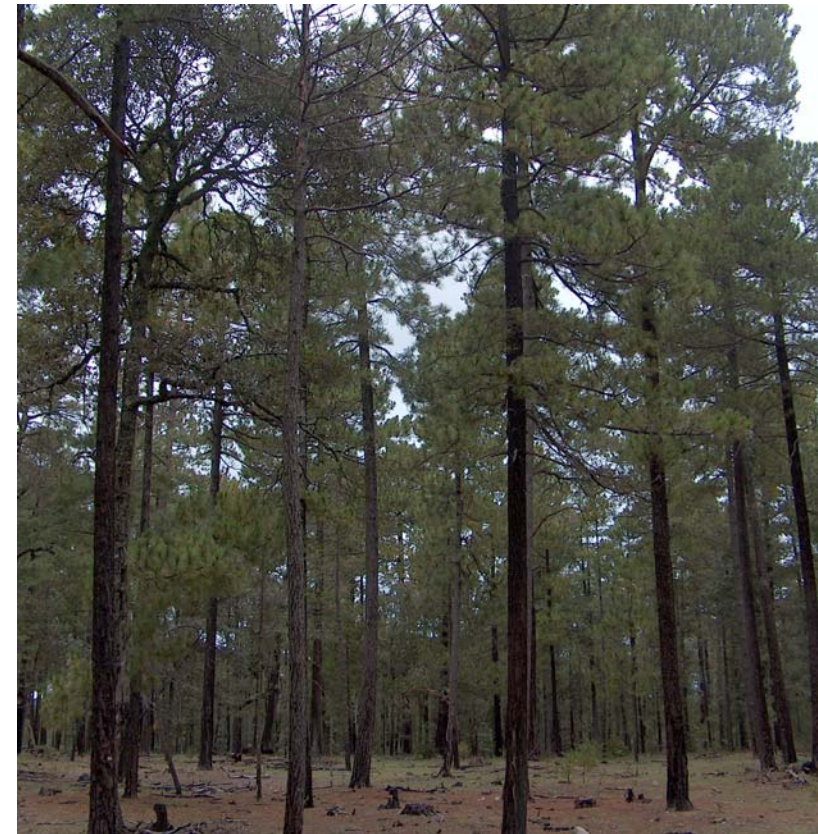
845 Muestras botánicas

Forma de crecimiento	Número Total de especies
Árbol	46
Arbusto	70
Hierba	323
TOTAL	439



Resultados

1. *P. ayacahuite* K. Ehrenb. Ex Schltldl.
2. *P. ayacahuite* K. Ehrenb. Ex Schltldl. *brachyptera* (*P. strobiformis* Schltldl. & Cham.)
3. *P. chihuahuana* Engelm.
4. *P. cooperi* Blanco *cooperi*
5. *P. cooperi* Blanco *ornelasi* (Mtz.) Blanco
6. *P. devoniana* Mtz. (*P. michoacana* var. *cornuta* Schiede ex Schltldl. & Cham.)
7. *P. douglasiana* Mtz.
8. *P. durangensis* M. Martínez
9. *P. engelmannii* Carr.
10. *P. engelmannii* Carr. *blancoi*
11. *P. herrerae* M. Martínez
12. *P. leiophylla* Schltldl. & Cham.
13. *P. lumholtzii* Robinson & Fern.
14. *P. maximinoi* M. Martínez (*P. tenuifolia* Benth.)
15. *P. oocarpa* Schiede
16. *P. teocote* (Mirb.) Franco



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Especies de pino

1	(1)	<i>P. cooperi</i>
2	(4)	<i>P. duranguensis</i>
3	(5)	<i>P. cooperi</i> var. <i>ornelasi</i>
4	(6)	<i>P. teocote</i>
5	(2)	<i>P. leiophylla</i>
6	(8)	<i>P. ayacahuite</i>
7	(3)	<i>P. engelmannii</i>
8	(7)	<i>P. herrerae</i>
9	(10)	<i>P. pseudostrobus</i>
10	(11)	<i>P. douglasiana</i>
11	(12)	<i>P. michoacana</i>
12	-	<i>P. oocarpa</i>
13	(13)	<i>P. maximinoi</i>
14	(9)	<i>P. lumholzi</i>

- Volumen de aprovechamiento
- Distribución
- Abundancia

2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Especies estudiadas

1	<i>P. cooperi</i>
2	<i>P. duranguensis</i>
3	<i>P. teocote</i>
4	<i>P. leiophylla</i>
5	<i>P. ayacahuite</i>
6	<i>P. engelmannii</i>
7	<i>P. herrerae</i>
8	<i>P. douglasiana</i>

7 árboles por especie

2. Estudio de las propiedades tecnológicas

- 1) **Anatomía**
- 2) **Física**
- 3) **Mecánica**
- 4) **Maquinado**

2. Estudio de las propiedades tecnológicas

1) Anatomía de la madera

- a) Características macroscópicas.
- b) Características microscópicas.
- c) Índices de calidad de pulpa.

2. Estudio de las propiedades tecnológicas

a) Características macroscópicas

- Color



Pinus ayacahuite

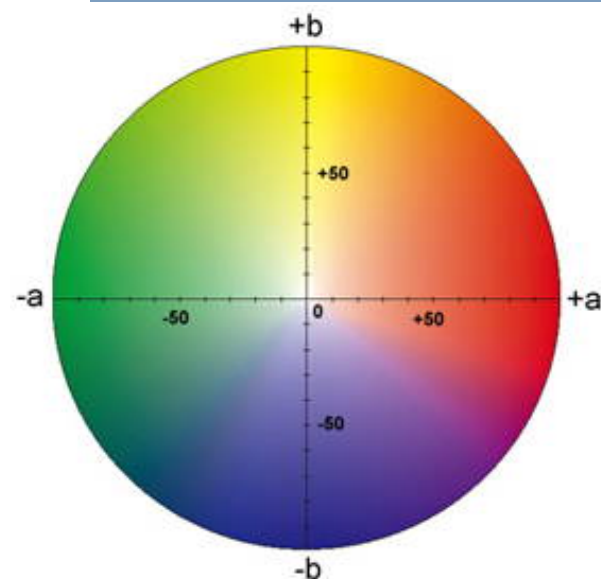
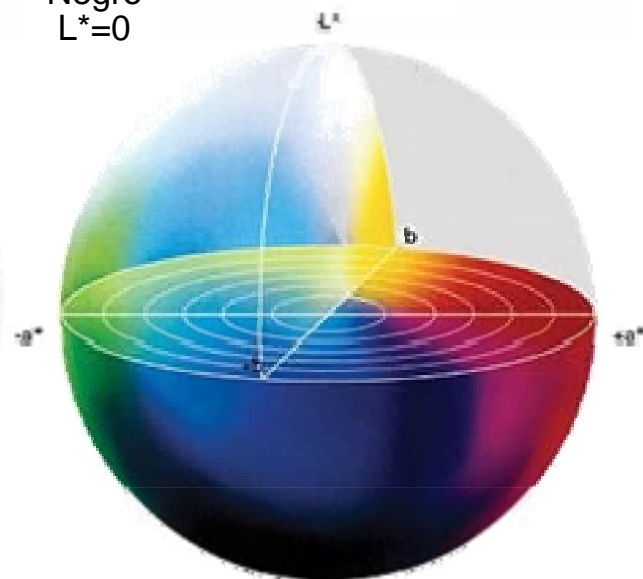
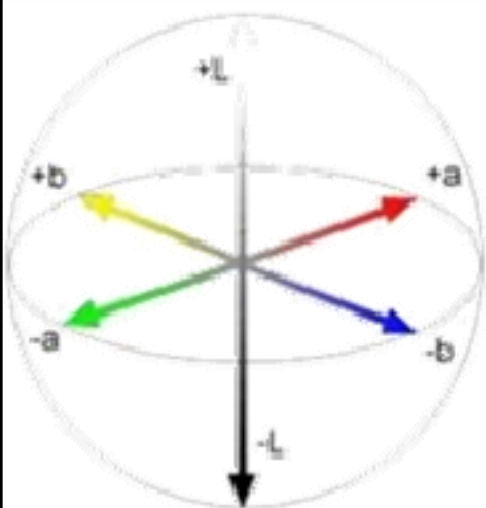
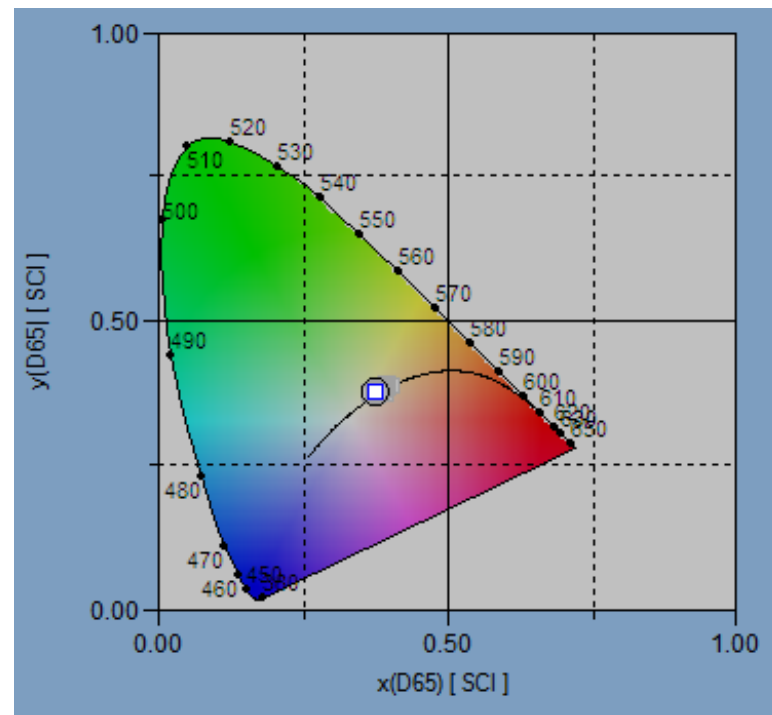
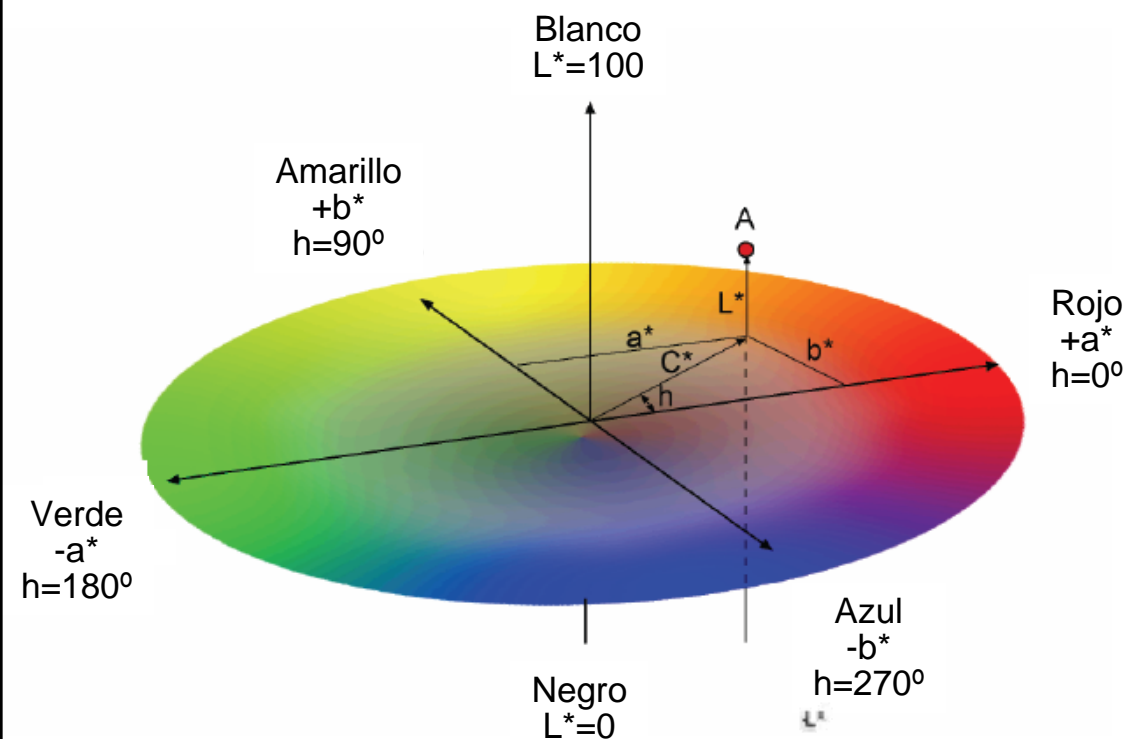


Pinus duranguensis

2. Estudio de las propiedades tecnológicas

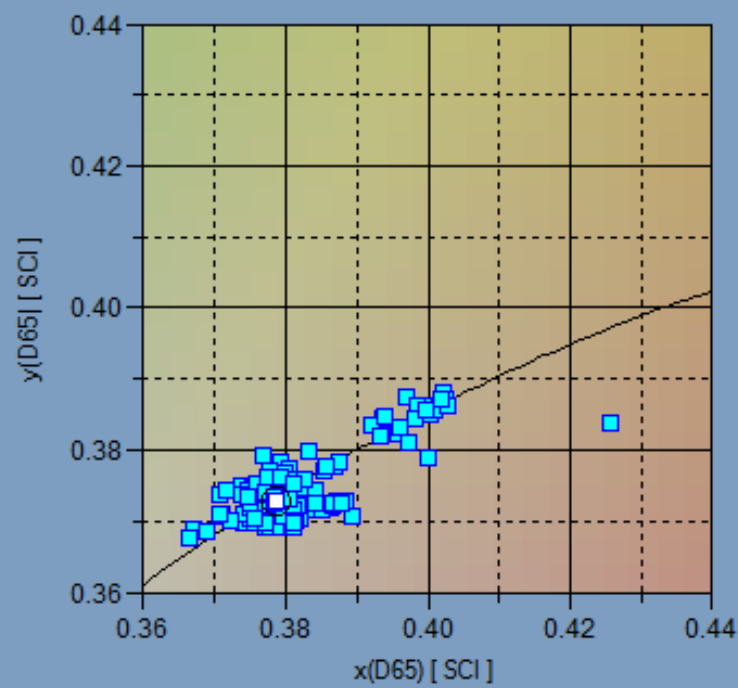
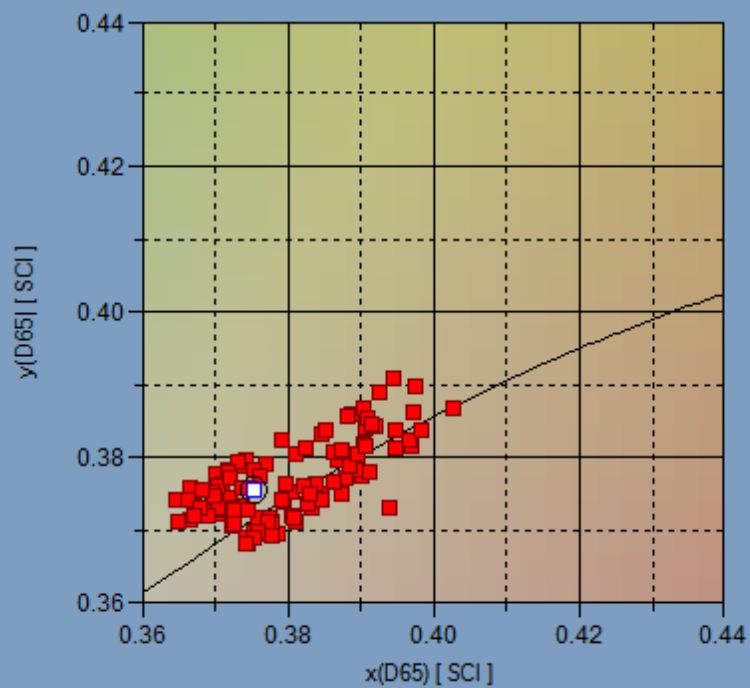
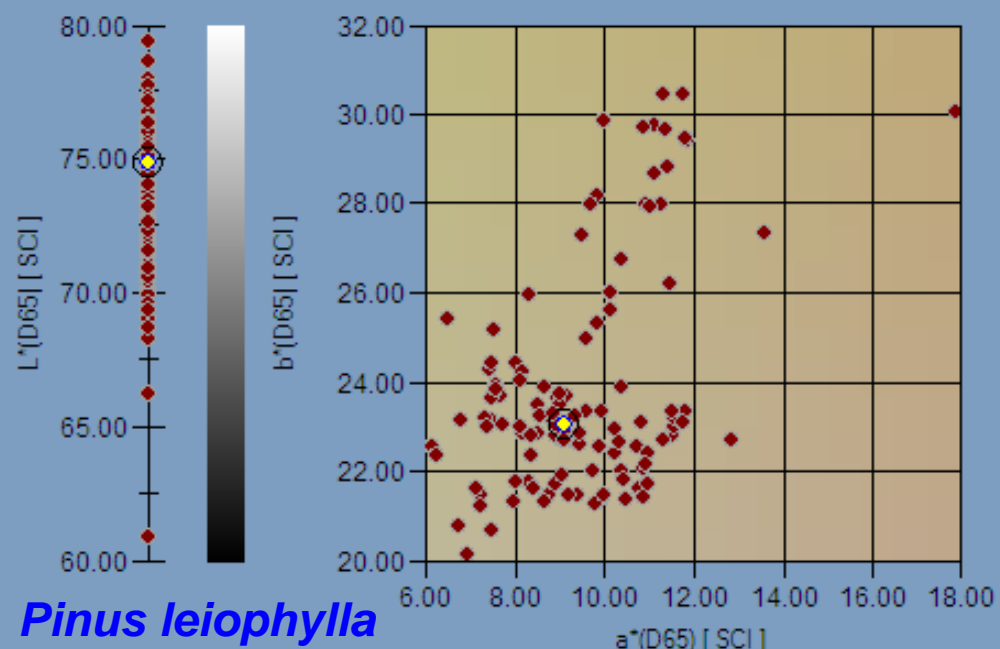
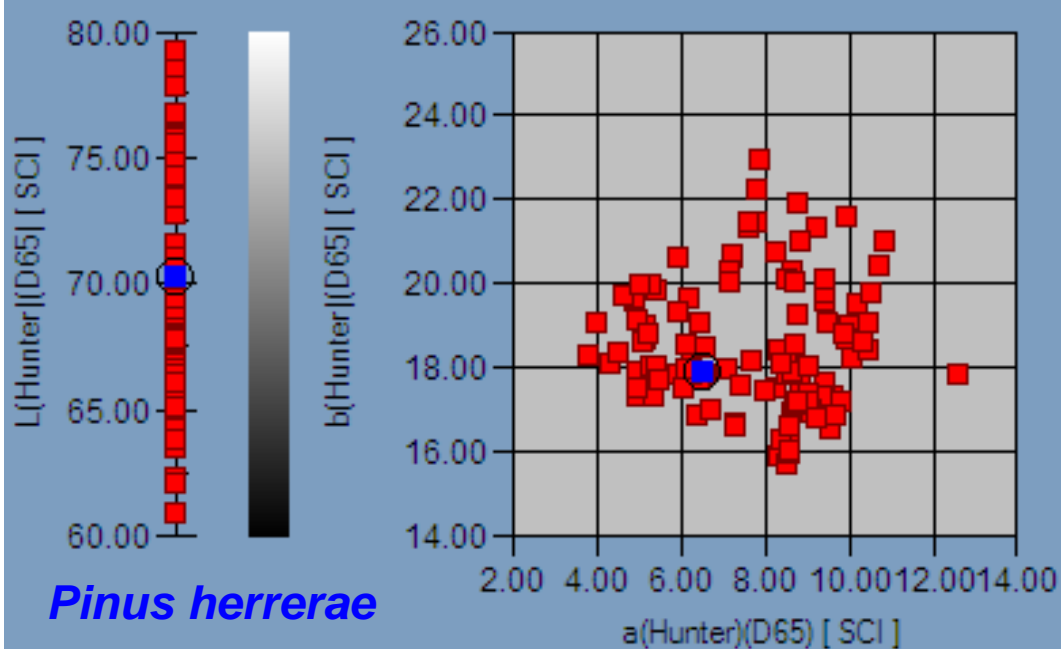
- Color

La CIE (Comisión Internacional de Iluminación)



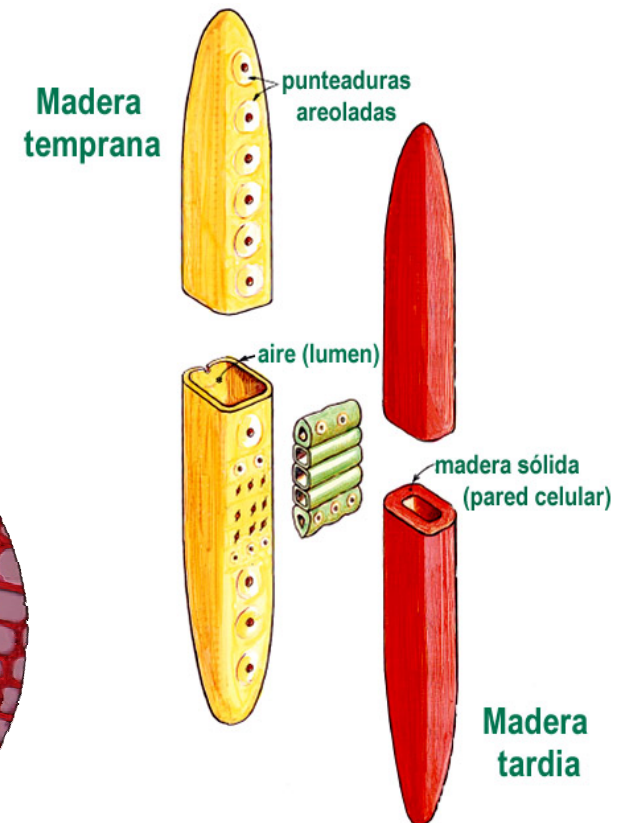
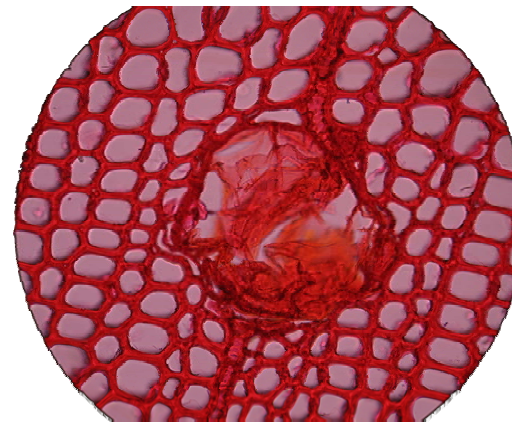
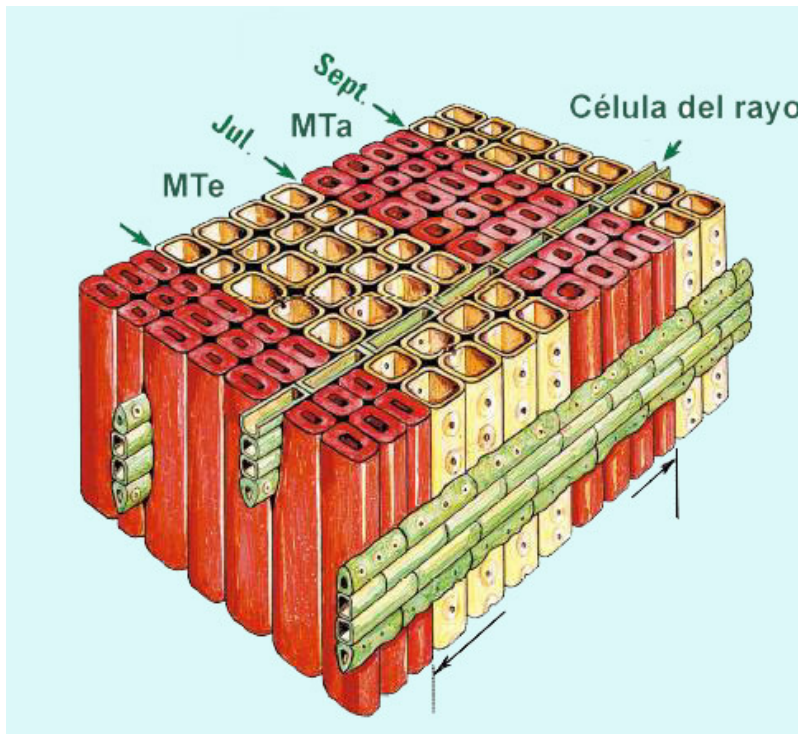
2. Estudio de las propiedades tecnológicas

- Color



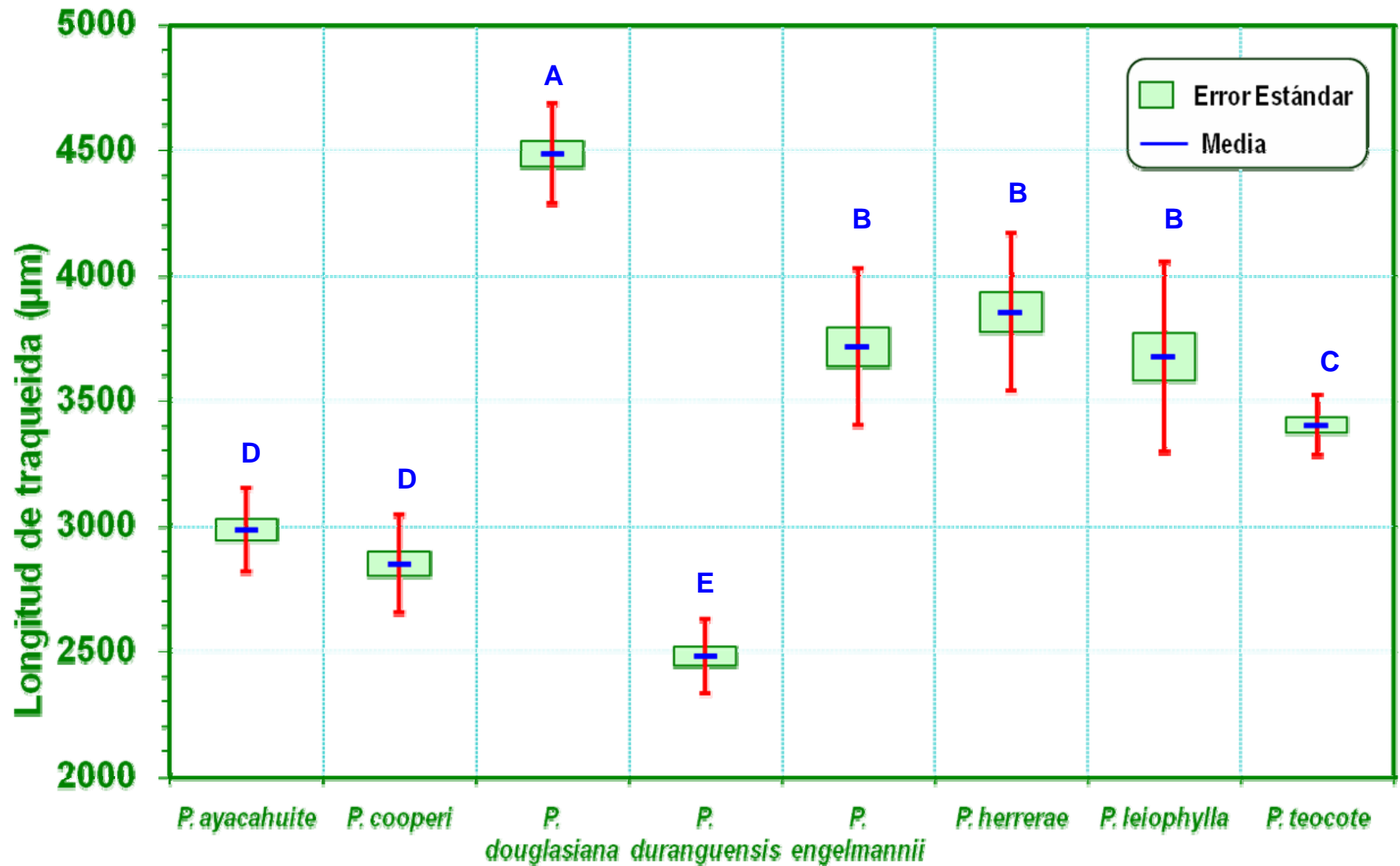
2. Estudio de las propiedades tecnológicas

b) Características microscópicas



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Longitud de traqueidas (μm)



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Índices de calidad de pulpa

Coefficiente de Rigidez

$$C R = \frac{2 g p}{D}$$

Coefficiente de Flexibilidad

$$C F = \frac{d l}{D}$$

Índice de Esbeltez

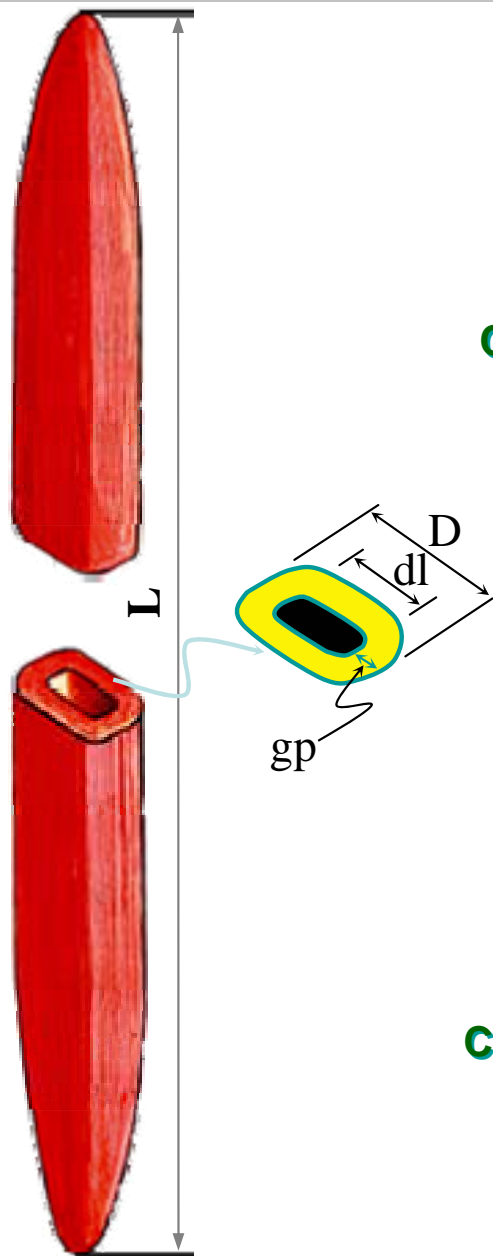
$$I E = \frac{L}{D}$$

Relación de Runkel

$$R R = \frac{2 g p}{d l}$$

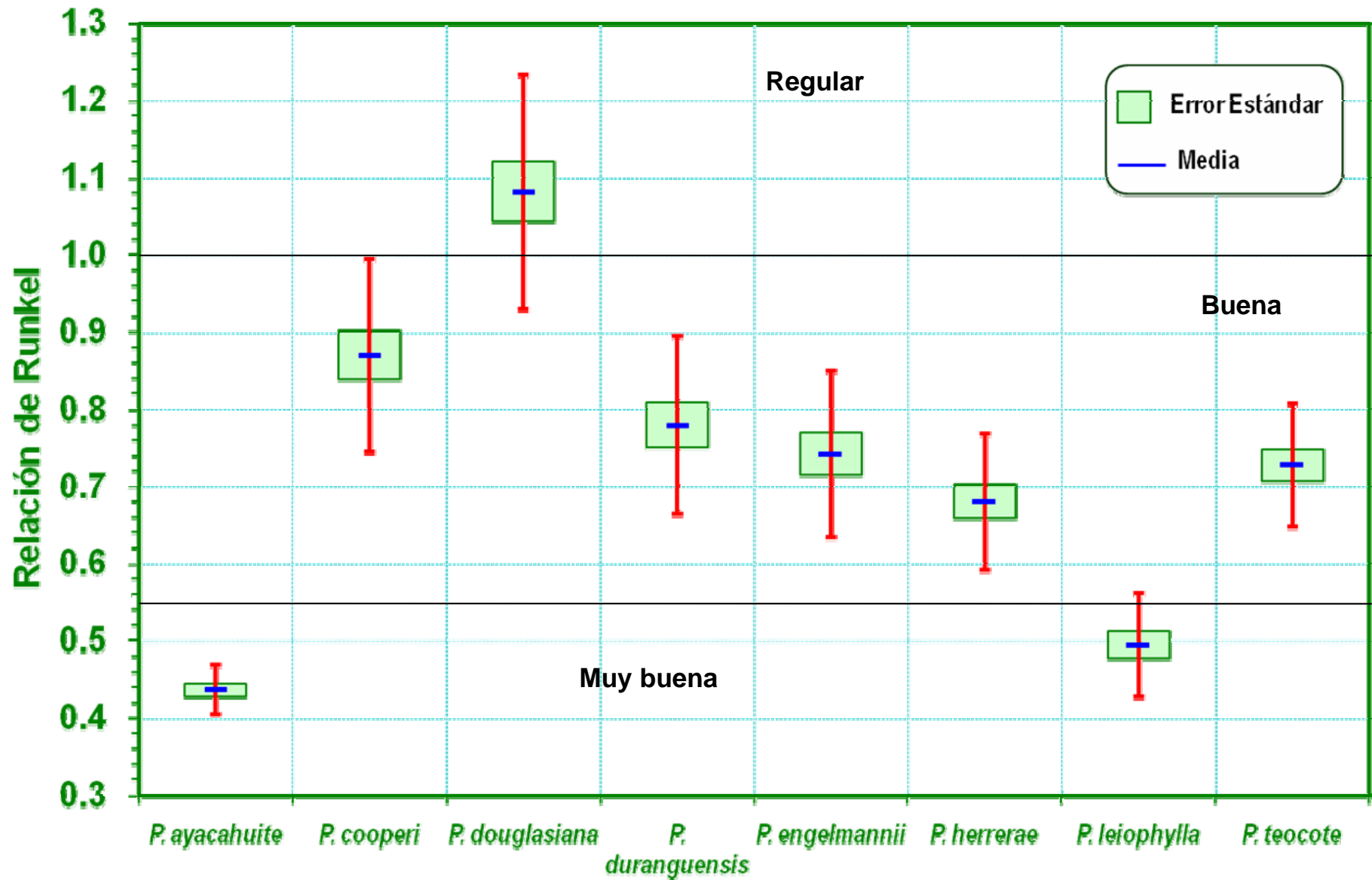
Coefficiente de conformación

$$C C = \frac{D}{g p}$$



Grosor de la pared celular	CF	RR	Calidad de papel
Muy gruesa	< 0.30	> 2.00	Muy mala (Mala)
Gruesa	0.30 - 0.50	2.00 - 1.00	Mala (Regular)
Media	0.50 - 0.65	1.00 - 0.55	Regular (Buena)
Delgada	0.65 - 0.80	0.55 - 0.25	Buena (Muy buena)
Muy delgada	> 0.80	< 0.25	Muy Buena (Excelente)

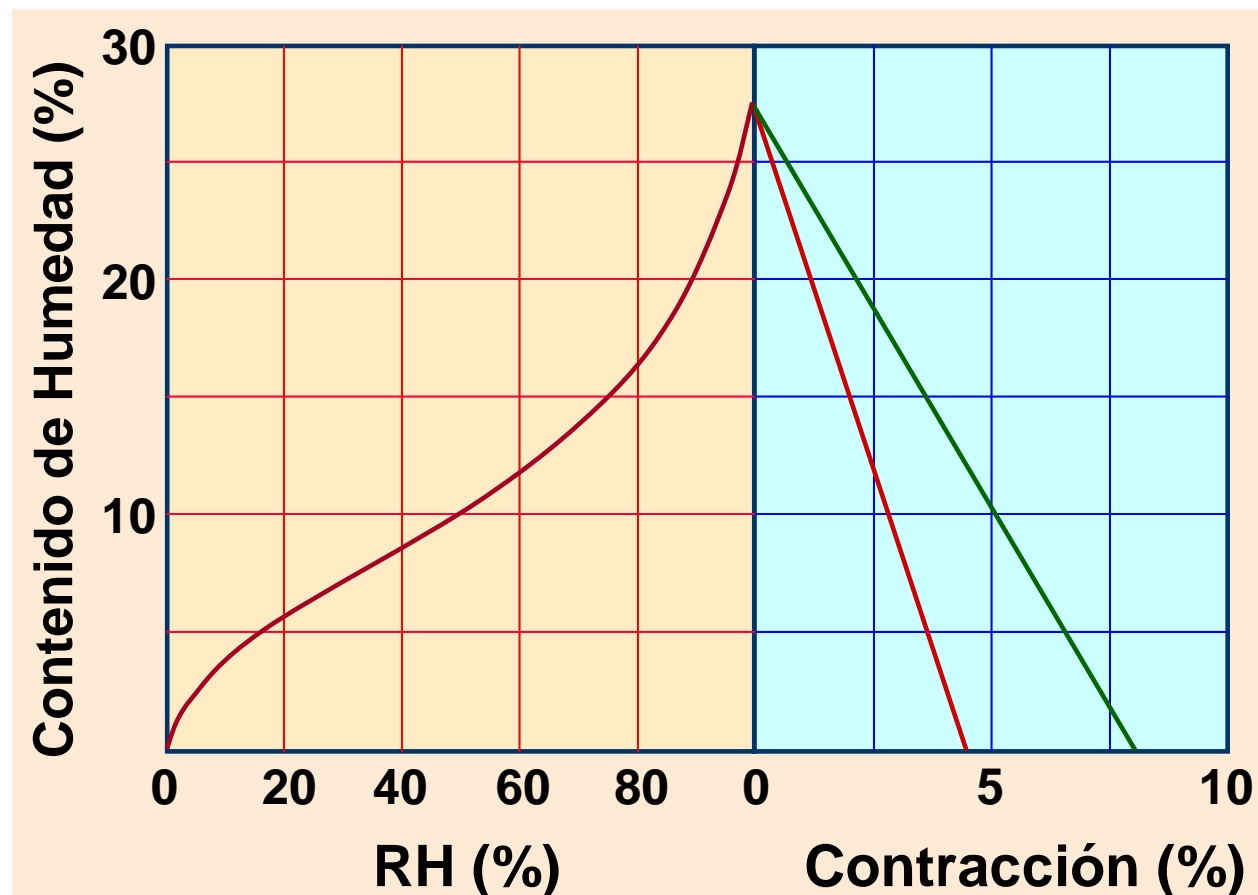
2. Estudio de las propiedades tecnológicas



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

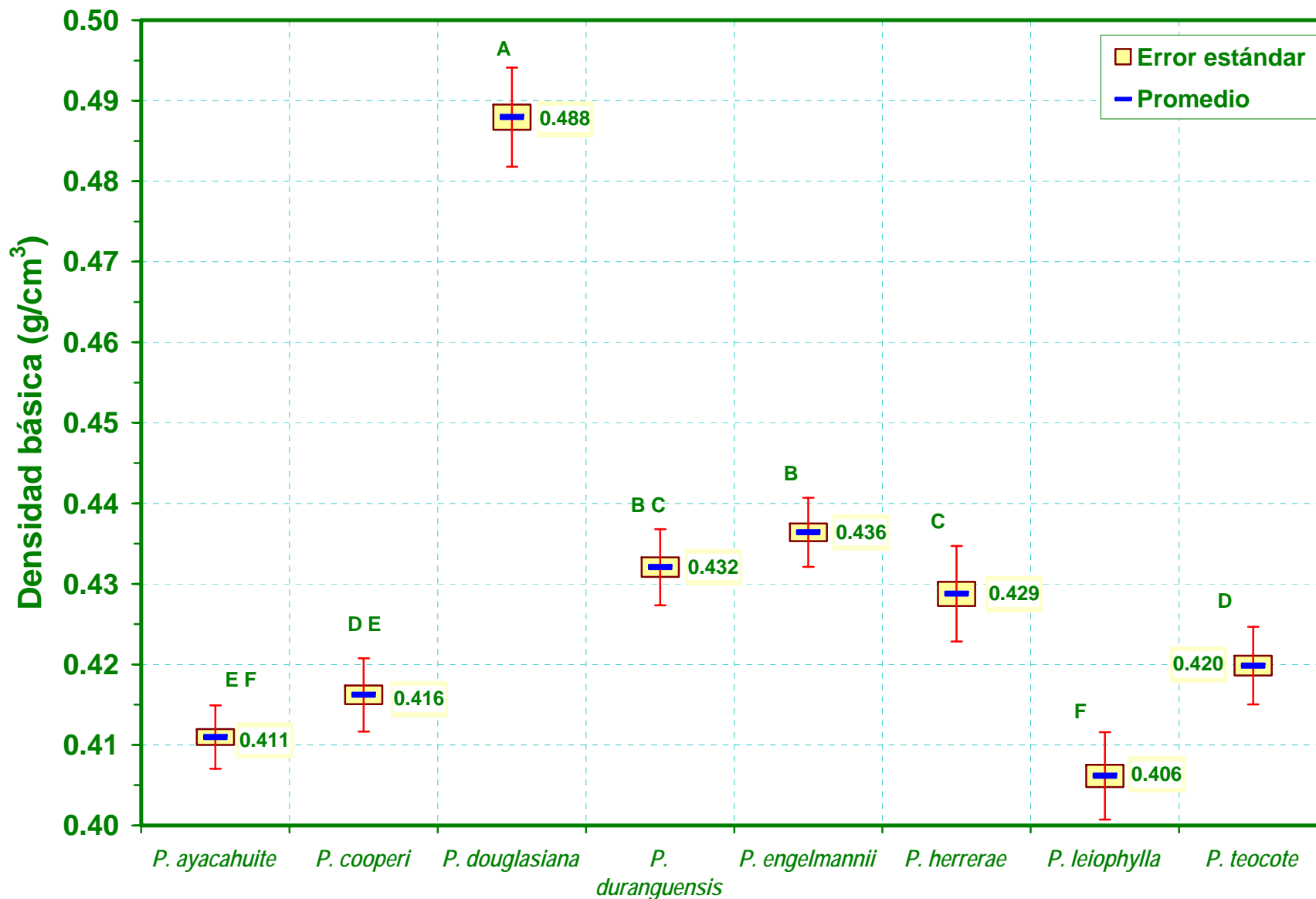
2) Física de la madera

- a) Densidad básica.
- b) Contracciones, lineales y volumétricas
- c) Expansiones, lineales y volumétricas.



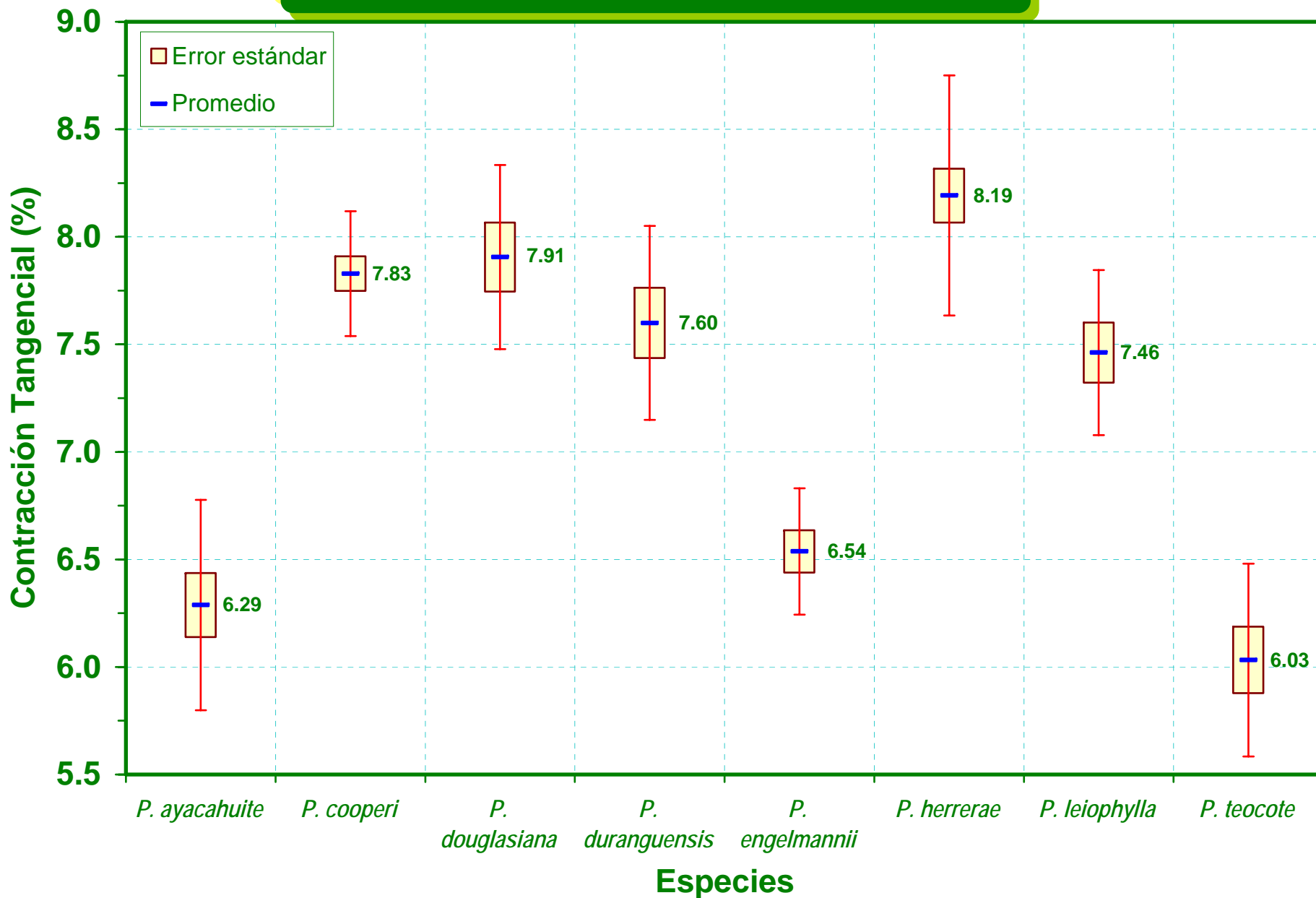
2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Densidad básica



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

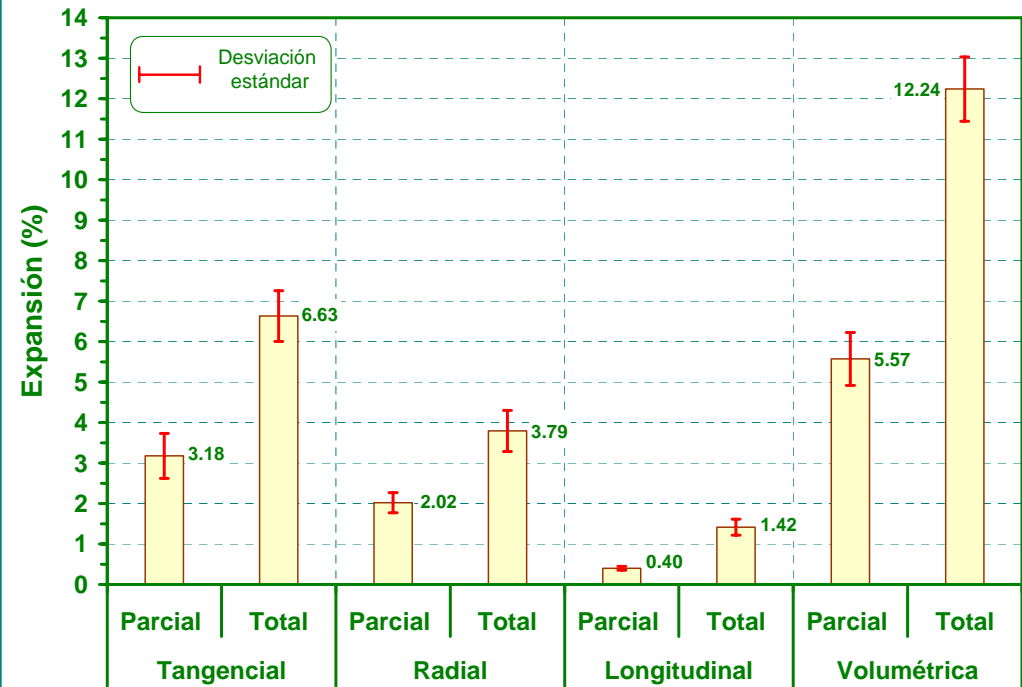
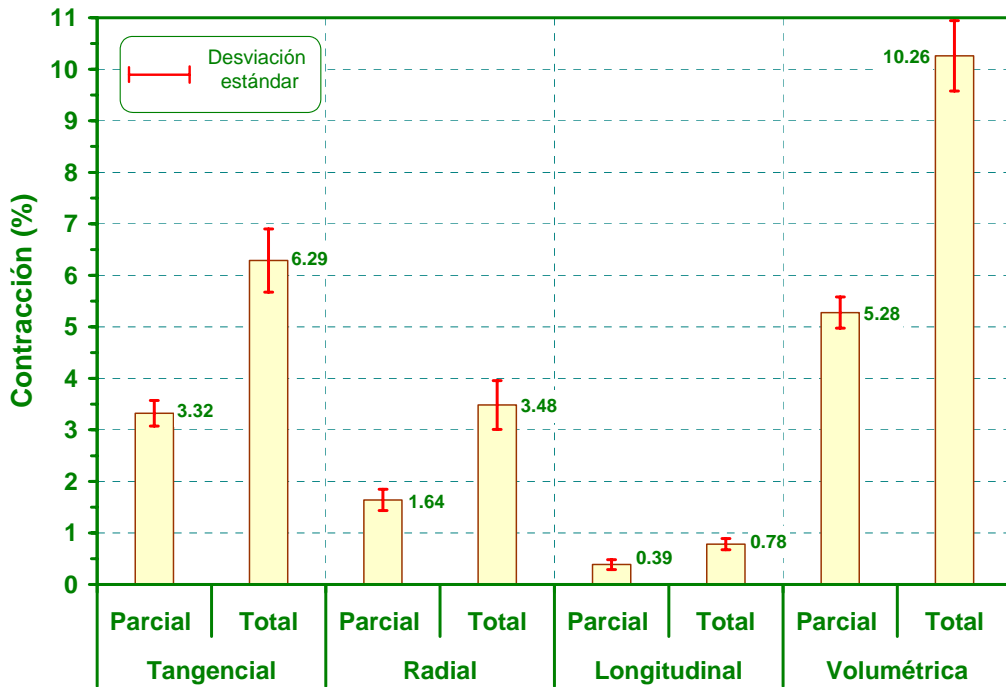
Contracciones



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Contracciones y expansiones

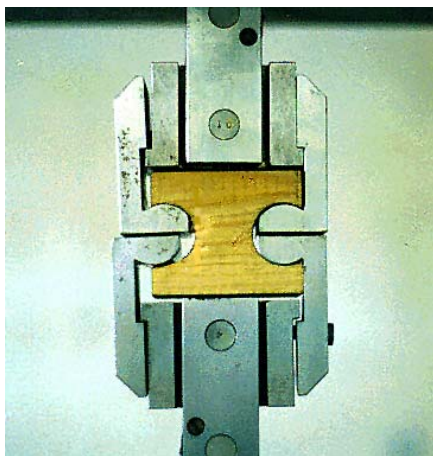
Pinus ayacahuite



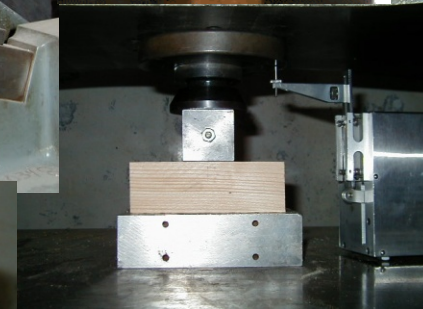
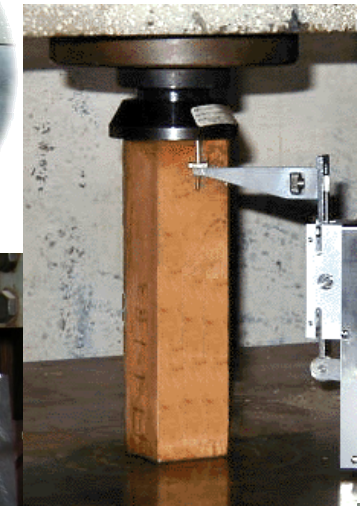
2. Estudio de las propiedades tecnológicas

3) Mecánica de la madera

- a) Flexión estática
- b) Compresión paralela a la fibra
- c) Impacto
- d) Compresión perpendicular a la fibra
- e) Dureza
- f) Cortante paralelo a la fibra
- g) Rajado
- h) Tensión paralela y perpendicular a la fibra



Verde
Seco



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Pinus leiophylla

Propiedad	Condición de Humedad		Unidades
	Verde	Seco (12%)	
Flexión estática			
1.- Esfuerzo al límite proporcional (ELP_b)	142.33	337.56	kg/cm^2
2.- Módulo de elasticidad (MOE_b)	54,576.76	83,700.89	kg/cm^2
3.- Módulo de Ruptura (MOR_b)	350.80	774.85	kg/cm^2
4.- Trabajo unitario al límite proporcional (TU_{LPb})	0.02	0.08	$kg-cm/cm^3$
5.- Trabajo unitario a la carga máxima TU_{CMb})	0.39	0.57	$kg-cm/cm^3$
Compresión paralela a la fibra			
1.- Esfuerzo al límite proporcional (ELP_c)	128.72	228.69	kg/cm^2
2.- Módulo de elasticidad (MOE_c)	22,290.60	37,011.65	kg/cm^2
3.- Esfuerzo máximo de compresión (EMC_c)	169.71	383.55	kg/cm^2
4.- Trabajo unitario al límite proporcional (TU_{LPc})	0.28	0.57	$kg-cm/cm^3$
5.- Trabajo unitario a la carga máxima (TU_{CMc})	0.77	2.82	$kg-cm/cm^3$
Flexión dinámica			
Energía de impacto (EI)	2.10	2.26	$kg-m$

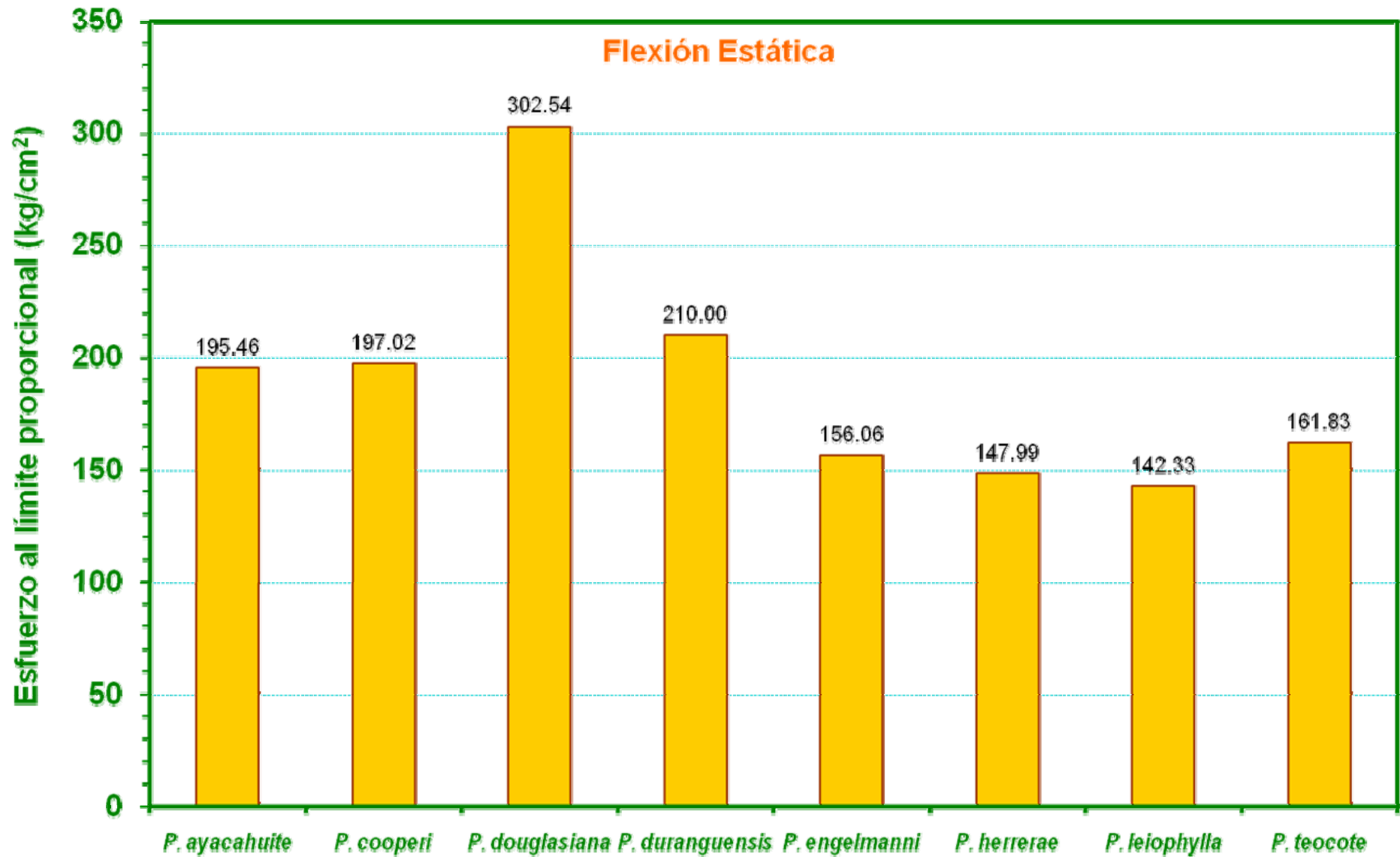
2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Pinus leiophylla

Propiedad	Condición de Humedad		Unidades
	Verde	Seco (12%)	
Compresión perpendicular a la fibra			
Esfuerzo al límite proporcional ($ELP_{c\perp}$)	28.20	54.28	kg/cm ²
Dureza			
Extremos	162.53	263.32	kg
Lateral	151.73	221.43	kg
Cortante paralelo a la fibra			
Esfuerzo cortante máximo (ECorM)	40.17	92.93	kg/cm ²
Rajado			
Resistencia de rajado (RR)	24.07	44.11	kg/cm
Tensión paralela a la fibra			
Esfuerzo al límite proporcional ($ELP_{t\parallel}$)	325.08	712.42	kg/cm ²
Esfuerzo último de tensión (EUT)	486.85	908.61	kg/cm ²
Tensión perpendicular a la fibra			
Esfuerzo al límite proporcional ($ELP_{t\perp}$)	16.91	34.06	kg/cm ²

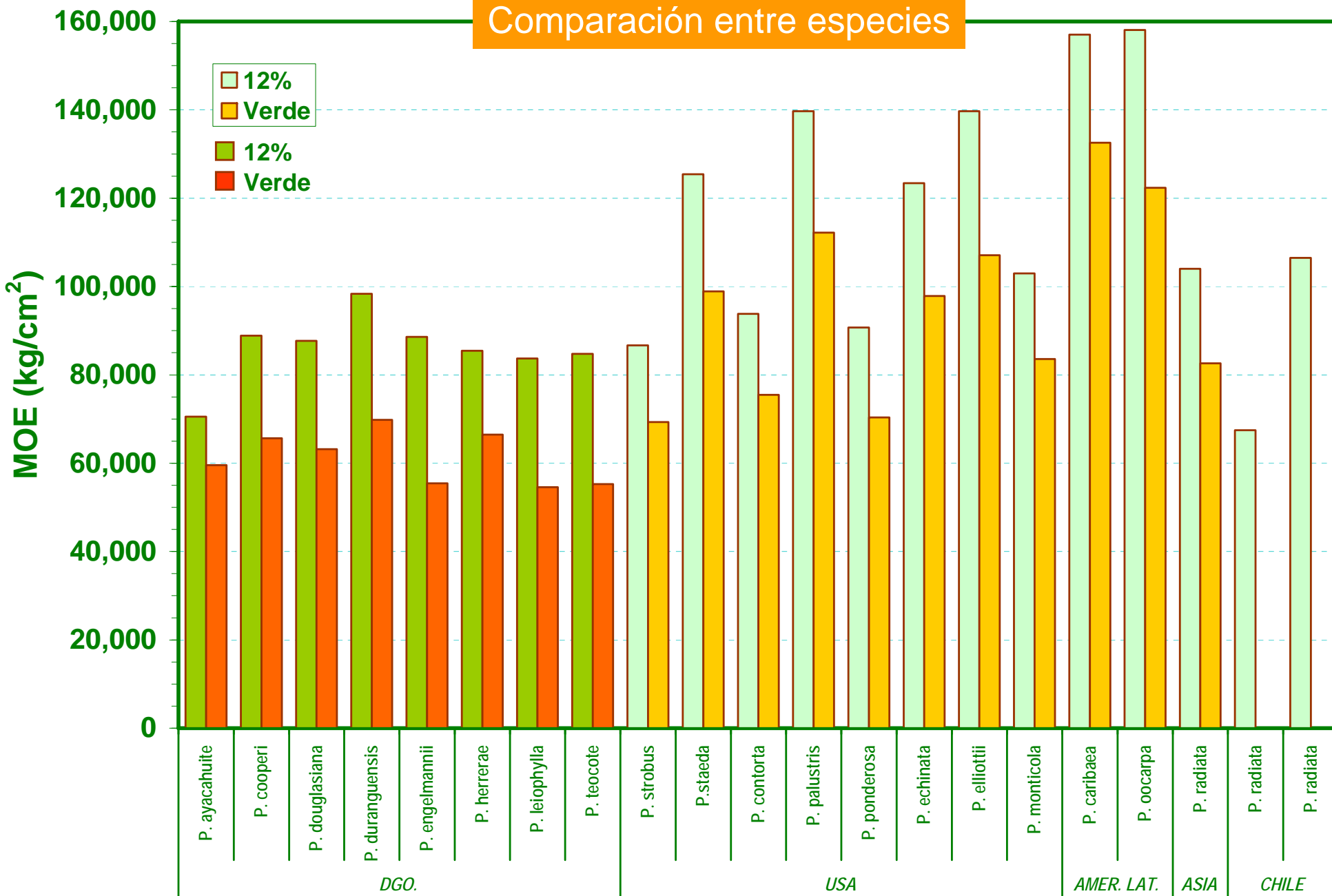
2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Comparación entre especies



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Comparación entre especies



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

4) Maquinado de la madera

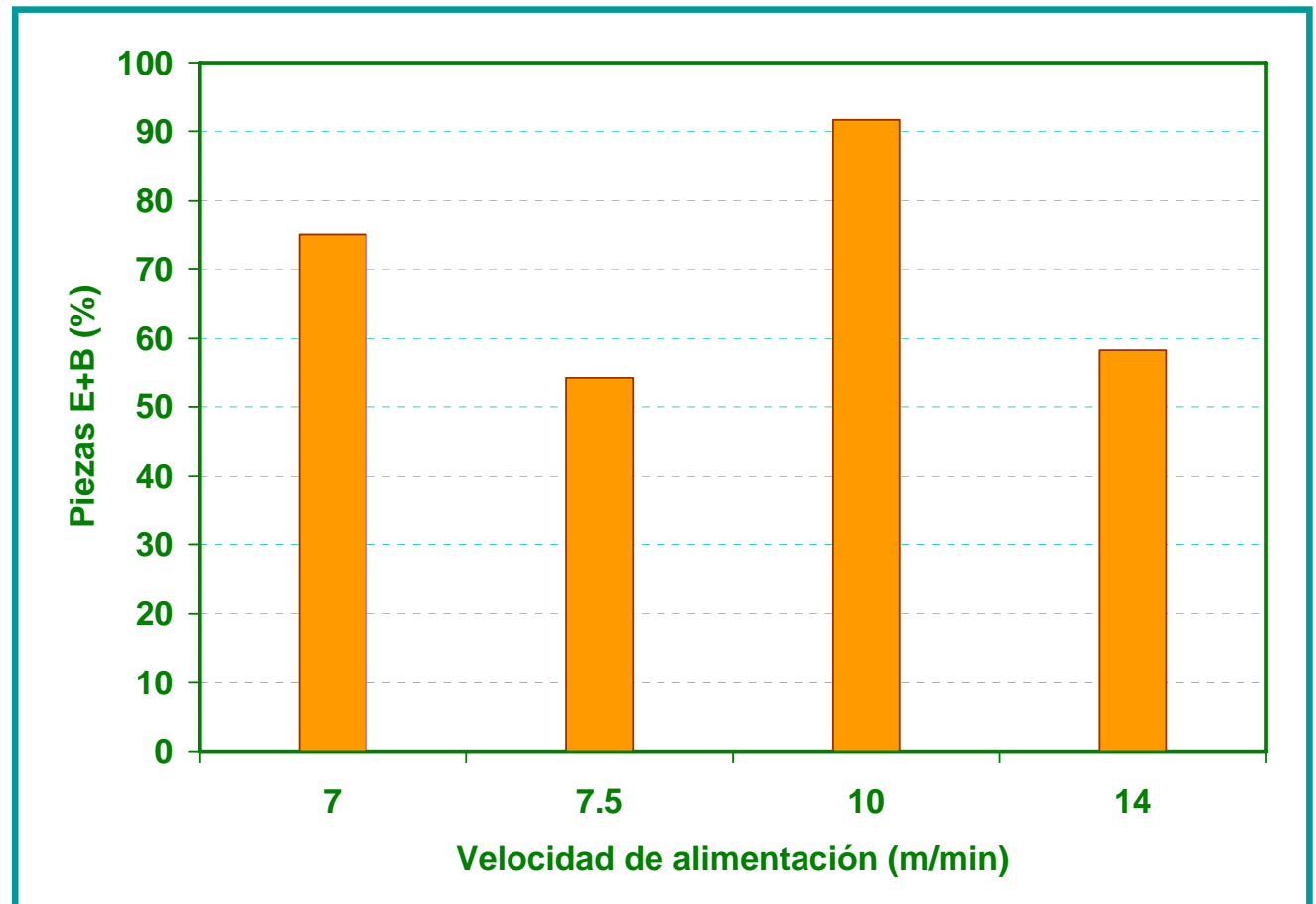
- a) Cepillado.
- b) Moldurado.
- c) Torneado.
- d) Taladrado.
- e) Lijado.



2. Estudio de las propiedades tecnológicas

Cepillado

% de piezas E + B	Clasificación
90-100	Excelente
80-89	Buena
60-79	Regular
40-59	Pobre
0-39	Muy pobre



Pinus ayacahuite

Cursos

1. Curso de física y mecánica de la madera.
(18-22 julio 2005)
2. Curso de aspectos anatómicos de la madera aplicados a la industria forestal.
(15-19 agosto 2005)
3. Curso sobre técnicas de anatomía de la madera.
(17-21 julio 2005)
4. Curso sobre uso de la madera en la construcción (11-15 diciembre 2006).

Productos

- 1. Catálogo botánico de las especies de coníferas mas importantes de El Salto, P. N. Durango.**
- 2. Estrategia de muestreo de las especies de coníferas más importantes para determinar su potencial tecnológico.**
- 3. Claves dicotómicas para la identificación de especies de coníferas.**
- 4. Base de datos de fitoecología y botánica de las coníferas de El Salto, P. N. Durango.**
- 5. Ficha técnica de características anatómicas, físicas y mecánicas de ocho especies de coníferas.**
- 6. Catálogo de las características y propiedades tecnológicas de 8 especies de coníferas.**
- 7. Análisis tecnológico de las especies estudiadas con respecto a especies nacionales y extranjeras.**

TESISTAS

- José Luis Escárpita Barraza.
“Propiedades físico-mecánicas de tres especies forestales de la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango” (*Pinus duranguensis*, *P.cooperi* y *Quercus sideroxyla*)
- Columba Martínez Hernández.
“Estudio tecnológico de la madera de *Pinus ayacahuite* y *P. teocote* del Ejido Pueblo Nuevo, Durango”
- Manuel Enrique Calderón Piña.
“Propiedades físico-mecánicas de *Pinus leiophylla* y *Pinus herrerae* de la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango”
- Pedro García
“Propiedades físico-mecánicas de la madera de *Pinus engelmannii* y *P. douglasiana* de la región de El Salto, P. N., Dgo.”

CAMPO EXPERIMENTAL SAN MARTINITO

J. Amador Honorato Salazar

Lic. Héctor Manuel Rodríguez Carrillo ()**

Ing. Luís Vázquez Silva ()**

CAMPO EXPERIMENTAL VALLE DE GUADIANA

M. C. Francisco Javier Compeán Guzmán ()**

CENID-COMEF

**(Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en
Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales)**

Biol. Marcela Verónica Gutiérrez Garduño ()**

Biol. Lilia Patricia Olvera Coronel

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE EL SALTO

M. C. Juan Abel Nájera Luna

M. C. David Maldonado

GRACIAS

