

# **XILOTECNOLOGÍA**

## **Propuesta didáctica**

El modelo de enseñanza-aprendizaje propuesto se basa en varios métodos o técnicas, pero el esquema principal gira en torno al método de los problemas integrados, que consiste en proponer situaciones problemáticas a los estudiantes que, para solucionarlas; deberán realizar investigaciones, revisiones o re-estudiar sistemáticamente temas en un nuevo marco conceptual. Se denomina integrado pues requiere de conocimientos ya adquiridos durante el curso o en otras disciplinas relacionadas, para que frente a una situación problemática o dudosa, el estudiante encuentre a través de aquellos, una solución satisfactoria para la misma.

Las técnicas que complementan el modelo son las clases expositivas y la lectura de textos. Este último método consiste en indicar textos o apuntes sobre un tema (lectura dirigida) que se estudiará en clase y fuera de ella. Su aplicación cumple una labor de complementación de la tarea docente, con el propósito de profundizar y ampliar temas, minimizando el tiempo de las clases expositivas y transfiriéndolo en forma equilibrada y dinámica al estudiante.

Las responsabilidades del modelo propuesto son del profesor y las actividades serán compartidas a lo largo del curso por todo el plantel docente. A cargo del profesor y compartido con los docentes quedarán la presentación de los contenidos teóricos y de los problemas, el asesoramiento al alumno, la facilitación de los medios para resolver los diversos problemas prácticos, de los lineamientos básicos para las visitas a distintos establecimientos industriales y finalmente la evaluación. A cargo del estudiante está el análisis de los problemas, su resolución -que implica también obtener los medios necesarios- y la elaboración de los informes respectivos.

En el marco de esta metodología, se concibe al programa de la asignatura como una declaración explícita hecha por el responsable principal del proceso de enseñanza-aprendizaje acerca de los objetivos pedagógicos perseguidos, los contenidos que se estudiarán y las modalidades didácticas que se implementarán para alcanzarlos. Así concebido, el programa se constituye en una valiosa herramienta didáctica que, puesta a disposición de los estudiantes desde el primer día, permite que los mismos evalúen la marcha del curso, se comprometan con él y autoevalúen su evolución en el mismo, constituyéndose en sujetos responsables de su propia formación. A continuación se presenta una propuesta de programa para la asignatura que satisface estos principios, además de respetar la carga horaria y los contenidos mínimos requeridos en el plan de estudio para esta asignatura.

# XILOTECNOLOGÍA

## Programa del Curso

### 1- FUNDAMENTACIÓN

Esta asignatura contribuye a formar al estudiante, dentro de los lineamientos del perfil establecido por la Facultad en el nuevo Plan de Estudio de la carrera, en lo concerniente a la comprensión de los fenómenos relacionados con el estudio, innovación y transferencia de tecnología vinculada con la madera como materia prima y su elaboración en productos aptos para distintos usos.

Xilotecología se encuentra ubicada dentro del Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. Es una asignatura básico-aplicada correspondiente al cuarto año (segundo cuatrimestre) de la Carrera de Ingeniería Forestal. El estudio de la asignatura requiere conocimientos previos de Sistemática Vegetal y Dendrología (primer año) y prepara al estudiante para el abordaje de las asignaturas Industrias Forestales I y II (quinto año).

El estudio de esta asignatura se ha pautado en 5 núcleos temáticos, cuyos ejes abarcan desde el estudio de las características intrínsecas de la madera como materia prima y sus propiedades, hasta las principales mejoras tecnológicas y sus posteriores usos.

### 2- OBJETIVO DEL CURSO

- Conocer las propiedades de la madera como materia prima y su mejoramiento tecnológico para un adecuado aprovechamiento de los recursos forestales.

### 3- DESARROLLO PROGRAMÁTICO

El desarrollo programático está constituido por cinco Núcleos Temáticos constituidos por un número variable de Unidades Didácticas dentro de cada núcleo temático.

#### **Primer Núcleo Temático. Introducción y Anatomía de la Madera.**

UNIDAD 1. Introducción y conceptos básicos. La madera: estructura, origen y organización. Química de la madera.

UNIDAD 2. Xilología de Gimnospermas.

UNIDAD 3. Xilología de Angiospermas.

UNIDAD 4. Identificación de maderas.

UNIDAD 5. Mercado maderero de Argentina y el Mercosur.

#### **Segundo Núcleo Temático. Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera.**

UNIDAD 6. Propiedades físicas y mecánicas: introducción y clasificación.

UNIDAD 7. La humedad en la madera.

UNIDAD 8. Cambios dimensionales en la madera.

UNIDAD 9. Densidad y peso específico de la madera.  
UNIDAD 10. Propiedades y ensayos mecánicos en madera.

### **Tercer Núcleo Temático. Anomalías, Tipificación y Secado de la Madera.**

UNIDAD 11. Anomalías y Tipificación de la madera.  
UNIDAD 12. Introducción y bases teóricas del secado de la madera. Secado natural o estacionamiento.  
UNIDAD 13. Secado técnico en horno. Procesos especiales de secado.

### **Cuarto Núcleo Temático. Durabilidad y Preservación de la Madera.**

UNIDAD 14. Durabilidad natural y adquirida de la madera. Biodegradación: conceptos y ensayos.  
UNIDAD 15. Preservantes y erradicantes para maderas.  
UNIDAD 16. Métodos de preservación con y sin presión. Equipos. Control de calidad.

### **Quinto Núcleo Temático. Xilotecología y usos de la madera.**

UNIDAD 17. Aptitud de la madera para diferentes usos según sus características anatómicas, físicas y mecánicas. Ejemplos.

## **4- OBJETIVOS Y CONTENIDOS DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS**

**UNIDAD 1. Introducción y conceptos básicos. La madera: estructura, origen y organización. Química de la madera.**

### **Objetivos**

- Conocer los principales aspectos que distinguen a la madera como materia prima frente a otros materiales y la concepción actual e histórica respecto de su empleo.
- Conocer la estructura macro y microscópica de la madera y la corteza, su origen y organización para poder analizarlas en relación a sus propiedades tecnológicas.
- Estudiar los componentes químicos y la proporción e importancia de cada uno de ellos en las distintas maderas y cortezas.

### **Desarrollo Analítico**

La madera, estructura y origen. Cambium. Tipos celulares del cambium, actividad cambial. La corteza, estructura y origen. Felógeno. Formación del leño de reacción (características histológicas y químicas), médula (origen, caract. celulares, dimensiones), desarrollo de nudos (vivos, muertos). Organización de la madera en los sistemas axial y radial. Estructura y capas de la pared celular. Planos y direcciones de estudio.

Estructura, química, fisicoquímica y química analítica de los componentes macromoleculares: celulosa, hemicelulosa y lignina. Componentes minoritarios de bajo peso molecular: extractivos y sustancias minerales en la madera y la corteza.

La madera como materia prima en las industrias de la transformación mecánica y química. Comparación con otros materiales. Heterogeneidad del leño. Anisotropía. Higroscopicidad. Variabilidad de las propiedades generales.

## **UNIDAD 2. Xilología de Gimnospermas.**

### **Objetivos**

- Reconocer los caracteres diagnósticos que permiten identificar el leño de Gimnospermas.
- Analizar anatómicamente las principales maderas comerciales en relación con su empleo.

### **Desarrollo Analítico**

Leño de Gimnospermas. Estructura general: traqueidas y parénquima. Observación de macerados para la identificación de los tipos de "fibras". Tipos de puntuaciones. Campos de cruzamiento. Canales resiníferos. Caracteres macroscópicos: anillos de crecimiento, canales, diseño, color, olor, grano, textura. Listado de caracteres diagnósticos para la identificación de Gimnospermas. Ejemplos de especies comerciales: *Pinus*, *Araucaria*, *Pseudotsuga*.

## **UNIDAD 3. Xilología de Angiospermas.**

### **Objetivos**

- Reconocer los caracteres diagnósticos que permiten identificar el leño de Angiospermas.
- Analizar anatómicamente las principales maderas del mercado en relación con su uso final.

### **Desarrollo Analítico**

Leño de Angiospermas. Estructura general: vasos, fibras y parénquima. Análisis de la fibras a través de macerados. Clasificaciones de vasos, parénquima y radios. Estructura estratificada, importancia, origen, ejemplos de maderas comerciales. Caracteres macroscópicos: color, olor, diseño, anillos, textura, grano. Listado de caracteres diagnósticos para la identificación de Angiospermas. Ejemplos de especies comerciales: *Cedrela*, *Myrcarpus*, *Tabebuia*, *Parapiptadenia*, *Anadenanthera*, *Aspidosperma*, *Eucalyptus*, *Quercus*, *Amburana*, *Enterolobium*, *Prosopis*, *Schinopsis*, *Luehea*, *Ruprechtia*, *Apuleia*, *Melia*, *Populus*, *Salix*.

## **UNIDAD 4. Identificación de maderas.**

### **Objetivos**

- Identificar las especies comerciales utilizando los caracteres macro y microscópicos diagnósticos para cada grupo.
- Entrenar en el manejo de claves dicotómicas, bibliografía especializada y bancos de datos informáticos para la identificación del material de estudio.
- Reconocer las principales especies del mercado maderero de Argentina.

### **Desarrollo Analítico**

Manejo de claves dicotómicas macro y microscópicas para la identificación de las principales maderas comerciales nativas y exóticas. Bibliografía y xilotecas de referencia. Sistema de identificación de maderas (SIM) y su empleo como herramienta en la identificación de maderas.

## **UNIDAD 5. Mercado maderero de Argentina y el Mercosur.**

### **Objetivo**

- Analizar las especies madereras presentes en los mercados de Argentina y el Mercosur. Origen, procedencia y/o lugar de implantación.

### **Desarrollo Analítico**

Mapa del mercado maderero argentino. Distribución de especies nativas y exóticas. Maderas locales e importadas de países limítrofes. Importancia relativa actual en cuanto a volúmenes maderables y extraídos por jurisdicción.

## **UNIDAD 6. Propiedades físicas y mecánicas: introducción y clasificación.**

### **Objetivo**

- Establecer la importancia del conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas de la madera y realizar una clasificación de las mismas.

### **Desarrollo Analítico**

Clasificación de las propiedades de la madera. Propiedades físicas y mecánicas. Metodologías o normas para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas. Fundamento del empleo de los ensayos mecánicos en la determinación de las resistencias de la madera. Muestreo para la determinación de propiedades.

## **UNIDAD 7. La humedad en la madera.**

### **Objetivo**

- Estudiar los distintos tipos de agua presentes en la madera, su importancia, las formas de medición del contenido de humedad y su relación con las condiciones del ambiente que la rodea.

### **Desarrollo Analítico**

Contenido de humedad. Métodos de determinación. Tipos de agua: libre, higroscópica y de constitución. Punto de saturación de las fibras. Contenido de humedad de equilibrio higroscópico. Gradiente de humedad.

## **UNIDAD 8. Cambios dimensionales en la madera.**

### **Objetivos**

- Estudiar los fenómenos de contracción e hinchamiento que se producen en la madera.
- Establecer formas de cuantificarlos y predecir sus efectos.

### **Desarrollo Analítico**

Fenómenos de contracción e hinchamiento. Curva real y curva teórica. Fenómeno de histéresis. Anisotropía en contracción e hinchamiento. Contracción normal: cálculo y parámetros principales. Juego, trabajo o movimiento de la madera. Contracción anormal o colapso. Contracción axial, radial y tangencial. Contracción volumétrica. Contracción normal máxima. Contracción total. Coeficiente de contractibilidad. Relación T/R.

## **UNIDAD 9. Densidad y peso específico de la madera.**

### **Objetivos**

- Conocer los distintos conceptos de densidad real y aparente de la madera como un cuerpo poroso.
- Establecer diferencias entre densidad y peso específico.
- Estudiar las formas de medición y la importancia de su conocimiento en el uso y manipuleo de la madera.

### **Desarrollo Analítico**

Densidades real y aparente. Densidad o densidad aparente. Densidad relativa o peso específico. Densidad: anhidra, normal, en húmedo, en seco y en el punto de saturación de las fibras. Densidad básica o peso seco volumétrico. Relación entre la densidad aparente, porosidad y penetrabilidad de las maderas. Métodos de determinación. Clasificación de las maderas según su densidad aparente normal. Relación entre contenido de humedad, densidad aparente y el transporte de la madera. Variación e influencia en la densidad aparente de factores internos y

externos. La densidad como indicadora de calidad de madera para un determinado uso final.

## **UNIDAD 10. Propiedades y ensayos mecánicos en madera.**

### **Objetivos**

- Conocer las principales propiedades mecánicas de la madera.
- Experimentar sobre los distintos ensayos mecánicos para cuantificar estas propiedades.

### **Desarrollo Analítico**

Definiciones. Ensayos en probetas libres de defectos. Ensayos estructurales. Normalización. Descripción de los principales ensayos mecánicos: compresión, tracción, dureza, corte, clivaje, flexión estática y dinámica, arrancamiento de clavos y tornillos. Interpretación de ensayos y fórmulas de cálculo de los parámetros más utilizados.

## **UNIDAD 11. Anomalías y Tipificación de la madera.**

### **Objetivos**

- Conocer el origen, identificar y medir las principales anomalías que se encuentran en la madera.
- Estudiar los principales factores a tomar en consideración para poder realizar la clasificación de la madera por calidades en relación a su uso.

### **Desarrollo Analítico**

Definición y clasificación. Origen de las anomalías. Defectos, deformaciones y alteraciones en rollizos y madera aserrada. Evaluación y diferentes formas de cuantificación. Normas. Muestreos. Tipificación: definición. Tipificación de madera rolliza. Tipificación de madera aserrada por aspecto y por resistencia. Determinación de calidades y normalización. Importancia de la normalización en los mercados local e internacional. Estado actual en la Argentina.

## **UNIDAD 12. Introducción y bases teóricas del secado de la madera. Secado natural o estacionamiento.**

### **Objetivos**

- Conocer los fundamentos físicos sobre el movimiento del agua dentro de la madera y las condiciones del ambiente para la evaporación del agua desde la superficie de la madera.
- Estudiar los fenómenos que rigen el secado natural al aire libre de la madera y analizar las intervenciones posibles para acelerar el proceso sin afectar la calidad de la madera seca.

## **Desarrollo Analítico**

Propiedades del leño y su relación con el secado. Temperatura del aire. Humedad del aire. Circulación del aire. Gradiente de secado. Movimientos del agua en la madera: capilar, diferencias de presión de vapor y contenido de humedad, difusión. Curva de secado. Tensiones de secado dentro de la madera. La acción del aire. La velocidad del secado y los factores que la rigen. Contenido de humedad final de la madera. Duración del secado. Causas de deterioro en el secado natural. Las playas de secado. Preparación de la madera antes del secado. Clasificación de la madera para el secado natural. Apilado de la madera. Ventaja y limitaciones del secado natural. Costos.

## **UNIDAD 13. Secado técnico en horno. Procesos especiales de secado.**

### **Objetivos**

- Conocer los sistemas que forman parte de una cámara de secado, los fundamentos de las distintas etapas del secado y los controles de las variables de proceso y de la calidad de la madera seca.
- Analizar otros procesos de secado más allá del convencional por aire caliente húmedo, que se están aplicando en el país.

## **Desarrollo Analítico**

Secado convencional por aire caliente y húmedo. Diferentes tipos de hornos. Componentes de un secadero convencional. Determinación del tiempo y dimensionamiento de una cámara de secado. Cálculo del calor necesario. Selección y apilado de la madera. Programas de secado y su aplicación. Conducción del secado. Etapas del secado. Controles directo e indirecto de la marcha del secado. Defectos del secado: causas, control y corrección. Costos. Secado a altas temperaturas. Secado por condensación. Secado solar. Método químicos. Secamiento en líquidos oleosos calientes. Secado por vacío. Secado con vapores orgánicos. Secado con la aplicación directa de la electricidad.

## **UNIDAD 14. Durabilidad natural y adquirida de la madera. Biodegradación: conceptos y ensayos.**

### **Objetivos**

- Estudiar los agentes destructores de la madera de origen biológico y no biológico y la durabilidad de la madera puesta en servicio con y sin tratamiento previo.
- Entender el concepto de biodegradación de la madera y conocer los métodos de laboratorio, a campo y su cuantificación para determinar la vida útil de la madera puesta en servicio.

## **Desarrollo Analítico**

Agentes destructores de la madera de origen biológico: hongos, insectos, moluscos, crustáceos y bacterias. Agentes destructores no biológicos: desgaste mecánico, fuego, intemperismo o acción climática. Concepto de durabilidad natural



de la madera y ejemplos de maderas nativas y cultivadas. Concepto de durabilidad adquirida. Concepto de biodegradación de la madera. Métodos de laboratorio: descripción, instalación del ensayo y evaluación de la pérdida de peso según distintas metodologías. Clasificación de las maderas según el porcentaje de pérdida de peso. Métodos a campo: descripción, instalación y evaluación del deterioro. Ventajas y desventajas de cada método.

## **UNIDAD 15. Preservantes y erradicantes para maderas.**

### **Objetivos**

- Conocer las características que deber reunir un preservante ideal.
- Estudiar los principales productos preservantes, erradicantes, ignífugos, endurecedores y de protección superficial existentes en el mercado.

### **Desarrollo Analítico**

Requisitos de un preservante ideal. Clasificación de preservantes para maderas: creosotas, productos orgánicos e inorgánicos. Conceptos de sustancias: preservantes, erradicantes, ignífugas y endurecedoras. Criterios para la clasificación de las maderas según su tratabilidad. Acabados superficiales de protección: barnices, lacas y lasures. Panorama actual de la preservación en la Argentina.

## **UNIDAD 16. Métodos de preservación con y sin presión. Equipos. Control de calidad.**

### **Objetivos**

- Clasificar y estudiar los métodos de impregnación de uso actual que se utilizan para preservar la madera con aplicación de presión externa y sin ella.
- Conocer los distintos equipos y sus características que forma parte de una planta de impregnación de maderas.
- Estudiar los parámetros que son necesarios para cuantificar el nivel de protección y la calidad de la impregnación.

### **Desarrollo Analítico**

Acondicionamiento de la madera para su preservación. Métodos de tratamiento sin presión. Tratamiento con presión. Tratamientos profilácticos para madera rolliza y recién aserrada. Preservación de la madera instalada. Control de calidad de la materia prima y del proceso. Certificados de calidad. Autoclave. Tanques: de almacenamiento, de mezcla, de trabajo y/o medición. Bombas: de presión, de vacío y de circulación. Instrumental de medición: manómetro, vacuómetro, termómetro. Elementos auxiliares: radiadores, vías, vagonetas, sunchos, sistemas de recuperación del preservante, tinglados y/o galpones, playas de secado de madera verde y de almacenamiento de la madera impregnada. Parámetros para determinar la efectividad del proceso. Penetración: formas y tipos, reactivos y determinación en fábrica. Absorción: bruta, neta, determinación por peso y por volumen. Retención: retención en función de la concentración del preservante y retención efectiva. Factor de conversión. Factor óxido.

## **UNIDAD 17. Xilotecología y usos de la madera.**

### **Objetivos**

- Evaluar las especies comerciales a través de indicadores de calidad para determinar su aptitud de uso.
- Identificar los indicadores de calidad más importantes para gimnospermas y angiospermas. Analizar la aptitud de las maderas comerciales para determinados usos relacionada con sus características anatómicas, físicas y mecánicas, dando ejemplos del mercado local.

### **Desarrollo Analítico**

Indicadores de calidad: densidad de la madera, longitud de “fibras”, espesor de pared de las traqueidas y fibras, porcentaje de leño tardío, cantidad y diámetro de vasos, presencia de leño de reacción, porcentaje de nudos, grano, diseños, cantidad y calidad de resinas, composición química (celulosa, extractivos, lignina), color de la madera.

Propiedades y usos de la madera como material de la construcción. Propiedades de las maderas destinadas a distintos tipos de envases. Propiedades de las maderas con relación a su uso en tableros. Propiedades de las maderas destinadas a producción de pasta celulósica y papel, aptitud papelera de las principales especies implantadas. Propiedades de las maderas en relación con otros usos: vigas laminadas, mueblería y productos menores.

## **5- BIBLIOGRAFIA**

### **Primer Núcleo Temático. Introducción y Anatomía de la Madera.**

- Area, M. C. 1995. Materiales fibrosos: estructura y propiedades físicas. Programa de Investigaciones en celulosa y papel. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Sin editar, 98 pp.
- Castiglioni, L. Q. 1962. Iconografía anatómica de maderas argentinas. Rev. del Instituto Municipal de Botánica, Bs. As.
- Esau, K. 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Ed. Hemisferio Sur, Bs. As.
- Greguss, P. 1955. Identification of living gymnosperms on the basis of xyotomy. Akademiai Kiado, Budapest.
- IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwoods identification. IAWA Bull. n. s. vol 10 (3): 219-332.
- Jane, F. W. 1970. The structure of wood. Adam & Charles Blach, London (2 edición).
- J'aquiot, C. 1955. Atlas d'anatomie des bois des conifères. Centre Technique du Bois. París.
- Maximino, M. G. 1998. Química de los materiales fibrosos. Instituto de Tecnología Celulósica, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Sin editar, 37 pp.
- Tortorelli, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Ed. Acme, Bs. As. 910 pp, ilustr.

## **Segundo Núcleo Temático. Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera.**

- Coronel E. O. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte. Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Publicación ITM-UNSE, 187 pp.
- Coronel E. O. 1995. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte. Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Publicación ITM-UNSE, 335 pp.
- Instituto Forestal. 1990. Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. Informe técnico N° 122. Santiago de Chile.
- Instituto Forestal. 1990. Manual de cálculo de construcciones en madera. Corporación de fomento a la producción. Aplicaciones. Vol 2. Santiago de Chile.
- Instituto Forestal. 1989. Uniones en la madera estructural, clavos y tirafondos. Corporación de fomento a la producción. Informe técnico N° 120, Santiago de Chile.
- Instituto Forestal. 1973. Contracción, colapso y juego de maderas chilenas. Boletín informativo N° 27. Santiago de Chile.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1989. Manual del Grupo Andino para el Secado de la Madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- Keil, G. 2.000. Peso específico y densidad de la madera. Industrias Forestales I, Departamento de Tecnología e Industrialización de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Sin editar, 8 pp.
- Kollman, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. IFIE. Madrid. España.
- Lastra Rivera, J. A. 1982. Relaciones entre el clima, agua y la madera. Vol I N° 3 (15:23). Bogotá, Colombia.
- Peraza Oramas, C. 1976. La madera y sus propiedades. AITIM N° 80 (2:16).
- Tuset, R. & Durán, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas). Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay.

## **Tercer Núcleo Temático. Anomalías, Tipificación y Secado de la Madera.**

- Andía I. R. & Keil, G. D. 1996. Tipificación de la madera. Criterios y metodología. Clasificación por aspecto. Industrias Forestales I, Departamento de Tecnología e Industrialización de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Sin editar, 51 pp.
- Bramhall, G. & Wellwood, R. W. 1985. Kiln drying of western Canadian lumber. Fisheries and Environment. Environmental Mangment Service. Canadá.
- Brown, N. C. & Bethell, J. 1983. La industria maderera. Ed. Limusa. México.
- Herrero Ponce, R. & Tadashi Warai, L. 1985. Manual de secagem da madeira. IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de Sao Pablo.
- CITEMA-INTI. 1989. Determinación de grados de calidad en lenga fueguina. Informe de situación. Castelar
- IRAM, 1977. Postes de eucalyptus para líneas aéreas de energía. Medidas y defectos. Norma IRAM 9531.

- IRAM, 1981. Piezas de madera. Criterios de evaluación de defectos. Norma IRAM 9560.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1989. Manual del Grupo Andino para el Secado de la Madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1984. Manual de clasificación visual para madera estructural. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- Tinto, J. C. 1980. Manual para estacionamiento de maderas misioneras. CFI.
- Tinto, J. C. 1980. Manual para el secado artificial de las maderas misioneras. CFI. Tomos I y II.
- Tuset, R. & Durán, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas). Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay.

#### **Cuarto Núcleo Temático. Durabilidad y Preservación de la Madera.**

- Hunt, G. M. & Garrat, G. A. 1962. Preservación de la madera. Ed. Salvat. 486 pp.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1988. Manual del Grupo Andino para la preservación de la Madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- Keil, G. D., Murace, M. & Días, B. G. 2001. Agentes destructores y biodegradación de la madera. Industrias Forestales I, Departamento de Tecnología e Industrialización de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Sin editar, 50 pp.
- Tinto, J. C. 1980. Manual para tratamientos protectores de los productos forestales. CFI.
- Tinto, J. C. 1989. Normalización en el empleo de la madera en la vivienda. Programa de procedimientos. S.V.O.A. Res. 1137/97. Tomos I y II.

#### **Quinto Núcleo Temático. Xilotecnología y usos de la madera.**

- Se seleccionarán usos específicos de la madera y bibliografía actualizada sobre los mismos, para que los estudiantes establezcan relaciones entre los contenidos del curso y los usos específicos definidos para el desarrollo de la unidad.

### **6- DESARROLLO GENERAL DEL CURSO**

Las unidades didácticas se desarrollarán en dos (2) clases teórico-prácticas semanales de 3 y 2 horas de duración, durante 16 semanas, totalizando 80 horas para todo el curso. Se realizarán clases expositivas sobre temas específicos, trabajos grupales donde los alumnos analizarán los temas propuestos, lectura y discusión de bibliografía. Al final de cada núcleo temático se hará una síntesis del mismo, donde se hará referencia a los puntos más sobresalientes del tema abordado. Para determinados puntos se realizarán actividades individuales y/o grupales que tiendan a relacionar algunos temas.

Se consideran a los viajes de estudio como una instancia importante en la integración de los conocimientos teóricos con la practica real. El contacto con el

campo de aplicación de la asignatura brinda a los estudiantes una experiencia que difícilmente puede ser transmitida en las aulas. Por ello se realizarán visitas de estudio con el objetivo de completar aspectos de índole práctica para analizar a escala industrial los procesos industriales de secado y preservación de madera, como así también visitas a madereras para evaluar defectos y anomalías de distintas especies forestales. También serán organizadas charlas con profesionales de otros organismos públicos y de empresas privadas para desarrollar distintos temas de sus especialidades.

## **7- EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN**

Para la evaluación de los alumnos se prevén varias etapas con diferentes características. Se realizará un seguimiento en clase en el que se evaluará la participación del estudiante en la resolución de los problemas planteados y la eficacia de la metodología de enseñanza aplicada. También se realizará una evaluación semanal basada en la presentación de informes de los trabajos prácticos realizados, tanto aquellos desarrollados en el aula como aquellos que se realizaron en las visitas a industrias o charlas con sus profesionales. Además, se prevén dos instancias de evaluación parcial con sus correspondientes recuperaciones. Estas evaluaciones se harán en forma escrita, tendrán carácter integrador, abarcarán aspectos teóricos y prácticos y se exigirá la aprobación de la primera para rendir la segunda. Finalmente se prevé una instancia de evaluación final de carácter netamente integradora que se desarrollará en un coloquio final oral.

La promoción de los estudiantes se hará de acuerdo con dos modalidades previstas en la reglamentación vigente, es decir con y sin examen final. Además de cumplir con los requisitos de asistencia, los alumnos promocionarán en alguna de estas modalidades en función de su desempeño en todas las instancias de evaluación previstas. Para promocionar como alumno regular sin examen final se requerirá un rendimiento de al menos 7 (siete) puntos y la aprobación del coloquio final integrador, mientras que para la promoción como alumno regular se requerirá un rendimiento de al menos 4 (cuatro) puntos.

## **8- CRONOGRAMA**

Para el abordaje de los distintos núcleos temáticos se utilizará la siguiente distribución temporal de clases:

Unidades 1 a 5: 7 clases  
Unidades 6 a 10: 7 clases  
Unidades 11 a 13: 7 clases  
Unidades 14 a 16: 7 clases  
Unidad 17: 2 clases

La primer fecha de cada parcial será en horario de clases. Los recuperatorios se tomarán en horarios a convenir con los alumnos fuera del horario habitual de clase. Las visitas y/o trabajos especiales serán en horarios de clase y están contemplados dentro de la división propuesta para cada núcleo temático.

## 9- RECURSOS

Se contará con material específico para cada trabajo práctico. Muestras macroscópicas de madera de las principales especies comerciales, muestras microscópicas, colecciones, muestras para determinar anomalías, probetas de ensayo.

El Departamento cuenta, en el Area Dendrología, con un Laboratorio de Xilología en el cual se realizarán las observaciones microscópicas y macroscópicas, se realizarán preparados, montajes y se aplicarán diversas técnicas histológicas de laboratorio. Cuenta además con bibliografía específica y xilotecas macro y microscópicas.

En el Area de Industrias Forestales I se cuenta con un Laboratorio para la determinación de propiedades físicas, mecánicas y durabilidad de las maderas y una importante biblioteca sobre tecnología de la madera. Respecto a las determinaciones de propiedades mecánicas de la madera se utilizará la máquina de ensayos universales (disponible en la Facultad), capacitando a los estudiantes en su manejo, como así también en la realización de los diferentes ensayos mecánicos que servirán para caracterizar a la madera para sus diferentes usos. Además se trabaja en relación con otras Unidades Académicas, técnicas y/o científicas como la Facultad de Ingeniería (UNLP), el LEMIT (CIC) y el CITEMA (INTI) para la realización de prácticas y la utilización de otros equipos.

Asimismo se mantiene una estrecha relación con empresas privadas de fabricación e importación de productos impregnantes, de preservación industrial, de secado técnico de maderas y empresas mayoristas y minoristas que abastecen de madera al mercado; estas empresas aportarán al curso de Xilotecnología a través de visitas de estudio a sus establecimientos y de charlas sobre temas específicos de su personal profesional.

En cuanto a los recursos humanos, el Departamento de Tecnología e Industrialización de la Madera cuenta en las actuales Areas de Dendrología e Industrias Forestales I con Profesionales en distinto grado de formación Académica y/o Científica, junto a un importante plantel de Ayudantes con formación en las Disciplinas de Ingeniería Forestal y Biología.