



ESCUELA DE VERANO UNLP 2019

1. Denominación del Curso:

LA MADERA: DETERIORO Y NUEVAS TENDENCIAS SUSTENTABLES PARA LA MEJORA DE LA APTITUD DEL MATERIAL.

2. Docentes a cargo:

- Docente Coordinador por la UNLP:

Gabriel Darío Keil. M. Sc. en Ciencias de la Madera. Ing. Forestal. Profesor Titular Exclusiva (Xilotecnología). Profesor Adjunto Simple (Industrias de Transformación Mecánica). LIMAD. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

- Docente invitado de otra universidad argentina o extranjera:

Ana Clara Cobas. Doctora en Ciencias Agrarias y Forestales. Ayudante Diplomado semiexclusivo. Área Materiales y Estructuras, UNNOBA Becaria Posdoctoral del CONICET. UNNOBA. Sede Junín.

- Otros docentes colaboradores:

Alejandro Lucia. Ingeniero Forestal. M. Sc. en Control de Plagas y su Impacto Ambiental. Doctor en Ciencia y Tecnología, Mención Química. Investigador Adjunto (INEDES (CONICET-Universidad Nacional de Lujan). Docente Protección Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

Mónica Adriana Murace. Licenciada en Biología. JTP semi exclusiva (Protección Forestal). LIMAD. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

Eleana María Spavento. Doctora. Ing. Forestal. Profesora Adjunta Exclusiva (Industrias de Transformación Mecánica). JTP Simple (Xilotecnología) LIMAD. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

Natalia Raffaeli. PhD. Ing. Forestal. Profesora Adjunta Exclusiva (Industrias de Transformación Química). LIMAD. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

Mario Saparrat. Doctor en Biología. Profesor Adjunto Exclusiva (Microbiología Agrícola). Investigador Independiente CONICET (Infive), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

Carla Taraborelli. Ingeniera Forestal. Becaria CONICET. Ayudante Diplomada Simple (Xilotecología). LIMAD. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

3. Fundamentación:

Las diferentes especies forestales poseen características anatómicas que le son propias y que determinan una heterogeneidad en sus propiedades físico-mecánica-químicas y durabilidad natural, condicionando de este modo, su destino final. Dichas propiedades son importantes al momento de determinar la situación de uso de una madera para fines estructurales y no estructurales. Es por ello que las líneas de investigación maderera se encuentran en constante evolución, buscando alternativas para la elaboración de nuevos productos y/o la aplicación o desarrollo de nuevos procedimientos (técnicas, métodos) en pos de mejorar la materia prima disponible en el mercado, la cual proviene principalmente de montes cultivados con bajos turnos de corta y con características tecnológicas y de durabilidad natural que limita su utilización en determinadas categorías de riesgo.

Para ello, es necesario en primer término, conocer aquellas propiedades químicas, relacionadas con la degradación del material, los agentes deterioro, daños que ocasionan y formas de prevenirlos, las que constituyen estrategias o alternativas tendientes a mejorar el comportamiento de este material en servicio, no desatendiendo para ello, las cuestiones relacionadas con la protección del medioambiente, la población y el recurso forestal.

Asimismo, el creciente interés por el uso de materiales alternativos para la construcción, ha posicionado a la madera en un nicho relegado en Iberoamérica por cuestiones de idiosincrasia, pero con un futuro promisorio debido a aspectos tales como el mínimo consumo de energía para su producción, comparado con el acero y el hormigón, el importante papel en la retención de carbono en su estructura, aspecto ambiental altamente favorable si se compara con los materiales mencionados entre otras cuestiones energéticas, estéticas y de diseño. Tal es así que el Gobierno Argentino ha cerrado un acuerdo para que se construyan en madera el 10% de las viviendas sociales, buscando contribuir al déficit habitacional con un producto económico y sustentable,

propiciando consecuentemente a la generación de nuevos puestos de trabajo en la foresto industria local/regional.

En este aspecto, el curso que se propone plantea un enfoque interdisciplinario al contexto constructivo tradicional, centrando la atención en la madera como elemento medular. Es por ello que el equipo de docentes investigadores que se proponen para la organización y el dictado de este curso presentan una amplia trayectoria en investigaciones aplicadas referentes a este material en temáticas tales como: deterioro/durabilidad y preservación/embellecimiento (recubrimientos superficiales, impregnación profunda, termo tratamiento).

En base a lo expuesto, el objeto de este curso es transmitir e intercambiar con los estudiantes, las experiencias que se han ido desarrollando desde la FCAyF-UNLP (LIMAD) en conjunto con la UNNOBA, sede Junín el Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable, de la Universidad de Luján -CONICET, destacando por un lado las características del material madera y por otro lado, desarrollando los aspectos más innovadores en cuanto a las mejoras tecnológicas de dicho material y/o de las estrategias tecnológicas aplicadas para tal fin.

4. Objetivos:

- ✓ Desarrollar un marco teórico relacionado con los tipos y agentes de deterioro de la madera puesta en servicio y su evaluación a campo y en laboratorio.
- ✓ Describir las distintas estrategias de protección superficial de la madera y destacar su importancia desde el punto de vista estético y preventivo.
- ✓ Describir las nuevas tendencias en torno al incremento de la calidad y protección integral de la madera con base en el desarrollo de nuevos productos y técnicas de bajo compromiso ambiental.

5. Perfil del estudiante:

Destinado a profesionales de áreas públicas y privadas, con intervención en producción, construcción, investigación, extensión y docencia de grado y posgrado de las carreras de Arquitectura, Ingeniería Civil, Ingeniería en Construcción, Ingeniería de los Materiales, Ingeniería Industrial, Ingeniería Agronómica, Ingeniería Forestal, Diseño Industrial, Ciencias Biológicas y carreras afines.

6. Contenidos:

UNIDAD I: DETERIORO DE LA MADERA EN SERVICIO

Deterioro fúngico de la madera en servicio. Grupos ecofisiológicos de hongos de madera. Mohos, decoloraciones y pudriciones. Caracterización. Agentes responsables. Mecanismos de acción. Factores predisponentes. Daños que ocasionan. Pautas de manejo con énfasis en la prevención. Resistencia al deterioro-durabilidad. Factores determinantes. Concepto de durabilidad natural y adquirida. Formas de estimación con hincapié en el establecimiento de ensayos de laboratorio normalizados. Normativa nacional y extranjera (americana y europea) vigentes. Presentación de casos desarrollados por el grupo de trabajo. Insectos que afectan la madera en servicio: *Hylotrupes bajulus*, termitas y otros agentes de menor difusión.

UNIDAD II: INTEMPERISMO

Estructura anatómica de Coníferas y Latifoliadas. Naturaleza química de la madera: celulosa, hemicelulosa, lignina y extractivos. Espectro ultravioleta. Interacciones entre grupos químicos y longitudes de onda. Agentes de deterioro del intemperismo. Mecanismo de acción. Cambios Químicos. Aspectos físicos de degradación macro y microscópicos. Estimación de daños. Prevención del intemperismo.

UNIDAD III: PROTECCIÓN POR DISEÑO Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

Protección por diseño. Fundaciones: características constructivas, respiraderos. Semicubiertos y aleros. Aberturas: sellado, zinguería en alfeizar, contramarcos externos: formas de instalación para evacuación rápida del agua. Revestimientos exteriores: altura de inicio de revestimientos con madera, zócalos y diseños de molduras para repeler la permanencia de agua. Instalación de goterones. Conectores en base de columnas de madera. Techos: colocación de cumbreras, cenefas, canaletas y protecciones en encuentro de techos; sistemas de ático ventilado.

Tratamientos superficiales: Consideraciones generales; tipos de productos: esmaltes, lacas, lasures, productos de hidrolaqueado y plastificado de pisos interiores, productos hidrosolubles para decks. Nuevos desarrollos de productos protectores para uso exterior. Otras protecciones no convencionales: madera quemada con soplete. Métodos para evaluación de la permanencia y protección de la madera: instalación y evaluación de los ensayos en el tiempo. Casos de estudio realizados por el equipo de trabajo.

UNIDAD IV: PROTECCIÓN PROFUNDA DE LA MADERA: MÉTODOS TRADICIONALES DE IMPREGNACIÓN

Industria de preservación: situación actual. Métodos en autoclave. Bethell, Lowry y Rueping. Equipos. Productos tradicionales. Control de Calidad. Hoja de Carga. Norma IRAM 9600. Baño caliente frío, proceso, equipos y productos con aptitud para este método. Inmersiones instantánea y prolongada, procesos, equipos y productos. Uso de la madera impregnada. Aspectos ambientales en plantas de impregnación.

UNIDAD V: PROTECCIÓN INTEGRAL DE LA MADERA: NUEVOS MÉTODOS/ALTERNATIVAS SUSTENTABLES

Desarrollo de nuevos productos libres de Cromo y Arsénico. Productos de acción fungicida-ignífugo-endurecedores. Nano-preservantes: síntesis de productos de acción fungicida en madera. Alternativas más amigables con el medio ambiente: desarrollo de nuevos productos bajo los principios de la química verde. Modificación térmica de la madera (termotratamiento). Consideraciones generales: estudios en madera cultivada como alternativa de mejora de la durabilidad natural. Nanotecnología: breve reseña sobre proyectos en etapa incipiente de investigación. Emulsiones dispersables en agua conteniendo principios activos lipofílicos. El uso del Tebuconazole vehiculizado en micelas poliméricas: caracterización fisicoquímica del formulado y evaluación de su efectividad frente a la degradación fúngica. Casos de estudio realizados por el equipo de trabajo.

7. Modalidad:

Presencial

8. Metodología:

Estrategias de enseñanza-aprendizaje

Unidad I.

Actividades teórico prácticas con la apoyatura de: presentación power point, bibliografía digital e impresa, materiales de ensayos en laboratorio, instrumental para mediciones técnicas, estudios de caso.

Unidad II.

Actividades teórico prácticas con la apoyatura de: presentación power point, bibliografía digital e impresa, materiales de madera con distinto grado de intemperización, instrumental para mediciones técnicas, estudios de caso.

Unidad III.

Actividades teórico prácticas con la apoyatura de: presentación power point, bibliografía digital e impresa, materiales de madera con distintos tipos de recubrimientos, productos de mercado y en desarrollo, instrumental para mediciones técnicas, estudios de caso.

Unidad IV.

Actividades teórico prácticas con la apoyatura de: presentación power point, bibliografía digital e impresa; materiales de madera impregnada, investigaciones realizadas.

Unidad V.

Actividades teórico prácticas con la apoyatura de: presentación power point, bibliografía digital e impresa, materiales termotratados, investigaciones en desarrollo.

Cronograma de actividades y responsables.

Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00 a 10:30hr	Presentación del curso. Docentes y Participantes.	UNIDAD I. Perforadores marinos y bacterias. Cobas	UNIDAD III. Recubrimientos Taraborelli	UNIDAD IV. Preservación. Control de calidad Keil	UNIDAD V. Biopreservantes Raffaeli
BREAK					
10:45 a 12:00hr	UNIDAD I. Hongos. Saparrat- Murace	UNIDAD I. Insectos. Cobas- Spavento	UNIDAD III. Recubrimientos Taraborelli	UNIDAD IV. Preservación en Argentina. Keil	UNIDAD V. Biopreservantes Raffaeli
ALMUERZO					
12:30 a 13:30hr	UNIDAD I. Hongos. Saparrat- Murace	UNIDAD II. Intemperismo Taraborelli	UNIDAD III. Productos para deck Keil	UNIDAD V Productos fungicidas, ignífugos y endurecedores. Keil	UNIDAD V. Emulsiones dispersables. Lucía
BREAK					
13:45 a 15:00hr	UNIDAD I. Hongos. Saparrat- Murace	UNIDAD III. Protección por diseño Keil	UNIDAD IV. Preservación. Métodos, equipos, productos. Cobas	UNIDAD V. Termotratamiento. Spavento	Cierre del Curso. Evaluación.

9. Forma de evaluación y fecha límite de presentación:

Se evaluará a través de un informe individual a presentar dentro de los 30 días a partir de la finalización del dictado del curso, sobre un tema específico a investigar bibliográficamente, donde se incluyan aspectos desarrollados en las 5 unidades del curso.

10. Bibliografía:

Obligatoria

Anastas, P.; Eghbali, N. 2010. Green chemistry: principles and practice. *Chemical Society Reviews*, 39, 301-312.

Boonstra, M. 2008. A Two-stage Thermal Modification of Wood. Ph.D. 299 pp.

Carol A. 2010. Clausen Enhancing Durability of Wood-Based Composites with Nanotechnology. General Technical Report FPL–GTR–218.

Baysal, S. E.; Tomak, E. D.; Ozbeyc, M.; Altinc, E. (2013). Surface properties of impregnated and varnished Scots pine wood after accelerated weathering. *Coloration Technology* 130, 140–146. DOI: 10.1111/cote.12070.

Esteves, B.; Pereira, H. 2009. Wood modification by Heat treatment: a review. *BioResources* 4(1): 370-404.

García Estéban L., Guideo Casjasus A., Peraza Oramas, C.; Palacios de Palacios P. 2004. *La Madera y su Tecnología*. Ed. Mundi prensa. Fundación Conde Valle de Salazar. AITIM. Madrid. 253 pag.

Evans, P.; Chowdhury, M. J.; Mathews, B.; Schmalzl, K.; Ayer, S.; Kiguchi, M.; Kataoka, Y. (2005). Weathering and Surface Protection of Wood. *Handbook of Environmental Degradation of Materials*, Chapter 14. DOI: 10.1016/B978-081551500-5.50016-1. 21 pp.

Glass, S.; Zelinka, S. 2010. Moisture relations and physical properties of Wood. *Wood Handbook. Wood as an engineering material*. Chapter 4. 19 pp.

Ibáñez C.; Mantero C.; Bianchi M.; Kartal N. 2009. *Biodeterioro y preservantes para madera*. Hemisferio Sur. ISBN – 978-9974-0-0587-7.

Haug, E.; Raffaelli, N.; Romanelli, G.; Ruiz, D.; Saparrat, M. & Keil, G. D. 2016. Síntesis de Bajo Impacto Ambiental de un Preservante de Maderas a partir de la Química Verde. V Congreso Iberoamericano de Protección de la Madera. Colonia de Sacramento, Uruguay. 9 pp.

Jie Gao, Jong Sik Kim and Geoffrey Daniel. 2018. Effect of thermal modification on the micromorphology of decay of hardwoods and softwoods by the white rot fungus *Pycnoporus sanguineus* *Holzforschung* , 1-15.

Jong Sik Kim, Jie Gao, Geoffrey Daniel. 2015. Cytochemical and immunocytochemical characterization of wood decayed by the white rot fungus *Pycnoporus sanguineus* I. preferential lignin degradation prior to hemicelluloses in Norway spruce wood *International Biodeterioration & Biodegradation*, 105: 30-40

Keil, G; Spavento, E.; Muñoz, E.; Alegre, S.; Taraborelli, C., Refort, M. 2015. Construcción en madera: acción conjunta entre organismos estatales de educación/ extensión e investigación, una experiencia Argentina. *Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)*. Classificação Qualis 2014: B4 em Ciências Agrárias / B4 em Materiais. DOI: 10.12953/2177-6830/rcm.v6n2p112-121. <http://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/cienciadamadeira>.

Kretschmann, D. 2010. Mechanical Properties of Wood. *Wood Handbook*. Wood as an engineering material. Chapter 5. 45 pp.

Murguía, M. C. 2012. Desarrollo de nuevos productos para la preservación de maderas. Acta de III Congreso Iberoamericano de Protección de la Madera (CIPROMAD). Concepción, Chile. 10 pp.

Romanelli, G.; Pérez, M.; Ruiz, D.; Schneider, M.; Autino, J. 2013. La química verde como fuente de nuevos compuestos para el control de plagas agrícolas; UPTC; *Ciencia en desarrollo*; 4; 2; 12-; 83-91

Saparrat, M.; Balatti, P.; Arambarri, A.; Martínez, M.. 2014. *Corioloopsis rigida*, a potential model of white-rot fungi that produce extracellular laccases: A review. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 41: 607-617. DOI: 10.1007/s10295-014-1408-5.

Williams, S. 2005. Weathering of Wood. Capítulo de libro. *Handbook of wood chemistry and wood composites* / edited by Roger M. Rowell. Chapter 7. 50 p.

Zabel, R.; Morrell, J. 1992. *Wood microbiology. Decay and its prevention*. 1st ed. Academic Press Inc. 476 pp.

Complementaria

Batrakova, E.; Bronich, T.; Vetro, J.; Kabanov, A. 2006. Polymer micelles as drug carriers. In: Torchilin, V.P. (Ed.), *Nanoparticulates as Drug Carriers*. Imperial College Press, London, pp. 57-93.

Brischke, C.; Soetbeer, A.; Meyer-Veltrup, L. 2017. The minimum moisture threshold for wood decay by basidiomycetes revisited. A review and modified pile experiments with Norway spruce and European beech decayed by *Coniophora puteana* and *Trametes versicolor*. *Holzforschung* . DOI: 10.1515/hf-2017-0051

Flores-Velázquez, R.; Borja-de la Rosa, A.; Zamudio-Sánchez, F.; Fuentes-Salinas M.; González-Estrada E. (2001). Determinación a través de pruebas aceleradas, de la vida útil del acabado para exteriores en madera de pino y encino. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(1): 99-105. 7 p. }

Goodell, B.; Qian, Y.; Jellison, J. 2008. Fungal Decay of Wood: Soft Rot—Brown Rot—White Rot. Chapter 2, pp 9–31. Chapter DOI: 10.1021/bk-2008-0982.ch002. ACS Symposium Series, Vol. 982. ISBN13: 9780841239517eISBN:

9780841221208. Publication Date (Print): April 02, 2008. Copyright © 2008 American Chemical Society

Haug, Elizabeth. 2018. Síntesis de bajo impacto ambiental de un preservante de maderas a partir de la Química Verde y evaluación de su actividad antifúngica. Trabajo Final Integrador (tesis de grado) para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.

Keil, G.; Cámara, R.; Refort, M. 2017. Ensayos sobre recubrimientos en madera de pino ponderosa para uso exterior. Resultados preliminares. Proceso, Producto y Gestión de la Madera de Pino Ponderosa. Ed. INTA 2017. Bariloche, Río Negro, Argentina.

Libro digital PDF. Archivo digital descarga *on line*. ISBN 978-987-521-825-3. pp

29-32. Kim, J.; Kim, S.; Pinal, R.; Park, K. 2014. Hydrotropic polymer micelles as versatile vehicles for delivery of poorly water-soluble drugs. *Journal of Controlled Release*. Volume 152, Issue 1, 30 May 2011, Pages 13-20. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2011.02.014>.

Marcot, B. 2017. A Review of the Role of Fungi in Wood Decay of Forest

Ecosystems. Res. Note. PNW-RN-575. Portland, OR: U.S. Department of

Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 31 p. Publication

Series: Research Note (RN). Pacific Northwest Research Station