

Series:
Comunicaciones Técnicas
ISSN 1667-4014

COMUNICACIÓN TECNICA Nº 94
AREA FORESTAL
Ecología Forestal

Wood phenotyping tools: properties, functions
and quality

Reporte técnico final. Período que cubre este
reporte: desde el 01/04/2015 al 31/03/2019

Rozenberg, Philippe; Martinez Meier, Alejandro.

2020

■ **Ediciones**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Patagonia Norte
Estación Experimental Agropecuaria Bariloche. "Dr. Grenville Morris"
biblioteca@bariloche.inta.gov.ar



SA 23645, Proyecto H2020-MSCA-RISE-
2014-645654

Acrónimo: TOPWOOD

Título

Wood phenotyping tools: properties,
functions and quality

Reporte técnico final

Período que cubre este reporte: desde el
01/04/2015 al 31/03/2019

1. Resumen ejecutivo del proyecto	2
1.1 Justificación	3
1.2 Implementación metodológica del proyecto	3
1.3 Principales resultados.....	3
1.4 Interés Institucional.....	4
1.4.1 Generación de nuevos conocimientos y transferencia de tecnologías desarrolladas por INTA.	4
1.4.2 Formación a través de la investigación:	5
1.4.3 Obtención de financiamiento extra-presupuestario para INTA.....	5
1.4.4 Desarrollo e incremento de las capacidades institucionales	6
2. Explicación del trabajo realizado por cada uno de los beneficiarios (científicos, técnicos y estudiantes de doctorado y postdoctorado): contribución de cada uno a los objetivos del proyecto. .	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Explicación de la contribución a cada uno de los objetivos específicos.....	7
2.2.1 WP1 “Fenotipado de alto rendimiento de caracteres de calidad de la madera”. Responsable: A. Martínez Meier, INTA	7
2.2.2 WP2 Herramientas para la evaluación de caracteres de valor funcional en la madera. Responsable: G. Dalla Salda, INTA.....	10
2.2.3 WP3 Integración y análisis de base de datos de la madera. Responsable: V. Segura, INRAE	13
2.2.4 WP4 Coordinación, gestión, diseminación interna y externa. Responsable: P. Rozenberg INRAE	16
3. Consideraciones finales	19
3.1 Impacto del Proyecto TOPWOOD.....	19
3.1.1 Adquirir nuevas capacidades y compartir conocimiento entre su staff científico y técnico.....	19
3.1.2 Contribución al desarrollo y fortalecimiento de colaboraciones a largo plazo.....	20
3.1.3 Incremento de la capacidad de innovación, competitividad y crecimiento de empresas del sector, creación de nuevas oportunidades, beneficios para la sociedad en su conjunto.....	20
4 Lista de publicaciones.....	22
4.1 Edición Especial de Forest Ecology and Management, dedicado a la Conferencia Internacional “Adapting forests ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress”, 12-15 de marzo de 2019, San Carlos de Bariloche-Argentina.	22
4.2 Publicaciones en otras revistas internacionales.....	22
4.3 Publicaciones a congresos, participación en workshop, mesas redondas, seminarios (presenciales, virtuales) indicados por año y por autor (INTA).....	23

1. Resumen ejecutivo del proyecto

1.1 Justificación

Muchos aspectos de la ecología de bosques y la cadena de valor de la industria forestal se relacionan con propiedades de la madera. Estas propiedades se pueden optimizar mediante mejoramiento genético, operaciones silvícolas y por selección, clasificación y tratamientos de la madera después de la cosecha. Ciertos procesos de fabricación y producción se pueden ajustar si se conocen las propiedades de la madera. Herramientas de fenotipado de alto rendimiento son esenciales para estos procesos. Los laboratorios de las instituciones académicas participantes del INRAE-Francia, INTA-Argentina y BOKU-Austria, así como la empresa MADERA+-España, se encontraron abocados al estudio de las propiedades de la madera y al desarrollo de herramientas de laboratorio destinadas al muestreo no destructivo de árboles en pie, en aserradero y en laboratorio. Este grupo de trabajo centró sus esfuerzos en determinar propiedades de la madera, comparar procesos metodológicos, analizar datos complejos y elaborar protocolos de trabajo para el estudio conjunto de caracteres que se hallan involucrados en procesos de adaptación a factores de estrés ambiental y de calidad de madera a partir de un abordaje multidisciplinario.

1.2 Implementación metodológica del proyecto

El proyecto TOPWOOD (TOols for Phenotyping WOOD) construyó y consolidó un programa de intercambio de personas, tanto científicos como técnicos. La duración del proyecto fue de cuatro años, desde abril del año 2015 hasta abril del año 2019. Se organizó en cuatro grupos de trabajo (Work Package, WP): WP1 se dedicó a la medición de las propiedades básicas de la madera involucradas en la determinación de la calidad de los productos industriales (utilizando espectroscopía de infrarrojo cercano, microdensidad y ultrasonido). WP2 tuvo como objetivo estudiar y desarrollar dispositivos de medición para rasgos funcionales de la madera (conductividad hidráulica, vulnerabilidad a la cavitación) y la dinámica de la formación de la madera. Esto involucró el desarrollo de equipamientos de medición. WP3 contribuyó al análisis de grandes y complejas bases de datos generados por el marco del proyecto por las diferentes herramientas metodológicas usadas. Finalmente, WP4 se dedicó a la coordinación, gestión y difusión.

1.3 Principales resultados

El proyecto se construyó y financió (668.250 euros en total) sobre la base de 151 meses de movilidades de 38 personas de las cuatro Instituciones que conformaron el consorcio de trabajo. La duración promedio de las movilidades de los tres principales socios (INRAE, INTA y Madera+) fue superior a 3 meses.

Tabla 1. Participación de las instituciones y su personal.

Institución	Personas	Movilidades	Total de meses	Duración promedio
BOKU	1	1	1	1
INRA	16	17	54.59	3.2
INTA	18	23	75.1	3.3
MADERA+	3	6	20.07	3.5
Total	38	47	150.76	3.2

Fueron generados 32 productos (identificados a lo largo del presente informe con la letra P) consistentes en informes técnicos, reportes, publicaciones, jornadas de difusión y transferencia a la industria, y entrenamiento de RRHH.

El proyecto permitió: 1) Profesionalizar cuadros técnicos en el desarrollo e implementación de protocolos según estándares de calidad en el manejo de nuevos equipamientos, 2) Adquirir competencia sobre nuevos métodos de análisis de datos e integración de los resultados, 3) Desarrollar nuevos métodos y nuevas técnicas de evaluación de propiedades de la madera, 4) Difundir y transferir conocimientos al sector industrial y tomador de decisiones en el manejo de recursos forestales.

Se realizaron 6 jornadas de difusión, capacitación y entrenamiento para los integrantes del proyecto, 4 conferencias orientadas a la industria, directamente al sector privado (2 en Argentina, 1 en Francia y 1 en España), 3 reuniones de socialización de resultados entre los integrantes de los diferentes WPs, y una activa publicación de los resultados: desarrollos metodológicos de nuevos equipamientos, más de 20 trabajos de divulgación científica en revistas internacionales con referato, y más de 80 trabajos de divulgación técnica, presentaciones a congresos (nacionales e internacionales), jornadas de transferencia, sociabilización de la ciencia, participación en seminarios (presenciales y virtuales) y jornadas técnicas, entre otros.

1.4 Interés Institucional

1.4.1 Generación de nuevos conocimientos y transferencia de tecnologías desarrolladas por INTA.

Cuatro Unidades de INTA participaron en este proyecto: EEA Bariloche como Unidad responsable de la gestión y administración del proyecto, EEA Montecarlo, EEA Concordia y EEA Balcarce-AER Tandil. Hacia el final del proyecto se incorporó la EEA de Santiago del Estero. Se consolidaron las capacidades técnicas institucionales de estas Unidades, consistentes en estudio de las propiedades hidráulicas de la madera, tecnología de la madera, mejoramiento genético y dendroecología.

Profesionales de INTA EEA Bariloche (A. Martinez-Meier y G. Dalla-Salda) lideraron dos de los cuatro WPs del proyecto: WP1 “High throughput phenotyping of wood quality”, WP2 “Phenotyping tools for wood functional traits”, como así también actividades que cada uno de los WPs: 2.1 “Comparison of Cavitrone and single-sample Embolitron with non-automatized air-injection method” (G. Dalla-Salda), 2.2 “Definition and testing of a live (in-vivo) Embolitron...” (ME. Fernandez, CONICET - INTA EEA Balcarce-AER Tandil), 3.1 “Covariation of physical, chemical and mechanical properties within and across species” (A. Martinez Meier) and 3.2 “Correlation of wood basic properties and wood hydraulic functions within and across species” (J. Gyenge, CONICET - INTA EEA Balcarce-AER Tandil. INTA contribuyó de manera equitativa en todas las actividades, en los cuatro WPs.

El proyecto generó nuevos conocimientos en relación a las propiedades hidráulicas, físicas, y mecánicas. Estableció métodos de determinación rápida, precisa y a gran escala para el fenotipado de caracteres de la madera, analizó bases de datos complejas en función de los nuevos métodos tecnológicos que se implementaron, apostando a una transferencia inmediata dado esto por la participación en el proyecto de la empresa privada Madera+ y aquellas asociadas en Argentina quienes 1) participaron de las jornadas de difusión, 2) permitieron el acceso a material de ensayos silvícolas y genéticos, 3) como así también a los aserraderos que pusieron a disposición su infraestructura y material para la evaluación de los caracteres pertinentes.

El área de mayor “expertise”, la medición de caracteres funcionales de la madera, consolidó la puesta a punto del Embolitron y el Multi-Embolitron, equipamiento para la medición de la vulnerabilidad a la cavitación. Se definieron las especificaciones técnicas para el estudio de los procesos de cavitación in vivo. Se instalaron dendrómetros de punto desarrollados por INRAE y ajustados por personal de INTA que monitorean el crecimiento continuo de la dinámica de formación de la madera.

La EEA Bariloche había adquirido recientemente un equipo NIRS mediante el proyecto BID 2412/ OC-AR del Programa de Fortalecimiento del Sistema de Innovación Agropecuaria de INTA. La llegada de expertos internacionales en esta temática nos permitió acelerar la puesta en funcionamiento y generar nuevas capacidades institucionales para la fenotipificación de propiedades de la madera a gran escala. Esto permitiría repensar las estrategias de los programas de mejora genética de INTA, dado la posibilidad de realizar screening sobre caracteres funcionales y/o adaptativos de manera conjunta con los productivos y de calidad de material producido. A su vez, la identificación de genotipos mejor

adaptados al estrés ambiental, puede servir a la comprensión de procesos de adaptación al contexto de cambio climático.

Se generaron protocolos para la medición de las propiedades tecnológicas de la madera en árboles en pie. Esto contribuyó al desarrollo de modelos predictivos para caracteres tecnológicos de calidad de madera. Fue posible establecer a escala de región y de rodal, donde y en cuales árboles se encuentra la mejor madera según sus propiedades resistentes. A su vez, dentro de cada árbol, se estableció en que troza y porción de la misma esta se encuentra.

El acceso a equipamiento y plataformas tecnológicas permitió fenotipificar varias de nuestras especies. Se establecieron los criterios para la inclusión al reglamento argentino normativo de construcción en madera, de nuevas especies. Esto permitirá potenciar el desarrollo de capacidades técnicas para las empresas y oportunidades de nuevos negocios.

1.4.2 Formación a través de la investigación:

Los participantes del proyecto como así también el personal no-adscribio emprendieron capacitaciones técnicas y científicas mediante las movilidades. El programa para la transferencia de conocimiento se correspondió con el contenido científico generado en los diferentes WPs, y la participación de un número significativo de jóvenes investigadores, supervisados y entrenados directamente por investigadores formados y técnicos con más experiencia. Los investigadores del proyecto participaron en intercambios, emprendieron capacitaciones mediante la experimentación y aprendizaje de nuevas técnicas y métodos de determinación de las propiedades de la madera. Participaron del proyecto 18 personas en Argentina, esto es sin considerar el personal no-adscribio al proyecto (es decir, sin movilidad) como por ejemplo todo el staff administrativo como así también los profesionales que tuvieron participación a partir de la interacción con los profesionales extranjeros que visitaron las distintas Unidades de INTA. De las 18 personas, 3 son técnicos, 7 son profesionales de INTA, 2 son profesionales de CONICET con sede de trabajo en INTA. Seis eran doctorandos y/o postdoctorados (PICT, o pertenecientes a proyectos de colaboración internacional). 75,1 meses de movilidad de un total de 151 fueron ejecutados por INTA.

1.4.3 Obtención de financiamiento extra-presupuestario para INTA

INTA recibió por el proyecto TOPWOOD 308.423,72 euros, de los cuales 89.840,93 fueron ejecutados directamente por INRAE desde la fecha de inicio del proyecto, abril de 2015 hasta setiembre de 2016¹. Posterior a setiembre de 2016, el dinero fue administrado en Argentina por INTA a partir de las transferencias internacionales realizadas por INRAE: primera transferencia de 67mil euros el 23/12/2016, segunda transferencia de 117.583,29 euros el 15/02/2018 y tercera transferencia de 8 mil euros el 14/12/2018. El financiamiento recibido permitió incrementar las capacidades institucionales operativas, la capacitación de RRHH, particularmente de jóvenes investigadores, doctorandos y personal de apoyo técnico. El dinero fue destinado principalmente a: 1) el pago de las los pasajes aéreos y las movilidades de los profesionales (investigadores y técnicos) según lo estipulado en el punto 7.4.3 (Financial support to secondments) del Partnership Agreement, firmado el 14 de noviembre de 2016. 2) gastos operativos (insumos, viáticos y combustibles) para las actividades de campo en el marco de las actividades y productos en los cuales INTA se comprometió a ejecutar 3) gastos de reuniones del proyecto y formación de RRHH y 4) la adquisición de equipamiento menor.

Tabla 2 Resumen de las transferencias, su conversión a pesos argentinos según cotización compra del euro en Argentina, monto transferido y recibido (euros), dinero acreditado en la cuenta de INTA (pesos).

¹ En setiembre de 2016 se firma el acta "Partnership Agreement", el cual establece los acuerdos que habilitan el DEC (la transferencia de dinero desde el extranjero hacia la cuenta internacional de INTA). Hasta dicha fecha, las movilidades de los agentes de INTA era pagado directamente en Francia por el INRAE.

Fecha	Cotización del euro (compra)	Euros transferidos	Euros recibidos	Pesos acreditados en cuenta de INTA
23/12/2016	16,5	67.000	66.772,18	1.101.740,92
15/02/2018	24,8	117.583,29	116.871,78	2.898.420,21
14/12/2018	43,2	8.000	7.714,63	333.272,04

1.4.4 Desarrollo e incremento de las capacidades institucionales

El inicio del proyecto fue coincidente con la llegada de un nuevo coordinador nacional al Programa Nacional Forestal de INTA. En este sentido, se tuvo presente que TOPWOOD se alinea y fortaleciera la propuesta de la nueva coordinación. Los participantes del proyecto desarrollaron actividades en diferentes regiones y proyectos de la cartera de proyectos específicos de INTA. TOPWOOD permitió una activa interacción con la contraparte europea en los ámbitos de cada una de las Unidades participantes. Ejemplo de esta interacción: Madera+ evaluó propiedades de la madera en árboles en pie en Misiones y Patagonia, referentes en ecofisiología del INRAE (Clermont-Ferrand y Avignon), evaluando caracteres de resistencia a la cavitación en eucaliptus (región pampeana) y ciprés de la cordillera (Patagonia), usando técnicas de evaluación similares, según protocolos de trabajo en común. Esta interacción permitió generar el abordaje multidisciplinario, no solo en el marco de TOPWOOD, sino también en lo que hace a la estructura de proyectos INTA.

La participación de cuatro Unidades EEA, con fuerte arraigo dentro de la estructura del Programa Nacional Forestal, fortaleció la formación de redes de trabajo con fuerte impronta en los territorios. Un esfuerzo mayor debe aún realizarse para la implementación de plataformas tecnológicas a nivel del Programa Forestal. Esto permitiría optimizar el uso de los recursos, tanto financieros como patrimoniales e incrementar la interacción. En lo que respecta a los profesionales ya formados, permitió posicionarlos como referentes nacionales en las temáticas del proyecto. De manera no menos relevante, el proyecto permitió la posibilidad de formación a los cuadros técnicos en el desarrollo y adquisición de nuevas habilidades e incrementar las ya adquiridas, a partir del manejo de nuevo y más moderno equipamiento, los cuales, algunos de ellos, se esperaba estuviesen adquiridos a partir de la ejecución de los Proyectos BID 2412/ OC-AR del Programa de Fortalecimiento del Sistema de Innovación Agropecuaria de INTA y el préstamo BID 2853/OC-AR del Programa de Sustentabilidad y Competitividad del Sector Forestal.

Finalmente cabe destacar que la línea de acción en investigación, desarrollo y transferencia de tecnología se articuló con las líneas de priorización definidas en la Mesa de “Implantación, Producción y Procesamiento de Recursos Forestales” en el marco del programa ARGENTINA INNOVADORA 2020, del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

2. Explicación del trabajo realizado por cada uno de los beneficiarios (científicos, técnicos y estudiantes de doctorado y postdoctorado): contribución de cada uno a los objetivos del proyecto.

2.1 Objetivo general

TOPWOOD fue un proyecto que contribuyó al estudio y la mejora de los bosques, la producción forestal y la calidad de la madera. Los objetivos específicos fueron probar y desarrollar herramientas de análisis y medición de medio-alto rendimiento para la fenotipificación de propiedades de la madera, en laboratorio y en el campo. Los participantes utilizaron las herramientas de fenotipo y los métodos de análisis desarrollados y mejorados en TOPWOOD, para investigar el determinismo genético y ambiental de las propiedades de la madera involucradas en procesos adaptativos de los bosques a las limitaciones abióticas, principalmente por sequía, así como en la producción y la calidad de la madera para las industrias forestales y madereras.

2.2 Explicación de la contribución a cada uno de los objetivos específicos

Todos los productos mencionados a continuación, generados por el intercambio entre profesionales y técnicos responden a las actividades y sub-actividades en que el proyecto fue organizado. Estos productos se encuentran disponibles en el repositorio digital de la base de datos de los proyectos de la Unión Europea (<https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/home>).

2.2.1 WP1 “Fenotipado de alto rendimiento de caracteres de calidad de la madera”.

Responsable: A. Martinez Meier, INTA

- Actividad 1.1 *NIRS (calibración, NIRS portable, microNIRS)*. Responsable: J.P. Charpentier, INRAE.

-- Subactividad 1.1.1 *Desarrollo de calibraciones NIRS para perfiles de microdensidad, vulnerabilidad a la cavitación y métodos ultrasónicos*. Responsable: J.P. Charpentier, INRAE.

Las movilidades que fueron involucradas en esta actividad (E. Merlo, Madera+; J. Barotto, becario Doctoral de PICT INTA EEA Balcarce-AER Tandil; AS. Sergent, becaria Post-Doctoral CONICET con sede de trabajo en INTA EEA Bariloche; A. Quiñones-Martorello, becaria Doctoral PICT EEA Balcarce-AER Tandil) recolectaron muestras de madera (muestreo no destructivo de árboles en pie, mediante el uso de barrenos forestales para la obtención de tarugos de 5 mm de diámetro) en España y Argentina. Estas muestras fueron llevadas al INRAE Val de Loire-Orléans-Francia, donde se obtuvieron perfiles de microdensidad. Los profesionales fueron entrenados en el uso del equipo NIRS y software para la adquisición de espectros NIRS (adquisición y procesamiento) y adquisición de perfiles de microdensidad mediante la técnica de rayos X. Tuvieron acceso a la plataforma de fenotipado “Phenobois”, generaron las correspondientes bases de datos y eventualmente llegaron hasta el desarrollo de modelos de calibración. En algunos casos, como fue la movilidad de AS Sergent, se complementó con movilidades en dirección Francia-Argentina. Estas movilidades (J. Almeida, JP Charpentier y V. Segura, todos del INRAE Val de Loire-Orléans) contribuyeron a la recolección de muestras (en este caso ramas de ciprés de la cordillera) para la adquisición de los valores de referencia (medición directa) de la vulnerabilidad a la cavitación y de espectros NIRS en la EEA Bariloche.

- Productos asociados

P1. Calibraciones NIRS para variables de microdensidad en eucaliptus, pino ponderosa y ciprés de la cordillera. Responsable: J.P. Charpentier, INRAE

P2. Calibraciones NIRS para la vulnerabilidad a la cavitación en eucaliptus globulus y viminalis, ciprés de la cordillera y pino oregon. Responsable: M.E. Fernandez, CONICET - EEA Balcarce-AER Tandil

-- Subactividad 1.1.2 *Test NIRS portable*. Responsable: E. Merlo, Madera+.

INRAE adquirió dos equipos (modelos diferentes) de NIRS portables con financiamiento extrapresupuestario de proyectos de investigación franceses. Movilidades desde España a la Argentina y viceversa, con la asistencia en algunos casos de movilidades francesas del INRAE Val de Loire-Orléans hacia España principalmente (E. Merlo, Madera+, G. Caballe e I. Bertoldi, INTA EEA Bariloche y JP Charpentier) testearon ambos equipos en árboles en pie, primero en Francia, con la asistencia de los investigadores franceses, luego en España y en Argentina. Los datos (espectros NIRS recolectados a campo) fueron comparados con información proveniente de equipos NIRS de laboratorio, adquiridos en los mismos árboles.

- Producto asociado

P3. NIRS portable: comparación de NIRS portatil y laboratorio en eucalyptus globulus, populous nigra, pinos sp. (híbridos), araucaria angustifolia y pino ponderosa. Responsable: E. Merlo, Madera+

-- Subactividad 1.1.3 *Test microNIRS*. Responsable: V. Segura, INRAE

Movilidades de Argentina (AJ. Barotto, AS. Sergent, y A. Quiñones-Martorello) fueron entrenados en el uso de microNIRS en Francia sobre muestras de madera (material francés y argentino). La variación de la señal de microNIRS fue estudiada.

- Actividad 1.2 *Microdensidad: comparación entre métodos según la técnica de rayos X y HF (High Frequency) para la obtención de perfiles de microdensidad*. Responsable: P. Rozenberg, INRAE

Las movilidades involucradas en esta actividad (I. Bertoldi y G. Caballe, P. Alarcon, becaria Doctoral PICT – INTA EEA Concordia y F. Coronel, becaria Doctoral PICT con sede de trabajo en la UNSE) adquirieron entrenamiento en la obtención de perfiles de microdensidad mediante el uso de la técnica de rayos X y HF. Se adquirieron perfiles de microdensidad mediante ambas técnicas en muestras recolectadas en Argentina, España y Francia. I. Bertoldi adquirió competencias para la evaluación de propiedades básicas de la madera mediante el empleo de ambas técnicas de alto capacidad de fenotipado. Transfirió la puesta a punto de la LIGNOSTATION® a los profesionales y estudiantes de doctorado en el INRAE Val de Loire-Orléans.

- Producto asociado

P4. Adquisición de perfiles de microdensidad mediante la técnica de rayos X y HF en ciprés de la cordillera, eucaliptus, pino ponderosa y pino oregon. Responsable: A. Martinez Meier, INTA

- Actividad 1.3 *Test y validación de métodos ultrasónicos*. Responsable: E. Merlo, Madera+

Dos equipos sónicos que determinan la velocidad de propagación de una onda de sonido a lo largo de un fuste se hallaban disponibles en TOPWOOD (uno en España y otro en Argentina). Su performance fue testeada a partir de muestreos realizados en Francia, España y Argentina. Las personas involucradas en las movilidades (H. Fassola, A. Winck, D. Aquino, INTA EEA Montecarlo, G. Caballé y E. Merlo y O. Santaclara, Madera+) compartieron experiencias y recibieron entrenamiento en su uso. Datos recolectados sobre mismos árboles fueron comparados entre sí (ST 300 y Treasonic), lo mismo que ensayos de calibraciones con otras variables de calidad de madera como la microdensidad.

- Producto asociado

P5. Adquisición de datos ultrasónicos en pino radiata, pino híbrido, pino taeda, y pino ponderosa, araucaria angustifolia y eucaliptus globulus (aproximadamente 2000 árboles fenotipados). Responsable: E. Merlo, Madera+

Tres cursos de entrenamiento fueron organizados en el WP1. Uno de ellos se repitió en dos lugares distintos de Argentina.

- Productos asociados

P6. Training session: Calibración NIRS en práctica. Responsable: JP. Charpentier, INRAE

P7. Training session: Microdensidad de rayos X en práctica: desde la colección de muestras hasta la adquisición de perfiles de microdensidad con Windendro®. Responsable: F. Millier, INRAE

P8. Training session: Métodos no-destructivos para la evaluación de la calidad de la madera en árboles en pie: evaluación de técnicas ultrasónicas. (Tandil y Montecarlo, Argentina). Responsable: E. Merlo, Madera+

Tabla 3 Movilidades del WP1. Varios investigadores y/o técnicos también contribuyeron a las actividades en el marco de otro WP. Se indican aquí con una cruz (x) en la columna correspondiente.

Nombre	Institución de pertenencia	Institución huésped	Duración (meses)	Contribución a otros WPs
Pamela Alarcón	INTA	INRAE	2.37	
Inés Bertoldi	INTA	INRAE	7.33	X
Inés Bertoldi	INTA	Madera+	1.67	
Gonzalo Caballé	INTA	Madera+	12	X
Gonzalo Caballé	INTA	INRAE	2.23	
Jean-Paul Charpentier	INRAE	INTA	3.63	X
Jean-Paul Charpentier	INRAE	Madera+	1.33	X
Fany Coronel	INTA	INRAE	1.47	
Hugo Fassola	INTA	Madera+	1.13	X
Alejandro Martinez-Meier	INTA	INRAE	4.67	X
Frédéric Millier	INRAE	INTA	1.27	
Oscar Santaclara	Madera+	INTA	8.6	X
Ángela Winck	INTA	Madera+	1	X

Nota: Cuando los nombres de las personas responsables de las movilidades se repiten, indica que se realizaron más de una movilidad (desplazamientos desde la institución de pertenencia hacia la Institución huésped)

WP1 contribuyó a hacer del Consorcio TOPWOOD, un grupo internacional líder en el campo del fenotipado de alto rendimiento de las propiedades de la madera. Desarrollamos varios modelos NIRS en diferentes especies, para las propiedades mecánicas, la densidad y la vulnerabilidad a la cavitación (esta última en colaboración con el WP2). Los valores de referencia a ser calibrados fueron obtenidos en Argentina, los datos de espectros NIRS fueron recopilados en dos laboratorios (INRAE e INTA, P1 y P2). La disponibilidad de NIRS portable en el marco de las actividades del proyecto, también permitió la recopilación de datos en una gran variedad de especies y ambientes, con espectros tomados en Argentina, Francia y España (P3). El análisis y publicación de toda la información recopilada es parcial, algunos casos están en curso de realización. Resultados preliminares confirman el gran potencial de la técnica NIRS para la evaluación rápida y confiable de muchas propiedades básicas de la madera, tanto en coníferas (pino ponderosa, pino oregon, ciprés de la cordillera, pino radiata, pino taeda, pino híbrido - pino elliotii x pino caribaea var hondurensis- y araucaria angustifolia), como así también en latifoliadas (eucaliptus sp. y populus sp, entre otras). Esto incluye un abanico de especies de interés económico, creciendo en una gran diversidad de ambientes: desde climas templados a subtropical. Fue a su vez una buena oportunidad para conocer los pros y los contras del método NIRS, mejorar los protocolos y señalar las precauciones esenciales que garantizan la calidad de los datos.

La comparación de los perfiles de microdensidad obtenidos mediante la técnica de rayos X y HF demostró que el punto clave era la preparación de la superficie de las muestras. La técnica de microdensidad de HF demuestra ser una alternativa útil a la microdensidad de rayos X para muestras con ángulos de grano alto y/o anillos muy estrechos (P4).

El trabajo realizado en torno al estudio de los métodos ultrasónicos para la medición de propiedades resistentes de la madera en árboles en pie es otro gran éxito de este WP. El método estableció que era posible capturar propiedades mecánicas de la madera en árboles en pie, y que estos datos podrían

usarse en modelos para mejorar la rentabilidad de la producción forestal (P5, asociado a su vez con los productos correspondientes al desarrollo de modelos de predicción desarrollados en WP3). Finalmente, dentro de las acciones relevantes en este WP, la gran mayoría de métodos y técnicas de fenotipado de caracteres de la madera como son NIRS, microdensidad y ultrasónicos fueron transferidos en tres cursos cortos de capacitación (P6, P7 y P8). En cada uno de ellos, entre 20 a 30 personas (tantos participantes TOPWOOD, como así también de otras Instituciones y Universidades) recibieron capacitación sobre aspectos teóricos y prácticos de estos métodos.

2.2.2 WP2 Herramientas para la evaluación de caracteres de valor funcional en la madera.

Responsable: G. Dalla Salda, INTA

- Actividad 2.1 *Comparación metodológica entre las versiones automatizadas, Cavitron y Embolitron vs la no-automatizada de inyección de aire para la determinación de la resistencia a la cavitación.*

Responsable: G. Dalla-Salda, INTA

-- Subactividad 2.1.1 *Prototipo Embolitron de muestra única.* Responsable: G. Dalla-Salda, INTA

Personal técnico del INRAE Val del Loire-Orléans (J. Almeida) fue entrenado para la medición de la resistencia a la cavitación y otros caracteres hidráulicos en Bariloche (INTA EEA Bariloche). Se utilizó material proveniente de ensayos genéticos de Argentina. Las mediciones se realizaron con el primer prototipo del Embolitron desarrollado previo al montaje del proyecto TOPWOOD, durante estancias cortas de G. Dalla-Salda en el INRAE Val de Loire. En Francia, movilidades realizadas por personal argentino (G. Dalla-Salda, INTA EEA Bariloche y AS. Sergent) supervisaron los avances del nuevo prototipo multi-muestras del Embolitron, construido en el marco de un proyecto francés de la Región Centre EMPIR, entrenando personal francés en la medición y obtención de curvas de resistencia a la cavitación. Muestras provenientes de los mismos árboles fueron usadas para evaluar mediante la técnica de inyección de aire no-automatizada y las versiones automatizadas (Embolitron y Cavitron) en el INRAE. Las mediciones realizadas con el Cavitron fueron llevadas a cabo en el INRAE Clermont-Ferrand y Bordeaux. Movilidades francesas contribuyeron también a la realización de curvas de resistencia a la cavitación con nuevas técnicas de medición (N. Martin, N. Mariotte, D. Gounelle, F. Courdier, todos pertenecientes al INRAE Avignon, y H. Cochard, INRAE-Clermont-Ferrand). Los resultados fueron comparados.

- Productos asociados

P9. Mediciones de vulnerabilidad a la cavitación mediante la técnica automatizada de inyección de aire Embolitron en ciprés de la cordillera. Responsable: G. Dalla-Salda, INTA

P10. Mediciones de vulnerabilidad a la cavitación mediante la técnica automatizada de inyección de aire: comparación de curvas de vulnerabilidad a la cavitación del Cavitron y Embolitron sobre muestras de pino oregon. Responsable: P. Rozenberg, INRAE

-- Subactividad 2.1.2 *Método de inyección de aire.* Responsable: S. Rosner, BOKU

Desplazamientos desde Argentina hacia Austria (G. Dalla-Salda y A. Martinez-Meier), junto con el equipo Embolitron (primer prototipo) fueron realizadas para realizar mediciones conjuntas con el equipo automatizado y la técnica de inyección de aire sin automatizar en picea abies y acer campestre. Se realizaron al mismo tiempo mediciones sobre las mismas muestras, expuestas a presión positiva de aire en su interior, mediante técnicas de mediciones acústicas (E. Merlo). Todo este material está siendo analizado. Junto a datos existentes y recolectados en el marco de diferentes proyectos nacionales (PICTs en Argentina), se conformó una base de datos con especies complementarias: pino oregon, nothofagus pumilio y ciprés de la cordillera. Estos análisis serán presentados en un manuscrito donde se demuestra que la performance de las mediciones obtenidas mediante la automatización de la técnica de inyección de aire en comparación con el método tradicional no-automatizado son similares.

- Producto asociado

P11. Mediciones de la vulnerabilidad a la cavitación con el método convencional de inyección de aire en picea abies. Responsable: S. Rosner, BOKU

- Actividad 2.2 *Mediciones en vivo (in vivo) de los embolismos inducidos de cavitación y recuperación de la conductividad en los árboles: definición y testeo.* Responsable: (ME. Fernández, CONICET – INTA EEA Balcarce – AER Tandil

Investigadores franceses experimentados en el desarrollo de soluciones técnicas para la evaluación de propiedades hidráulicas en la madera (T. Barigah y T. Ameglio, INRAE-Clermont Ferrand) trabajaron en conjunto con el equipo de ecofisiología forestal en la AER Tandil en las especificaciones técnicas de la propuesta de innovación para el desarrollo del Embolitron en vivo. A su vez, el equipo argentino desarrollo mediciones de vulnerabilidad a la cavitación mediante el método neumático en España (MF. Fernandez y J. Gyenge, CONICET – INTA EEA Balcarce AER Tandil, A. Quiñones Martorello).

- Producto asociado

P12. Desarrollo y especificaciones técnicas para la construcción de un Embolitron capaz de detectar riesgos asociados a la cavitación en vivo. Responsable: M.E. Fernandez, CONICET-INTA

- Actividad 2.3 *Desarrollo y test de un dendrómetro automático de punto “low-cost” para la medición de la dinámica de formación de la madera.* Responsable: L. Pâques, INRAE

Un dendrómetro automático de punto fue desarrollado por el INRAE Val de Loire-Orléans. Varias copias fueron construidas, algunas de ellas transportadas a la Argentina, instaladas y monitoreadas en un principio por personal técnico francés en INTA EEA Montecarlo (L. Pâques y L. Pasquier, INRAE-Val de Loire, Orléans). Comparación de su performance (calidad de registros, variabilidad y confiabilidad de mediciones) fue realizada con dendrómetros de punto comerciales instalados en los mismos árboles. Movilidades desde Argentina (ME. Gauchat, I. Figueredo y S. Nuñez, INTA EEA Montecarlo) recolectaron y llevaron hacia Francia microtarugos en aquellos árboles donde se instalaron los dendrómetros. Se obtuvieron perfiles de microdensidad, los cuales fueron luego convertidos en perfiles dinámicos de microdensidad.

- Productos asociados

P13. Construcción de un prototipo low-cost de dendrómetro de punto. Responsable: L. Pâques, INRAE.

P14. Instalación de 45 dendrómetros de punto en pino híbrido en Argentina. Responsable: ME. Gauchat, INTA.

P15. Producción de curvas de crecimiento radial en pino híbrido en Argentina y larix decidua en Francia a lo largo de dos estaciones de crecimiento y sus correspondientes perfiles de microdensidad. Responsables: L. Pâques y ME. Gauchat, INRAE e INTA, respectivamente.

Dos cursos de capacitación fueron organizados en el WP2.

- Productos asociados

P16. Training session: Bases biológicas y técnicas de medición de la vulnerabilidad a la cavitación. Responsable: S. Rosner, BOKU.

P17. Training session: Implementación de la información obtenida a partir de los dendrómetros automáticos para la realización de perfiles dinámicos de densidad de la madera. Responsables: L. Pâques y ME. Gauchat, INRAE e INTA

Tabla 4 Movilidades del WP2. Varios investigadores y/o técnicos también contribuyeron a las actividades en el marco de otro WP. Se indican aquí con una cruz (x) en la columna correspondiente.

Nombre	Institución de pertenencia	Institución huésped	Duración (meses)	Contribución a otros WPs
--------	----------------------------	---------------------	------------------	--------------------------

José Almeida	INRAE	INTA	2.97	
Thierry Ameglio	INRAE	INTA	1.3	
Tête Barigah	INRAE	INTA	11.97	
Antonio José Barotto	INTA	INRAE	3	
Thibaud Chauvin	INRAE	INTA	1.23	
Hervé Cochard	INRAE	INTA	1.07	
Florence Courdier	INRAE	INTA	2.17	X
Guillermina Dalla-Salda	INTA	BOKU	4	
Guillermina Dalla-Salda	INTA	INRAE	2.3	X
Maria-Elena Fernández	INTA	INRAE	1.1	X
Maria-Elena Fernández	INTA	Madera+	1.1	X
Iris Figueredo	INTA	INRAE	4.53	
Maria Elena Gauchat	INTA	INRAE	1.1	
Damien Gounelle	INRAE	INTA	3.03	
Javier Gyenge	INTA	Madera+	1.1	X
Ludovic Pasquier	INRAE	INTA	3.1	
Nicolas Mariotte	INRAE	INTA	5.47	X
Nicolas Martin	INRAE	INTA	7.77	
Esther Merlo	Madera+	BOKU	1.3	X
Sabrina Nuñez	INTA	INRAE	5.03	
Luc Paques	INRAE	INTA	1.07	
Annabel Porté	INRAE	INTA	2.4	X
Adriana Quiñones	INTA	INRAE	3.67	
Cyrille Rathgeber	INRAE	INTA	1.07	X
Sabine Rosner	BOKU	INTA	1.07	X
Anne-Sophie Sergent	INTA	INRAE	8	X

Nota: Cuando los nombres de las personas responsables de las movilidades se repiten, indica que se realizaron más de una movilidad (desplazamientos desde la institución de pertenencia hacia la Institución huésped)

El desarrollo y puesta a prueba, su testeo mediante comparación, de los métodos de medición de la vulnerabilidad a la cavitación en árboles forestales, fue una actividad central de WP2. Se utilizaron y probaron cinco métodos diferentes en cinco laboratorios participantes del proyecto (Argentina -dos laboratorios: Tandil y Bariloche-, Austria, España y Francia). Estos métodos se basan en principios físicos y propuestas metodológicas diferentes, algunas de ellas probadas por primera vez en el marco de las actividades de TOPWOOD. El Embolitron, un dispositivo originalmente desarrollado en colaboración entre INTA e INRAE, se probó en sus dos versiones (“single y multi-sample”), en Argentina (P9) y en Francia (P10). En este último caso, se comparó su performance con un método automático ya testado, el Cavitron (P10). Los participantes austriacos y argentinos estudiaron y refinaron el método convencional de inyección de aire (P11), experimentando con métodos sónicos como innovación metodológica.

La medición de la vulnerabilidad a la cavitación en árboles en pie continúa siendo un gran desafío. Los resultados alcanzados en el marco de TOPWOOD son alentadores, sin embargo, asumimos que debemos continuar trabajando en fase experimental para llegar a resultados confiables y reproducibles (P12).

Un punto relevante que generó la fase de experimentación y medición directa de la vulnerabilidad a la cavitación fue la conexión que se generó producto de utilizar todos estos datos y bases de datos generadas por las diferentes movilidades y grupos de trabajo para el desarrollo de las calibraciones NIRS en el WP1 para la vulnerabilidad a la cavitación. Resultados prometedores han sido logrados en especies como el ciprés de la cordillera, el pino oregon, álamos y eucaliptus. Los resultados están siendo publicados (ver lista de trabajos científicos al final del presente informe)

TOPWOOD contribuyó significativamente a apuntalar una red de trabajo internacional más amplia “Dynawood” centrada en el ensayo y prueba de dendrómetros de punto automáticos hechos en casa

o de bajo costo “homemade – low cost” (sitios de prueba en Suiza, Canadá y México además de Argentina y Francia). Los resultados mostraron que los dendrómetros “low-cost” pudieron capturar la información relevante casi tan eficientemente como los dendrómetros comerciales con los cuales han sido comparados. Se describe la construcción del dendrómetro de punto (P13), como así también el ensayo establecido entre las contrapartes argentinas y francesas en el marco de este proyecto (P14). Los resultados comparativos de la información recolectada por los dendrómetros de punto vs dendrómetros comerciales (P15), demuestran por un lado una performance promisorio aceptable. El proyecto fue aún más allá, siendo que los resultados se encuentran aún en proceso de análisis, dado que se pretende asociar la información recolectada por los dendrómetros (curvas de variación inter e intra-anual de crecimiento) con perfiles de microdensidad para la estimación de la respuesta individual (plasticidad fenotípica) de los árboles a la variación climática. Tales resultados demostraron el potencial del método para el estudio de la adaptación de los árboles al clima, una pregunta clave en el contexto del cambio global.

Las capacitaciones realizadas sobre los métodos para la determinación de la vulnerabilidad a la cavitación y el desarrollo y aplicabilidad de la información recolectada a partir de dendrómetros automáticos de puntos, demostró un gran interés dentro del ámbito académico (P16 y P17). En el primer caso, se tuvo que limitar la cantidad de asistentes al curso, en el segundo la formación fue transmitida en vivo mediante los canales de comunicación digital de INTA.

WP2 tuvo a su vez la capacidad de, a partir de la estructura de ensayos y resultados obtenidos, atraer el interés de referentes temáticos, nuevos participantes de renombre en los campos de la ecofisiología forestal (N. Martin y H. Cochard del INRAE Avignon y Clermont-Ferrand, respectivamente) como así también en el campo de la dendroecología (T. Ameglio y C. Rathgeber del INRAE Clermont-Ferrand y Nancy, respectivamente). Estas nuevas colaboraciones, no solo contribuyeron a TOPWOOD, sino que también abrieron nuevas perspectivas de colaboración que se materializarán en nuevos proyectos de investigación colaborativa presentados a convocatorias nacionales e internacionales.

2.2.3 WP3 Integración y análisis de base de datos de la madera. Responsable: V. Segura, INRAE

- Actividad 3.1 *Estructuración de la variación y co-variación de datos complejos de caracteres de la madera entre y dentro de especies*. Responsable: A. Martinez-Meier, INTA

Los espectros NIRS y los perfiles de microdensidad son base de datos complejos que contienen mucha información en relación a la que puede ser manejada por métodos estadísticos convencionales y/o en cuanto a la capacidad de procesamiento de datos por parte de los servidores informáticos. Movilidades entre Argentina y Francia (A. Martinez-Meier, AS. Sergent, V. Segura y P. Rozenberg, INRAE Val de Loire-Orléans, C. Rathgeber, F. Coronel, y P. Alarcón) se abocaron a esta problemática, que incluyó además datos provenientes de NIRS portable y evaluaciones de árboles en pie mediante métodos sónicos (E. Merlo y M. Piñeiro-García, Madera+).

- Producto asociado

P18. Manuscrito de artículo en revista científica “Mining variation in complex wood data”. Responsable: A. Martinez-Meier, INTA-Argentina

- Actividad 3.2 *Correlación entre propiedades estructurales e hidráulicas de la madera a nivel inter e intra-específico*. Responsable: J. Gyenge, CONICET – INTA EEA Balcarce-Of. Tandil.

Algunos resultados ya publicados sugieren que la relación entre las propiedades anatómicas, físicas e hidráulicas de la madera son complejas, variables y, en ciertos casos, difíciles de ser explicadas de manera causales. Se trabajó en el análisis de bases de datos que incluyen todas esas propiedades con la intención de descubrir cómo se asocian y si hay relaciones de causa entre las mismas. Participantes del proyecto accedieron a las bases de datos generadas por movilidades, principalmente de estudiantes de grado y postgrado para desarrollar aproximaciones de estudio a casos puntuales. El análisis de esta información está siendo procesada. Debe ser aun analizada y discutidos sus resultados

a partir de la integración de toda la información generada. Las movilidades que fueron parte de esta actividad (AJ. Barotto, P. Alarcon, F. Coronel, T. Chauvin, becario Doctoral INRAE Val de Loire-Orléans, C. Rathgeber, y A. Porté, INRAE Bordeaux) generaron datos al mismo tiempo que contribuyeron al análisis de datos de manera parcial.

- Producto asociado

P19. Manuscrito de artículo en revista científica "Covariation of wood hydraulic functions and wood basic properties". Responsable: J. Gyenge, CONICET – INTA EEA Balcarce – Of. Tandil

- Actividad 3.3 *Capacitación en métodos estadísticos para el análisis complejo de datos de madera.* Responsable: P. Rozenberg, INRAE.

-- Subactividad 3.3.1 *Análisis triádico parcial.* Responsable: J. P. Rossi y M. Ruiz-Díaz, INRAE Avignon y UNaM, respectivamente

El análisis triádico parcial (Partial Triadic Analysis, PTA) ensayado por primera vez para el análisis de perfiles de microdensidad formo parte de la propuesta de escritura de un trabajo científico. A lo largo de la duración del proyecto, participantes argentinos fueron capacitados en el uso estadístico y en el análisis de base de datos existentes en pino oregon.

- Producto asociado

P20. Manuscrito de artículo en revista científica "Exploring microdensity variation with Partial Triadic Analysis in Douglas-fir". Responsable: P. Rozenberg-INRAE

-- Subactividad 3.3.2 *Análisis de la información contenida en los perfiles de microdensidad según la metodología de Wavelets.* Responsable: P. Rozenberg, INRAE

Al igual que en la anterior Subactividad, participantes de Argentina recibieron un curso de entrenamiento en el uso de estos métodos de análisis estadísticos, raramente empleados en datos provenientes de perfiles de microdensidad. La sesión de entrenamiento se llevó adelante en INTA EEA Bariloche y fue dictada por P. Rozenberg

- Producto asociado

P21. Training session "Métodos estadísticos avanzados para el análisis de perfiles de microdensidad (Wavelets analysis, threshold method): trabajo teórico y práctico mediante el empleo de funciones R. Responsable: P. Rozenberg.

- Actividad 3.4 *Beneficios para la industria maderera de la evaluación temprana de la calidad de la madera de los árboles en pie.* Responsable: E. Merlo, Madera+

Se abordaron modelos de predicción de la calidad de la madera para uso estructural, a partir de herramientas no-destructivas que permitieron desagregar a diferentes niveles (paisaje, rodal, árbol y al interior del árbol) dónde se encuentra la mejor madera para ser utilizada en procesos de industrialización. Las movilidades realizadas por científicos y técnicos del sector académico en directa integración con el sector no-académico evaluaron caracteres de la madera en árboles en pie, en diferentes especies, tanto en Argentina, Francia como en España.

El trabajo técnico fue desarrollado y presentado en el marco del WP1. La actividad encuadrada en este WP (3), tuvo como objetivo principal diseminar, a partir de mesas de trabajo, conferencias, seminarios y/o participando de ferias de la industria realizadas en diferentes países/regiones, los resultados obtenidos y los modelos de predicción desarrollados. Esto se llevó a cabo en tres países (España, Francia y Argentina). Las movilidades participantes de esta acción fueron las siguientes: E. Merlo, O. Santaclara y M. Piñeiro-García, G. Caballe, H. Fassola, A Winck, D. Aquino y Ciro Mastrandrea EEA Concordia).

- Productos asociados

P22, 23 y 24. *Presentación de los resultados de los modelos de predicción de las propiedades de la madera de árboles en pie al sector industrial: capacidad de anticipar la toma de decisiones.*

Responsable: E. Merlo, Madera+

Tabla 5 Movilidades del WP3. Varios investigadores y/o técnicos también contribuyeron a las actividades en el marco de otro WP. Se indican aquí con una cruz (x) en la columna correspondiente.

Nombre	Institución de pertenencia	Institución huésped	Duración (meses)	Contribución a otros WPs
Diego Aquino	INTA	Madera+	2.17	X
Alejandro Martinez-Meier	INTA	BOKU	1.43	X
Ciro Mastrandrea	INTA	Madera+	2.7	
Esther Merlo	Madera+	INTA	5.37	X
Esther Merlo	Madera+	INRAE	1.53	X
Miguel Piñeiro-García	Madera+	INRAE	1.07	
Miguel Piñeiro-García	Madera+	INTA	1.2	
Oscar Santaclara	Madera+	INRAE	1	
Vincent Segura	INRAE	INTA	1.2	X

Nota: Cuando los nombres de las personas responsables de las movilidades se repiten, indica que se realizaron más de una movilidad (desplazamientos desde la institución de pertenencia hacia la Institución huésped)

En WP3 el grupo de trabajo se dedicó a la recopilación, el intercambio, el procesamiento y análisis de los datos producidos en el marco de TOPWOOD y de otros proyectos nacionales e internacionales que se encontraban relacionados. En P18, se recopilieron datos, originados principalmente en TOPWOOD (WP1 y WP2) que permitió responder a una pregunta central en relación a “cómo mantener la eficiencia y la rentabilidad del sistema de producción de madera frente a un contexto de clima cambiante”. La investigación se basa en diferentes estudios de caso en España, Argentina y Francia y muestra que existen, ciertos compromisos entre las propiedades tecnológicas de la madera y las propiedades hidráulicas del xilema, lo que permite la producción de madera con características tecnológicas deseables y un potencial de adaptación a condiciones de estrés abiótico por sequía.

Otro de los productos WP3 (P19) es el artículo publicado por Rosner et al. (2019), donde se demuestra que las relaciones empíricas entre el porcentaje de pérdida de conductividad hidráulica y la pérdida relativa de agua permitirían realizar un rápido “screening” para la detección de árboles sensibles a la sequía, como así también para una rápida interpretación de los cambios diurnos, estacionales o inducidos por la sequía en el contenido de agua del xilema y su impacto en la pérdida de conductividad. Otro artículo (Fernández et al., 2019) publicado en la Edición Especial de Forest Ecology and Management (Conferencia Internacional Final del Proyecto TOPWOOD), presentan nuevos y desafiantes resultados sobre las relaciones entre la anatomía de la madera y las funciones hidráulicas en el género *Eucalyptus*.

El Análisis Triádico Parcial multivariado, aplicado de manera original para el análisis de perfiles de microdensidad se presentó en P20. Los resultados muestran que este enfoque permite integrar tanto los efectos del determinismo genético como así también los ambientales en relación a la respuesta de los árboles a las variaciones del clima a partir de la información almacenada en los anillos de crecimiento. El análisis de Wavelets fue transferido a la comunidad científica del entorno TOPWOOD mediante un curso de entrenamiento realizado en INTA EEA Bariloche (D21).

Finalmente, WP3 dedicó una gran cantidad de tiempo y esfuerzo a actividades de difusión sobre los beneficios que representa para la industria maderera la evaluación temprana y por medio de métodos no destructivos (árboles en pie) de la calidad de la materia prima según especies, ambientes, esquemas de manejo, el acervo genético en común, desarrollando para ello modelos predictivos. Estos productos fueron presentados en P22, P23 y P24. Estas actividades fueron realizadas tanto en España, Argentina y Francia, con información recolectada en diferentes especies: *araucaria angustifolia*, *pino pinaster*, *pino radiata*, *pino ponderosa* y *eucalyptus globulus*. Diferentes reuniones y talleres de transferencia

de tecnología de la industria forestal y maderera en Argentina (San Martín de los Andes y San Carlos de Bariloche, noviembre de 2018), España (Ourense, julio de 2018) y Francia (Vierzon, junio de 2017) permitieron transferir estos modelos al sector privado. En total, varios cientos de personas involucradas en la industria forestal y maderera asistieron a las jornadas de transferencia sobre nuestras soluciones técnicas tendientes a mejorar la rentabilidad del sector foresto-industrial.

2.2.4 WP4 Coordinación, gestión, diseminación interna y externa. Responsable: P. Rozenberg INRAE

- Actividad 4.1 *Coordinación del Proyecto*. P. Rozenberg, INRAE

P. Rozenberg fue el encargado de la coordinación general del proyecto y el responsable de generar los reportes periódicos. Se realizaron cada 2 o 3 meses video conferencias entre los miembros del comité de coordinación, compuesto por S. Rosner, G. Dalla-Salda, E. Merlo, A. Martinez-Meier y V. Segura (BOKU, INTA, Madera+ e INRAE). A lo largo del Proyecto, durante las video conferencias, el comité de coordinación presentó y discutió puntos centrales respecto del funcionamiento del proyecto, tomó todas las decisiones necesarias que permitieron manejar y resolver todos los problemas y desafíos que se fueron presentando.

- Producto asociado

P31. Reportes periódicos. Responsable: P. Rozenberg, INRAE

- Actividad 4.2 *Administración financiera*. Responsables: C. Poitelon, P. Montès, A. Bardon, INRAE Val de Loire-Tours y Orléans, M. Ramirez, I. Bertoldi, INTA-EEA Bariloche

Personal administrativo del INRAE-Val de Loire fue el responsable de la administración general del proyecto. En Argentina, I. Bertoldi y M. Ramirez de INTA EEA Bariloche fueron las responsables de la administración general de INTA, quien coordinaron las transferencias de dinero a cada Unidad participante del proyecto según las normas y procedimientos institucionales internos de INTA.

- Actividad 4.3 *Diseminación interna del Proyecto: intranet website, newsletter, video conferencias (cada 2-3 meses) y reuniones internas (En total 3)*. Responsables: B. Viguiet y P. Montès, INRAE-Val de Loire Orléans

Personal administrativo y de comunicación de INRAE Val de Loire-Orléans fueron los responsables de estas tareas: creación y mantenimiento de la página web, la edición de los tres Newsletter generados a lo largo del proyecto y la organización de las reuniones. Estas actividades no generaron movi­lidades. Fueron apoyadas en Argentina por personal administrativo, en particular de la EEA Bariloche (I. Bertoldi) y por cada uno de los referentes, de cada una de las Unidades participantes del proyecto quienes, en su conjunto, fueron los responsables de enviar la información a ser cargada en estos sitios de diseminación externa e interna. El sitio de internet del proyecto TOPWOOD puede ser visitado en la página que administra la Unión Europea <https://cordis.europa.eu/project/id/645654> y en esta dirección web <https://www6.inra.fr/topwood>. Tres reuniones del proyecto fueron realizadas. La primera de ellas en Tandil, Argentina (28 y 29 de mayo de 2015), la segunda en Orléans, Francia (27 al 29 de marzo de 2017), y la tercera en San Carlos de Bariloche, Argentina (11 y 12 de marzo de 2019). Participaron a dichas reuniones los miembros del comité de coordinación (P. Rozenberg, V. Segura, S. Rosner, G. Dalla-Salda, A. Martinez-Meier y E. Merlo).

- Productos asociados

P25. Reuniones del Proyecto: Tandil-Argentina, Orléans-Francia y San Carlos de Bariloche-Argentina. Responsables: ME. Fernandez, CONICET – INTA EEA Balcarce-Of. Tandil, P. Rozenberg, INRAE-Val de Loire-Orléans y G. Dalla-Salda, INTA EEA Bariloche.

P26. TOPWOOD website: Responsable: B. Viguier, INRAE

P27. TOPWOOD newsletter: Responsable: B. Viguier, INRAE

P28. Informes periódicos de las video conferencias del Proyecto TOPWOOD. Responsable: B. Viguier, INRAE

- **Actividad 4.4 Diseminación externa del Proyecto**

-- Subactividad 4.4.1 *Website, publicaciones técnicas y científicas.* Responsable: B. Viguier, INRAE

Personal del INRAE fue el responsable de la creación y mantenimiento de la comunicación hacia la comunidad (gran público/público en general, comunidad científica y técnica en su totalidad, por fuera de TOPWOOD mediante su página web (D26)

-- Subactividad 4.4.2 *Diseminación hacia el sector industrial: organización de cuatro conferencias regionales para la industria de la madera en Ourense-España, Orléans-Francia y en San Carlos de Bariloche y Montecarlo-Argentina).* Responsable: E. Merlo, Madera+.

En dichas reuniones, destinados principalmente al sector industrial, los referentes temáticos del proyecto, realizaron la transferencia del conocimiento, con especial atención a los aspectos de la determinación temprana de las propiedades de la madera, presentando las herramientas y metodologías testeadas y desarrolladas en TOPWOOD.

- Productos asociados

P29. Cuatro conferencias al sector foresto-industrial: en Argentina (San Martín de los Andes y San Carlos de Bariloche, noviembre 2018), en España (Ourense, julio 2018) y en Francia (Vierzon, junio 2017). Responsable: E. Merlo, Madera+

-- Subactividad 4.4.3 *Conferencia Internacional Final del Proyecto.* Responsables: G. Dalla Salda, A. Martínez Meier, INTA y P. Rozenberg, INRAE.

Se organizó una conferencia internacional donde los participantes del proyecto fueron alentados a presentar, confrontar y discutir sus resultados con la comunidad científica internacional. El programa como así también los resúmenes de las presentaciones (orales y posters), como las charlas destinadas al público en general y al sector industrial pueden ser descargada del sitio web <http://www.lestudium-ias.com/event/adapting-forest-ecosystems-and-wood-products-biotic-and-abiotic-stress>

- Producto asociado

P30. Conferencia Internacional. Responsables: G. Dalla-Salda, INTA-Argentina, P. Rozenberg, INRAE-Francia

- **Actividad 4.5 Propuesta de creación de Laboratorio Internacional Asociado entre el INTA e INRAE.** Responsables: P. Rozenberg-INRAE, A. Martínez-Meier- INTA.

Entre el INRAE-Val de Loire-Orléans y el INTA EEA Bariloche, se viene desarrollando una activa colaboración internacional en el campo de las ciencias forestales, en relación al estudio de la adaptación de los bosques al cambio climático, el rol funcional, adaptativo, como así también tecnológico de la madera. Esta temática de relacionamiento institucional se vio afianzada por el proyecto TOPWOOD y los responsables científicos del grupo de coordinación por parte de INTA (G. Dalla-Salda y A. Martínez-Meier), junto al coordinador general del proyecto (P. Rozenberg), quienes propusieron la creación del primer Laboratorio Internacional Asociado entre el INTA y el INRAE.

- Producto asociado

*P32. Solicitud oficial para la creación de un Laboratorio Internacional Asociado entre INRAE e INTA.
Responsable: P. Rozenberg, A. Martinez-Meier.*

Tabla 6. Movilidades de WP4 (Solamente una persona, el coordinador del Proyecto quien dedicó la mayoría de su tiempo al WP4. Por su puesto que muchas otras movilidades/personas contribuyeron a los productos de este WP.

Nombre	Institución de pertenencia	Institución huésped	Duración (meses)	Contribución a otros WPs
Philippe Rozenberg	INRAE	INTA	2.47	X

Tres notables productos a ser resaltados en este WP:

- Las conferencias destinadas al sector industrial fueron eventos originales y exitosos. Establecieron una rápida y efectiva transferencia del conocimiento generado en TOPWOOD hacia el sector privado, en especial con empresas involucradas en el manejo forestal y la producción de madera (P29).
- La conferencia internacional "Adapting forests ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress: Integrating tools, methods and disciplines to face global change", realizada en San Carlos de Bariloche, Argentina, del 12 al 15 de marzo de 2019 (P30). La reunión juntó a científicos y estudiantes de posgrado de nueve países, por primera vez en América del Sur, en torno a la temática de este proyecto. Amplió el enfoque al incluir los factores de estrés bióticos, tema particular de plagas entomológicas que afectan a los bosques. Se presentaron y debatieron 38 presentaciones orales y más de 20 posters. Un número especial de la revista Forest Ecology and Management está siendo publicado con artículos que se desprenden de dicha conferencia (en la sección "Lista de publicaciones en revistas internacionales con referato" se listan los títulos de los trabajos).

Foto 1. Algunos de los participantes de la Conferencia Internacional realizada en San Carlos de Bariloche (foto Robert Oswald)



- Por último, La creación del LIA FORESTIA (P32) entre los dos principales socios de TOPWOOD (INTA EEA Bariloche y el INRAE Val de Loire-Orléans). Esto es de resaltar dado que la aspiración original era generar la presentación ante las autoridades de los dos Institutos (INTA e INRAE). Esta presentación fue aceptada. Tanto Philippe MAUGUIN, CSO de INRAE, como Juan BALBIN, presidente de INTA, firmaron el convenio de acuerdo oficial para la creación del LIA FORESTIA, en las oficinas centrales de INTA, el 3 de mayo de 2018. La resolución de INTA de la creación del LIA FORESTIA consta en el acta 504 - 3.61 - Convenio INTA - INRA (Creación LIA) RESOL-2018-422-APN-CD#INTA del 10 de mayo del mismo año.

3. Consideraciones finales

Coordinar desde Argentina el proyecto TOPWOOD fue una tarea compleja, a su vez estimulante y globalmente gratificante. La coordinación fue facilitada por la comunicación frecuente, no solo con el grupo de coordinación, a través de las frecuentes video conferencias, sino con todo el personal administrativo, principalmente de la EEA Bariloche. En todo momento el servicio administrativo se mostró activo y siempre propenso al trabajo en equipo y a solucionar los inconvenientes que se presentaron (I. Bertoldi, M. Ramirez, S. Tonon y E. Martin). Disponible y lleno de voluntad, el proyecto TOPWOOD les debe un gran reconocimiento.

Entre el staff permanente de INTA, en sus puestos de gestión, dos coordinadores del Programa Nacional Forestal dieron su apoyo al proyecto: Tomás Schlichter y Hugo Fassola. Así lo hicieron también los dos Directores de la EEA Bariloche: Héctor Taddeo y Mauro Sarasola y el Coordinador del Área Forestal, Alejandro Aparicio. Lo mismo sucedió desde el Centro Regional Patagonia Norte, tanto sus directores como el personal encargado de vinculaciones institucionales, a saber: J. Reynals, C. Magdalena, A. Giayetto, AP. Candan, MC. Cartes.

Un gran reconocimiento por el apoyo brindado a lo largo de todo el proceso, desde los inicios a C. Ferreira de la Coordinación Nacional de Vinculación Tecnológica y Relaciones Institucionales y a su anterior coordinadora, A. Cipolla. El mismo agradecimiento para M. Irurueta, Director Nacional Asistente de Investigación, Desarrollo y Planificación y a M. Bosch por su interés y apoyo permanente al proyecto TOPWOOD.

3.1 Impacto del Proyecto TOPWOOD

3.1.1 Adquirir nuevas capacidades y compartir conocimiento entre su staff científico y técnico.

En este sentido, se presentó una oportunidad atípica para desarrollar actividades de investigación colaborativa entre el personal científico y técnico de diferentes instituciones de investigación, siendo que, generalmente estos últimos no realizan estancias de formación en el extranjero. Nueve fueron en total, la cantidad de personal técnico (3 de INTA y 6 de INRAE) involucrados activamente en el marco de TOPWOOD. Estas participaciones fueron experiencias excepcionales, evaluadas de manera positiva, dado que pudieron desarrollar sus habilidades y adquirir nuevos conocimientos técnicos, los cuales pudieron ponerlos en práctica con éxito, no solo en los entornos de trabajo en el extranjero (algo desconocido para ellos) sino también a la vuelta a sus puestos de trabajo. Sin duda que esto es relevante para su futuro desarrollo profesional.

Siete jóvenes investigadores (estudiantes de doctorado en su mayoría) realizaron estadías en el extranjero en el marco de TOPWOOD. Estas son requisitos obligatorios, al menos durante las formaciones de posgrado en Francia. Además de incrementar su relacionamiento por fuera de sus grupos de trabajo, generar contenido positivo a ser adicionado a sus correspondientes currículums académicos, TOPWOOD brindó a los jóvenes investigadores la posibilidad de integrar una red internacional de investigación, acceder a plataformas y laboratorios de fenotipado altamente equipados, y presentar los resultados de sus trabajos en la Conferencia Internacional final realizada en San Carlos de Bariloche. Será un aporte significativo en esta etapa inicial de su formación profesional, sirviéndole de trampolín, ayudándoles a encontrar mejores postdoctorados, como así también posibles futuros puestos de trabajo.

Para el resto del personal académico, ingenieros e investigadores participantes, TOPWOOD es un componente por demás significativo en su carrera: los proyectos internacionales de intercambio de personal son bien reconocidos, complementos útiles para proyectos de investigación nacionales, tanto Institucionales como extra-presupuestarios (como los proyectos PICT en Argentina y el proyecto regional EMPIR en Francia, los cuales han directamente retroalimentado, sirviendo de contraparte presupuestaria para las actividades de terreno en cada uno de los países). TOPWOOD fue una forma de mejorar su perfil académico, contribuyendo a mejorar el proceso de evaluación.

En el caso de la compañía privada Madera +, permitió generar nuevas capacidades de relacionamiento con el sector académico a la vez que mejoró el posicionamiento de la empresa en lo que hace a la capacidad operativa predictiva de la calidad de la madera en árboles en pie. Madera+ es una empresa joven que trabaja en el desarrollo forestal y maderero, une la investigación académica forestal y maderera con la gestión forestal privada y la producción maderera. Su participación en TOPWOOD fortaleció su capacidad creativa, competitiva y de éxito de esta empresa europea de desarrollo forestal y maderero.

3.1.2 Contribución al desarrollo y fortalecimiento de colaboraciones a largo plazo

La creación del Laboratorio Internacional Asociado (LIA) FORESTIA, entre INRAE e INTA contribuirá a dar continuidad a la colaboración internacional de largo plazo entre ambas instituciones. Bajo la responsabilidad de P. Rozenberg y A. Martinez-Meier, el LIA FORESTIA tomará el relevo para la búsqueda de proyectos con financiamiento internacional y asegurar la continua formación de profesionales jóvenes. El acuerdo firmado es por cinco (5) años, renovable de manera automática, lo que significa que el LIA FORESTIA, contribuirá a fortalecer las relaciones bilaterales entre ambas instituciones al menos hasta el 2028.

El consorcio generado por el proyecto TOPWOOD, constituye hoy el centro de una red internacional virtual, donde además de las cuatro instituciones participantes, existen socios en Portugal, Italia, Suiza, Canadá, Rusia y México, con posibilidades de extensión de la red en América Latina a países como Chile, Brasil y Perú. Esta nueva red internacional, considera diferentes formas de fortalecer la colaboración multilateral. Por ejemplo, a partir de la creación de un estatuto formalizado existente en Francia, un "R2I", es decir, una "Red de Investigación Internacional" oficial, el cual orientaría su investigación hacia procesos de adaptación de los bosques al cambio climático y las consecuencias en la producción de madera.

Al mismo tiempo, y al momento de redacción de este informe final, nos encontramos abocados a la presentación de un nuevo proyecto H2020-RISE-MSCA. El acrónimo de este nuevo proyecto es FORTOP "Innovative tools to assess forest ecosystem responses to global change"). El consorcio formalizado desde la cantidad de instituciones participantes sería mayor, tanto académicas como no-académicas, con instituciones asociadas, siendo por Argentina solamente INTA la institución académica formalmente responsable ante la Unión Europea², incluyendo en esta oportunidad una empresa privada nacional al consorcio (Estudio Feldkamp, Gualaguaychú-Entre Ríos)

3.1.3 Incremento de la capacidad de innovación, competitividad y crecimiento de empresas del sector, creación de nuevas oportunidades, beneficios para la sociedad en su conjunto.

TOPWOOD desarrolló, probó y validó herramientas innovadoras que contribuyeron a descifrar el rol funcional y adaptativo de la madera en directa relación con la capacidad de adaptación de los árboles a las variaciones del clima en un contexto de mayores restricciones de disponibilidad hídrica. Por el otro lado, TOPWOOD puso el acento en la predicción mediante muestreos no-destructivos de las propiedades tecnológicas de la madera que hacen a la calidad industrial de los productos que con ella se generan. Como se indicó a lo largo del presente informe, los resultados obtenidos en el WP1, demuestran la capacidad de uso de la herramienta NIRS (fenotipado rápido, preciso y confiable) para

² Instituciones que conforman el nuevo consorcio FORTOP: INRAE (Francia), INTA (Argentina). Estas dos instituciones son los principales actores de los intercambios que se proponen en el marco de esta futura propuesta colaborativa a ser presentada. Dentro de INRAE, identificamos las Unidades de Nancy, Avignon, Bordeaux, Montpellier y Orléans; en INTA EEA Bariloche, EEA Montecarlo, EEA Concordia, AER Tandil de la EEA Balcarce y el Instituto de Biotecnología de Castelar). Participan también países de Latino América: Chile, Brasil y México, diferentes Instituciones/Universidad (Universidad Mayor/Santiago de Chile, COLPOS/México, USP-ESALQ/Brasil), y en representación del sector no-académico Estudio Feldkamp, Argentina; Agricef, Brasil y Madera Plus, España. Desde la Unión Europea, en asociación al INRAE, y en representación del sector académico, el consorcio es conformado de manera complementaria por Alemania (Universidad de Marburg), ISA (Portugal), CIRAD (Francia) y el WSL de Suiza

la evaluación de la resistencia a la sequía. El salto hacia una calibración con equipos portátiles permitiría abrir posibilidades de mercado para empresas privadas capaces de brindar este tipo de servicio, mediante un screening rápido y barato de los mejores genotipos adaptados no solo a condiciones de estrés, sino también por su capacidad productiva y calidad de madera.

A partir de la predicción rápida y temprana de las propiedades de la madera es posible incrementar y mejorar las oportunidades del mercado dado que es posible asociar la calidad del recurso (en este caso materia prima) con las necesidades del mercado. Un buen ejemplo del trabajo desarrollado por TOPWOOD en este campo es el caso de estudio del pino ponderosa creciendo en Patagonia. La medición rápida, mediante técnicas no destructivas de las propiedades resistentes de la madera para usos estructurales, demostró que la misma, considerada de baja calidad, puede ser usada en la construcción. Modelos de predicción de la calidad de la madera fueron desarrollados, permitiendo identificar a escala de paisaje y de rodal, los mejores sitios para la producción de madera con fines estructurales. Dentro de cada rodal, la mejor madera se encuentra en los individuos co-dominantes y más esbeltos y dentro de cada individuo, la segunda troza es portadora de los valores más altos de resistencia mecánica, lo que la hace más apropiada para los fines constructivos. Estos modelos predictivos fueron validados por mediciones directas destructivas realizadas en la Universidad Tecnológica Regional de Venado Tuerto, realizado con fondos extrapresupuestarios (PICT – Orientados).

TOPWOOD contribuyó directamente al fortalecimiento y crecimiento de la empresa Madera+, a la visualización de filiales madereras por fuera de los polos de mayor desarrollo forestal en Argentina, demostrando las potencialidades locales. Se divulgó información crítica a un gran número de empresas forestales y madereras en Europa y en Argentina. Se transfirieron herramientas innovadoras destinadas a mejorar la rentabilidad de la cadena forestal-maderera.

El proyecto contribuyó de manera significativa al relacionamiento de los estudios de la madera bajo una mirada integral. Se orientaron y combinaron los estudios de propiedades de la madera en directa relación con la capacidad de adaptación de los bosques al cambio climático, bajo proyecciones asociadas a un incremento de eventos climáticos extremos de mayor temperatura y déficit hídrico conjuntamente con aquellos que nos permiten proyectar la cantidad y calidad de la madera que usarán las filiales madereras. En este último sentido, se diseñaron acciones y actividades que permitieron abordar cuestiones relacionadas a la mejora de la competitividad del sector foresto-industrial. Se fomentó a incrementar la competitividad y sostenibilidad de las industrias forestales y la economía verde. Tanto WP2 y parte del WP3 se dedicaron al manejo y análisis de datos, contribuyendo a mejorar la capacidad de resiliencia climática y el valor ambiental de los ecosistemas forestales, la conservación y promoción de los recursos genéticos forestales.

4 Lista de publicaciones

4.1 Edición Especial de Forest Ecology and Management, dedicado a la Conferencia Internacional "Adapting forests ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress", 12-15 de marzo de 2019, San Carlos de Bariloche-Argentina.

La edición especial fue editada por ME. Fernandez. En itálica y negrita, las publicaciones producidas por los participantes TOPWOOD, relacionadas con sus actividades y sub-actividades detalladas precedentemente. Información actualizada podrá encontrarse en la siguiente dirección web.

<https://www.sciencedirect.com/journal/forest-ecology-and-management/special-issue/10V6J5GMQDF>

- Diaz DG., Mathiasen P., Premoli A. Subtle precipitation differences yield adaptive adjustments in the mesic *Nothofagus dombeyi*. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117931>
- Alvarez J, Cortizo S, Gyenge J. Yield stability and phenotypic plasticity of *Populus* spp. clones growing in environmental gradients: I-yield stability under field conditions. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117995>
- Molina L., Rajchenberg M., de Errasti A., Aime MC., Pildain MB. Sapwood-inhabiting mycobiota and *Nothofagus* tree mortality in Patagonia: Diversity patterns according to tree species, plant compartment and health condition. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117997>
- **Sergent AS., Segura V., Charpentier JP., Dalla-Salda G., Fernández ME., Rozenberg P., Martínez-Meier A. Assessment of resistance to xylem cavitation in cordilleran cypress using near-infrared spectroscopy.** <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117943>
- Cagnacci J., Estravis-Barcala M., Lia MV., Martínez-Meier A., Gonzalez Polo M., Arana MV. The impact of different natural environments on the regeneration dynamics of two *Nothofagus* species across elevation in the southern Andes. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118034>
- Ignazi G., Bucci S., Premoli A. Stories from common gardens: Water shortage differentially affects *Nothofagus pumilio* from contrasting precipitation regimes. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117796>
- **Caballé G., Santaclara O, Diez JP., Letourneau F., Merlo E., Martínez-Meier A. Where to find structural grade timber: A case study in ponderosa pine based on stand and tree level factors.** <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117849>
- Olguin F., Moretti AP., Pinazo M., Gortari F., Vera Bahima J., Graciano C. Morphological and physiological plasticity in seedlings of *Araucaria angustifolia* and *Cabralea canjerana* is related to plant establishment performance in the rainforest. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117867>
- Dubosq-Carra V., Arias-Rios J., El Mujtar VA., Marchelli P., Pastorino M. Differentiation in phenology among and within natural populations of a South American *Nothofagus* revealed by a two-year evaluation in a common garden trial. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117858>
- **Fernández ME., Barotto AJ., Martínez-Meier A., Gyenge JE., Tesón N., Quiñones-Martorello A., Merlo E., Dalla-Salda G., Rozenberg P., Monteoliva S. New insights into wood anatomy and function relationships: How *Eucalyptus* challenges what we already know.** <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117638>
- **Sergent AS., Varela S., Barigah T., Babel E., Cochard H., Dalla-Salda G., Delzon S., Fernández ME., Gillermtf J., Gyenge J., Lamargued L., Martínez-Meier A., Rozenberg P., Torres-Ruiz JM., Martin-StPaul NK. A comparison of five methods to assess embolism resistance in trees A comparison of five methods to assess embolism resistance in trees.** <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118175>

4.2 Publicaciones en otras revistas internacionales

- Alarcón P., Fernández ME., Pathauer P., Harrand L., Oberschelp J., Monteoliva S., Martínez-Meier A., 2018. Comparación de metodologías para la estimación de la densidad de la madera y sus implicancias

en la estimación de parámetros genéticos en tres especies del género *Eucalyptus*. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* Vol 117 (2): 175-183.

- Barotto A., Monteoliva S., Gyenge J., Martínez-Meier A., Fernández ME., 2017. Functional relationships between wood structure and vulnerability to xylem cavitation in races of *Eucalyptus globulus* differing in wood density. *Tree Physiology*, 2017, Page(s) 243–251, ISSN 1758-4469. DOI: 10.1093/treephys/tpx138

- Chauvin T., Cochard H., Segura V., Rozenberg P., 2019. Native-source climate determines the Douglas-fir potential of adaptation to drought. *Forest Ecology and Management*, Issue 444, 2019, Page(s) 9-20, ISSN 0378-1127. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.03.054

- Díez J., De Paz M., Varela S., Dalla-Salda G., Sergent AS., Martínez-Meier A., 2020. Receta práctica paso a paso para la construcción de dendrómetros de punto de bajo costo. *Comunicación breve. Ecología Austral* (en prensa)

- Luss S., Lundqvist SO., Evans R., Grahn T., Olsson L., Petit G., Rosner S., 2019. Within-ring variability of wood structure and its relationship to drought sensitivity in Norway spruce trunks. *IAWA Journal*, 2019, ISSN 2294-1932. DOI: 10.1163/22941932-40190216

- Martínez-Meier A., Fernández ME., Dalla-Salda G., Gyenge J., Licata J., Rozenberg P., 2015. Ecophysiological basis of wood formation in ponderosa pine: Linking water flux patterns with wood microdensity variables. *Forest Ecology and Management*, Issue 346, 2015, Page(s) 31-40, ISSN 0378-1127. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.02.021

- Rosner S. 2017. Wood density as a proxy for vulnerability to cavitation: Size matters. *Journal of Plant Hydraulics*, 4, e001. <https://doi.org/10.20870/jph.2017.e001>

- Rosner S., 2017. Wood density as a proxy for vulnerability to cavitation: Size matters. *Journal of Plant Hydraulics*, Issue 4, 2017, Page(s) 001, ISSN 2426-413X. DOI: 10.20870/jph.2017.e001

- Rosner S., Heinze B., Savi T., Dalla-Salda G., 2019. Prediction of Hydraulic Conductivity Loss from Relative Water Loss: New Insights into Water Storage of Tree Stems and Branches. *Physiologia Plantarum* 165: 843–854. <https://doi.org/10.1111/ppl.12790>

- Rossi JP, Nardin M., Godefroid M., Ruiz-Díaz M., Sergent AS., Martínez-Meier A., Pâques L., Rozenberg P. 2014. Dissecting the Space-Time Structure of Tree-Ring Datasets Using the Partial Triadic Analysis. *PLoS ONE* 9 (9): e108332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108332>.

- Savi T., Tintner J, Da Sois L., Grabner M., Petit G., Rosner S., 2019. The potential of Mid-Infrared spectroscopy for prediction of wood density and vulnerability to embolism in woody angiosperms. *Tree Physiology*, 2019, Page(s) 503-510, ISSN 1758-4469. DOI: 10.1093/treephys/tpy112

4.3 Publicaciones a congresos, participación en workshop, mesas redondas, seminarios (presenciales, virtuales) indicados por año y por autor (INTA)

2015

- Mastrandrea C., 2015. Determinación de calidad de madera en árboles en pie mediante el uso de la técnica de ultrasonido. Disertante en Seminario Internacional avalado por Facultad de Ciencia Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata. Tandil, 1 y 2 de junio del 2015.

- Merlo E., Gyenge J., Fernández M.E., 2015. Determinación de calidad de madera en árboles en pie mediante el uso de la técnica de ultrasonido. Docentes responsables del Seminario Internacional avalado por Facultad de Ciencia Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata. Tandil, 1 y 2 de junio del 2015

- Rosner S., Gyenge J., Fernández M.E., 2015. Bases biológicas y técnicas de la medición de la vulnerabilidad a la cavitación, Docentes responsables del Seminario Internacional avalado por la Facultad de Ciencia Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de la Plata. Tandil, 28 y 29 de mayo del 2015

2016

- Alarcón P., Fernández ME., 2016. Aportes para la selección de genotipos mejor adaptados al estrés ambiental en *Eucalyptus grandis* y *viminialis*. Artículo de divulgación científica en periódico mensual "Desarrollo Forestal" (Pcia. de Entre Ríos), octubre 2016, Año 25, N° 250, pp: 12-13.
- Alarcón P., Fernández ME., Pathauer P., Harrand L., Oberschelp J., Monteoliva S., Martinez-Meier A. 2016. Informe de investigación: variación genética y plasticidad fenotípica de la microdensidad de la madera en dos especies de *Eucalyptus*: aportes para la selección de genotipos mejor adaptados al estrés ambiental. Boletín Desarrollo Forestal (Misiones, Argentina), octubre 2016.
- Alarcón P., Fernández ME., Pathauer P., Harrand L., Oberschelp J., Monteoliva S., Martinez-Meier A., 2016. Poster: variación genética y plasticidad fenotípica de la microdensidad de la madera en dos especies de *Eucalyptus*: aportes para la selección de genotipos mejor adaptados al estrés ambiental. XXX Jornadas Forestales de Entre Ríos ISSN: 2469-0147. Septiembre 2016
- Barotto A., Tesón N., Monteoliva S., Gyenge J., Martinez-Meier A., Fernandez ME., 2016. Variación intere intraespecífica en vulnerabilidad a la cavitación del xilema en tres especies de *Eucalyptus* cultivadas en la Argentina. XXXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal, Corrientes, Argentina, 13 al 16 de noviembre.
- Bertoldi I., 2016. Charla divulgación y transferencia de conocimiento adquirido en el marco del WP2 del TOPWOOD. UMR Biofora, INRAE Orleans (destinada a miembros de la unidad), 18 de marzo de 2016.
- Caballé G., Diez JP., Santaclara Estévez O., Merlo E., Almeida J., Jovanovski A., Antonelli J., Martínez-Meier A., 2016. Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: resistencia a flexión, módulo de elasticidad y densidad, Resumen extendido y poster en JFP 2016. Esquel-Chubut, 9-12 noviembre 2016
- Caballé G., Diez JP., Santaclara Estévez O., Merlo E., Almeida J., Jovanovski A., Antonelli J., Martínez-Meier A., 2016. Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: resistencia a flexión, módulo de elasticidad y densidad. Resumen extendido y poster en JFP 2016, Esquel-Chubut 9-12 noviembre 2016
- Caballé G., Santaclara Estevez O., Diez JP., Gonda H., Martinez-Meier A., 2016. Efecto del manejo forestal sobre calidad de madera del pino ponderosa: evaluación por métodos acústicos en árboles en pie, trozas y tablas. Resumen extendido y presentación oral en JFP 2016, Esquel-Chubut 9-12 noviembre 2016
- Caballé G., Santaclara Estevez O., Jovanovski A., Gonda H., Diez JP., Almeida J., Antonelli J, Martinez-Meier A., Merlo E., 2016. Wood quality of *Pinus ponderosa* in silvopastoral systems in NW Patagonia, Argentina. Physical and acoustic evaluation, Presentación oral en Silvo-Pastoral World Congress, 27-30 September 2016, Portugal
- Fernández ME., 2016. Los árboles como proveedores de bienes y servicios ambientales: aportes para un modelo productivo más sustentable, Dictado de charla en el marco de la ExpoBalcarce 2016 organizada por la Asociación de Ingenieros Agrónomos de Balcarce, la Sociedad Rural y la Cámara de Comercio de esta localidad, Balcarce, 25 de agosto
- Fernández ME., Gyenge J., Domínguez Daguer D., Villaverde R., 2016. Árboles y forestaciones en el ámbito del CERBAS. Organización y dictado de charlas en seminario de capacitación para extensionistas del INTA CERBAS. INTA Tandil, 14 de julio de 2016.
- Fernández ME., Gyenge J., Luna CV., 2016. Drought resistance and mechanisms of trees and their application to forestry genetic improvement programs. XXXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Corrientes, Argentina, 13 al 16 noviembre.
- Gyenge J., 2016. Árboles y mitigación del cambio climático. Conferencia en taller de ganadería bovina y cambio climático: definición de políticas e investigación. AAPA, MinAgro, MinCyT, MinAmb, INTA, FAO, GRA. XXIX Congreso Argentino de Producción Animal. Tandil, 21 de octubre
- Gyenge J., 2016. Forestación y sistemas silvopastoriles en el ámbito del CERBAS: actualidad y perspectivas, Presentación para informar a los miembros del Consejo Asesor de la EEA Balcarce INTA. AER. Lobería, 27 de octubre

- Gyenge J., Fernández ME., 2016. Profesionales del CONICET y el INTA aportando a la investigación forestal, Artículo en página web institucional. <http://inta.gob.ar/noticias/profesionales-del-conicet-y-el-inta-aportando-a-la-investigacion-forestal>, 4/12/2016
- Martínez Meier A., 2016. Madera en la construcción: la experiencia en Bariloche donde convergen distintos actores productivos y sociales. Seminario para la mesa forestal Tandil dictado en la AER Tandil INTA. <http://buenosairesforestal.blogspot.com.ar/2016/10/charla-abierta-madera-en-la.html>. Tandil, 6 de octubre
- Martínez-Meier A., Dalla-Salda G., Sergent AS., Rozenberg P., Charpentier JP., 2016. High throughput phenotyping techniques for wood traits related to resistance to drought. Presentación en Simposio "Estrategias y mecanismos de los árboles para resistir la sequía y sus aplicaciones en el mejoramiento genético forestal" en las XXXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Corrientes, 13 al 16 de noviembre.
- Merlo E., Mastrandrea C., 2016. Métodos no destructivos para caracterizar la calidad de la madera, desde el árbol en pie, el rollo y la tabla. Charla brindada en el marco de la movilidad de Madera+ a la Argentina. Agosto 2016. EEA Concordia, Entre Ríos.
- Sergent AS., Dalla-Salda G., Fernández ME., Martínez-Meier A., 2016. Cordilleran cypress (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic.Serm. & Bizzarri) adaptation potential to unfavourable hydraulic conditions. Oral presentation oral in 21 Tagung der Austrian Society of Plant Biology, Berchtesgaden, 26-28 Mai
- Sergent AS., Fernández ME., Dalla-Salda G., Martínez-Meier A., 2016. *Austrocedrus Chilensis* (D. Don) Pic.Serm. & Bizzarri adaptability to drought: growth and drought tolerance mechanisms. Oral presentation in EcoSummit 2016. Montpellier.Francia. 29 August 1 September.
- Sergent AS., Fernández ME., Dalla-Salda G., Varela S., Diez JP., Pastorino M., Rozenberg P., Martínez-Meier A., 2016. Adaptabilidad a la sequía del ciprés de la cordillera: variabilidad entre orígenes en los mecanismos de resistencia a la sequía. Resumen extendido y presentación oral en JFP 2016. Esquel-Chubut 9-12 noviembre.
- Winck RA., Suirezs TM., Aquino D., Fassola H., Videla D., 2016. Relación entre módulo de elasticidad y densidad de la madera de *Pinus taeda*. XVII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, pag. 400-402. ISSN 1668-5385. Posadas, Misiones-Argentina. 17 al 19 de agosto.

2017

- Caballé G., Mansini R., Santaclara Estevéz O., Gonçalves R., Guaita M., Lario Leza F., Merlo E., 2017. Capacidad de predicción de calidad estructural de la madera con métodos sónicos desde edades tempranas. II Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera, II Congreso Ibero-Latinoamericano de la Madera en la Construcción (CLEM + CIMAD). Junín, Buenos Aires., 17 al 19 de mayo.
- Caballé G., Santaclara Estévez O., Mondino V., Tejera L., Merlo E., Martínez-Meier A., 2017. Calidad de madera para uso estructural en huerto clonal de pinus ponderosa en norpatagonia. II Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera, II Congreso Ibero-Latinoamericano de la Madera en la Construcción (CLEM + CIMAD), Junín, Buenos Aires, 17 al 19 de mayo
- Fassola H., 2017. Primera mesa sectorial ampliada de Bosques del Gabinete Nacional de Cambio Climático. Hotel Pastana, Buenos Aires. 19 de septiembre
- Fernández ME., 2017. La Agencia de Extensión Tandil: Vínculos Internacionales, Artículo de divulgación en página web de INTA : <http://inta.gob.ar/noticias/la-agencia-de-extension-de-tandil-vinculos-internacionales>, 23/3/2017
- Fernández ME., 2017. La Agencia de Extensión Tandil: Vínculos Internacionales, Artículo de divulgación en página web de INTA : <http://inta.gob.ar/noticias/la-agencia-de-extension-de-tandil-vinculos-internacionales>, 23/3/2017
- Fernández ME., 2017. Eucalyptus aptos para distintos ambientes, Artículo publicado en facebook de INTA Tandil <https://www.facebook.com/notes/inta-tandil/eucaliptos-aptos-para-distintos-ambientes/1417819491582238/>, 27/1/2017

- Figueredo I., 2017. Actividad de divulgación: clase sobre métodos de determinación de la densidad de la madera. Cátedra de Propiedades Físicas y Mecánicas, para alumnos de 3° año de la carrera de Ingeniería en Industria de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM, Eldorado-Misiones, agosto 2017
- Figueredo I., 2017. Obtención y acondicionamiento de muestras de pino híbrido para análisis de microdensidad con rayos X y NIRs, Capacitación recibida: uso de NIRS de laboratorio y portátil, preparación de material con sierra doble para análisis con rayos X. Actividad de divulgación (charla). UMR Biofora-INRAE Orleans, 19 de mayo. (Profesionales y Doctorantes).
- Gyenge J., 2017. Las forestaciones y sus múltiples roles en el marco del cambio climático. Conferencia en el marco del ciclo Hablemos del cambio climático (charlas y debate) en el marco de "La hora del Planeta 2017". Organiza ONG Cuna Cura, UNICEN, FVSA y WWF. Tandil, 23 de marzo
- Martin-St Paul NK., Sergent AS., Varela S., Barigah T., Cochard H., Delzon S., Dalla Salda G., Martinez-Meier A., Gyenge J., Fernández ME., Rozenberg P., 2017. Which method to assess embolism resistance? A comparison of 4 techniques on 5 native Patagonian species, Xylem International Meeting, INRA Bordeaux, Francia, 27 al 29 de septiembre
- Merlo E., Caballé G., Santaclara Estevéz O., Lario Leza FJ., 2017. Selección genética de procedencias de Pinus pinaster por crecimiento y calidad de madera para uso estructural en edades tempranas. II Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera, II Congreso Ibero-Latinoamericano de la Madera en la Construcción (CLEM + CIMAD). Junín, Buenos Aires, 17 al 19 de mayo
- Sergent AS., Martin-StPaul NK., Fernández ME., Dalla-Salda G., Varela S., Gyenge J., Pastorino M., Diez JP., Rozenberg P., Martinez-Meier A., 2017. Intra-specific variations of embolism resistance and water loss regulation in response to drought: A Case study on the Cordilleran cypress, poster, Xylem International Meeting, Bordeaux, Francia, 27 al 29 de septiembre

2018

- Barreto MF., Barigah T., Gyenge J., Fernández ME., 2018. Dynamics of embolism propagation in the xylem of Eucalyptus an anatomo-physiological approach to understand drought resistance in solitary vessel species. XXXII Reunión Argentina, XVI Congreso Latinoamericano de Fisiología Vegetal. Córdoba, 11 al 15 de noviembre
- Caballé G., 2018. Avances en la inscripción del pino ponderosa en el CIRSOC 601. Actividad de divulgación (exposición oral). Salón de la Madera Patagónica, San Martín de los Andes, Neuquén, 23 de noviembre.
- Caballé G., Santaclara Estevéz O., Diez JP., Jovanovski A., Gonda H., Antonelli J., Martínez Meier A., 2018. Nota de divulgación. Evaluación de la calidad de madera del pino ponderosa por medio de ondas acústicas. Revista PRESENCIA, INTA Bariloche. Septiembre
- Fassola H., 2018. Encuentro de diálogo multisectorial: hacia la implementación del plan de acción nacional de bosques y cambio climático. Posadas, Misiones. 28 y 29 de junio.
- Fernández ME., 2018. Impacto del cambio climático sobre los sistemas forestales: entender las estrategias de resistencia al estrés de distintas especies para orientar el manejo adaptativo y el mejoramiento genético. Conferencia en Jornadas TAPE 2018. Escuela para Graduados, Facultad de Agronomía UBA, 6 de junio
- Fernández ME., 2018. La adaptación de sistemas forestales al cambio climático. Artículo-Entrevista en sección Actualidad en C&T de Revista de Investigación Agropecuaria (RIA) de INTA <http://ria.inta.gob.ar/contenido/la-adaptacion-de-sistemas-forestales-al-cambio-climatico>, 20/6/2018.
- Fernández ME., Martínez Meier A., Barotto A., Gyenge J., Barigah T., Teson N., Alarcon P., Quiñones-Martorello A., Salleses L., Dalla Salda G., Rozenberg P., Monteoliva S., 2018. Unraveling the functional and adaptive role of Eucalyptus wood: what do we know and what do we still ignore. Oral presentation en Conferencia Internacional "Wood formation and tree adaptation to climate. Le Studium Orléans, Francia, 23 al 25 de mayo.
- Fernández, ME; Martínez Meier A; Barotto AJ; Gyenge JE; Barigah TS; Tesón N; Alarcón Pamela; Quiñones Martorello A; Salleses L; Dalla Salda G; Philippe Rozenberg; Monteoliva S., 2018.

Unravelling the functional and adaptive role of Eucalyptus wood: what do we know and what do we still ignore. Oral presentation in Conference "Wood formation and tree adaptation to climate conference". Le Studium Orléans, Francia, 23 al 25 de mayo.

- Gyenge J., 2018. Los árboles como aliados para la sustentabilidad: bienes y servicios que pueden brindarnos en el ambiente urbano y rural. Conferencia con motivo de la Celebración del día del árbol. Instituto Superior de Formación Técnica 75, Tandil. ISFT 75, Municipio de Tandil. INTA, CIAT, 29 de agosto

- Martínez-Meier A., 2018. 11° seminario virtual PNFOR 1104073: Estudio de los decaimientos de árboles forestales: desde diferencias estadísticas significativas hasta la comprensión del rol adaptativo de la madera. INTA, EEA Bariloche, 16 de abril 2018

- Martínez-Meier A., Dalla-Salda G., Fernández ME., 2018. Proyecto TOPWOOD, jornada de transferencia a la industria: la tecnología al servicio de la cadena Monte-Industria -del conocimiento a la aplicación -. Ourense, España. Parque tecnológico Ourense, 10 de julio

- Martínez-Meier A., Dalla-Salda G., Sergeant AS., Fernández ME., Rozenberg P., Mondino V., Aparicio A., 2018. Phenotypic and genetic variation of vulnerability to cavitation reveal a potential of adaptation to drought: two cases studies in Patagonia. Oral presentation in Conference "Wood formation and tree adaptation to climate conference". Le Studium Orléans, Francia, 23 al 25 de mayo.

- Mastrandrea C., 2018. Disertación sobre forestación en Argentina y posibilidades de intercambio y proyectos comunes. Escuela Politécnica Superior. Lugo y Ourense-España, 10 de abril.

- Rozenberg P., Chauvin T., Escobar M., Shishov V., Charpentier JP., Sergeant AS., Martínez-Meier A., Páques L., 2018. Climate warming differently affects larch ring formation at each end of its altitudinal distribution. Oral presentation in Conference "Wood formation and tree adaptation to climate conference". Le Studium Orléans, Francia, 23 al 25 de mayo.

- Santaclara Estévez O., Caballé G., 2018. Empleo de métodos sónicos en determinación de calidad de madera de Pinus ponderosa, Actividad de divulgación (exposición oral), Salón de la Madera Patagónica, San Martín de los Andes, Neuquén, 23 de noviembre.

- Sergeant AS., Dalla-Salda G., Fernandez ME., Martin-StPaul NK., Diez JP., Varela S., Rozenberg P., Martínez-Meier A., 2018. Ecophysiological and wood density studies to elucidate Cordilleran cypress's response to drought. Oral presentation in Conference "Wood formation and tree adaptation to climate conference". Le Studium Orléans, Francia, 23 al 25 de mayo.

2019

- Ameglio T., Lamacque L., Baffoin R., Herbette S., Fernandez ME., Gyenge J., Saudreau M., Ngao J., Lacoite L., Charrier G., 2019. Continuous stem diameter variations as an innovative phenotyping tools for tree functioning under stress. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.

- Barigah T., Fernández ME., Sergeant AS., Varela SA., Chochard H., Delzon S., Dalla Salda G., Martínez Meier A., Rozenberg P., Martin StPaul NK., Gyenge J., 2019. Application of pneumatic method to build vulnerability curves in solitary vesseled trees: assessment of vulnerability to cavitation of three Eucalyptus species. 4th Xylem International Meeting (XIM4), Padua, Italia, 25-27 Septiembre

- Barigah T., Gyenge J., Sergeant AS., Varela S., Cochard H., Delzon S., Dalla-Salda G., Martínez-Meier A., Rozenberg P., Martin-StPaul NK., Fernández ME., 2019. Application of pneumatic method to build vulnerability curves in solitary vesseled trees: Assesment of vulnerability to cavitation of three Eucalyptus species. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.

- Barigah TS., Gyenge J., Barreto MF., Rozenberg P., Fernández ME., 2019. Dynamics of xylem cavitation during a simulated drought in Eucalyptus camaldulensis saplings, a species with solitary vessels. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood

products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.

- Bertoldi I., 2019. Acondicionamiento de muestras y obtención de datos de microdensidad de la madera con alta frecuencia, LIGNOSTATION. Actividad de divulgación (charla informativa para profesionales y estudiantes doctorales). UMR Biofora-INRAE Orleans, 14 y 15 de febrero.
- Caballé G., 2019. ¿Dónde está la madera estructural en el pino ponderosa?: Estudio de campo y clasificación visual, Actividad de divulgación (exposición teórica y práctica). Campo Forestal INTA Trevelin, Chubut, 5 de diciembre.
- Caballé G., Guillaumet A., 2019. Avances en la inscripción del pino ponderosa en el CIRSOC 601 (Reglamento Argentino de Estructuras de Madera) y variables a nivel de árbol y rodal que influyen sobre las propiedades estructurales de la madera, Actividad de divulgación (exposición oral). EEA Bariloche INTA, Bariloche, Río Negro, 18 de octubre.
- Caballé G., Guillaumet A., 2019. Avances en la inscripción del pino ponderosa en el CIRSOC 601 (Reglamento Argentino de Estructuras de Madera), Actividad de divulgación (exposición teórica y práctica), Empresa CORFONE SA, Junín de los Andes, Neuquén, 17 de octubre.
- Caballé G., Martínez-Meier A., Aparicio A., 2019. Mesa debate: Pino ponderosa, plan calor... y después?, Actividad de divulgación, Sala del Consejo Deliberante de San Carlos de Bariloche, Bariloche, Río Negro, 15 de marzo.
- Caballé G., Santaclara Estévez O., Diez JP., Letourneau F., Merlo E. Martínez-Meier., 2019. ¿Dónde está la madera estructural?: estudio de caso en pino ponderosa, Trabajo completo y presentación oral, IV Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera. Montevideo, Uruguay, 18 al 20 de noviembre.
- Caballé G., Santaclara Estevez O., Diez JP., Letourneau F., Merlo E., Martínez Meier A., 2019. Modelling modulus of elasticity of Pinus ponderosa grown in NW Patagonia Argentina with stand and tree variables, Abstract and oral presentation. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Charpentier JP., Segura V., Sergent AS., Merlo E., Martínez-Meier A., 2019. Potential of use of near infrared spectroscopy for the prediction of certain wood properties and ecophysiological characteristics of trees. Oral presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Chauvin T., Segura V., Delzon S., Sergent AS., Dalla-Salda G., Martínez-Meier A., Chochard H., Rozenberg P., 2019. Potential of evolutionary adaptation fo Douglas-fir (*Pseudotsuga menziessi* Franco) to drought: role of resistance to cavitation, xylem microdensity and pit anatomical traits. Oral presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Diez JP., De Paz M., Sergent AS., Varela S., Dalla-Salda G., Martínez-Meier A., 2019. Preliminary results of the monitoring of the stem growth of the Cordilleran cypress (*Austrocedrus chilensis*) along it’s contiun area of distribution in Patagonia, Argentina. Oral presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Escobar-Sandoval M., Páques L., Nardin M., Millier F., Charpentier JP., Martínez-Meier A., Rozenberg P., 2019. Phenotypic plasticity of European larch (*Larix decidua*) tree-ring ot climate: variation along an altitudinal gradient in the French Alps. Oral presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Fernández ME., 2019. New insights into wood anatomy and function relationships: how Eucalyptus challenges what we already know”. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.

- Fernández ME., Barotto A., Martínez-Meier A., Gyenge J., Barigah T., Quiñones-Martorello A., Tesón N., Merlo E., Dalla Salda G., Monteoliva S., 2019. Functional role of Eucalyptus wood in terms of drought resistance traits: trends at interspecific and intraspecific levels, Disertación en XXV IUFRO World Congress, Curitiba, Brasil, 30 Sept-5 Octubre.
- Fernández ME., Gyenge J., Améglío T., 2019. Árboles para un futuro sustentable, Dictado de curso de postgrado co-avalado por Universidad Nacional de Mar del Plata y Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Bs. As. Tandil, Argentina, 19 al 21 de marzo
- García D., 2019. Los bosques, la producción forestal y el cambio global, Boletín de difusión digital Paisaje Rural, 19 de marzo.
- Gómez Berisso M., Lipovetzky J., Dalla-Salda G., Sergent AS., Varela S., Pérez M., Sofo Haro M.,.....Martinez-Meier A., 2019. High-resolution digital radiographic images of wood using CMOS image sensors. Oral presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Guillaumet A., Filippetti MC., Manavella RD., Meyer LC., Caballé G., Martínez-Meier A., 2019. Resistencia en flexión del pino ponderosa de la Patagonia norte, Argentina, Trabajo completo y póster. IV Congreso Latinoamericano de Estructuras de Madera. Montevideo, Uruguay, 18 al 20 de noviembre de 2019.
- Martínez-Meier A., Sergent AS., Dalla-Salda G., Caballé G., Rozenberg P., Fernández ME., 2019. ¿Qué calidad de madera produciremos en el futuro? Los desafíos de integrar el valor adaptativo y tecnológico de la madera en un clima cambiante. Revista Argentina Forestal REDFOR.ar, a la Revista Argentina Forestal. <https://redforestal.conicet.gov.ar/que-calidad-de-madera-produciremos-en-el-futuro-un-analisis-sobre-los-desafios-de-integrar-valor-adaptativo-y-tecnologico-ante-un-clima-cambiante/>
- Martin-StPaul NK., Sergent AS., Varela S., Barigah T., Cochard H., Delzon S., Dalla-Salda G., Martinez-Meier A., Gyenge J., Fernández ME., Rozenberg P., 2019. Which method to assess embolism resistance in trees? A comparison of 4 techniques on 5 native Patagonian species. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Mastrandrea C., 2019. Efectos del raleo en el crecimiento y algunas propiedades de la madera de Eucalyptus grandis en la Mesopotamia Argentina. Poster presentado a la Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Merlo E., Charpentier JP., Segura V., Caballé G., Santaclara Estévez O., Bertoldi I., Piñeiro M., Martinez-Meier A., 2019. Accuracy of methods and models to predict wood basic density in Eucalyptus globulus based on NIR spectroscopy in laboratory and field conditions. Oral presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Piñeiro M., Letourneau F., Caballé G., Santaclara Estévez O., Winck A., Mastrandrea C., Martínez-Meier A., Merlo E., 2019. Variation patterns of dynamic modulus of elasticity for 22 species across the European and American countries. Poster presentado a la Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Quiñones-Martorello A., Fernández ME., Martínez-Meier A., Gyenge J., Merlo E., Piñeiro M., Rozenberg P., Charpentier JP., Segura V., 2019. Functional and structural characterization (using NIRS spectra) of wood in juvenile individuals and adult trees of two Eucalyptus globulus clones growing in temperate Mediterranean climate in Galicia, Spain. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia "Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress" Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.
- Quiñonez-Martorello A., Fernández ME., Martínez-Meier A., Gyenge J., Merlo E., Piñeiro M., Rozenberg P., 2019. Functional and structural characterization (using NIRS spectra of wood in juvenile

individuals and adult trees of two adult trees of two *Eucalyptus globulus* clones growing in temperate Mediterranean climate in Galicia Spain. Poster presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.

- Rozenberg P., Chauvin T., Ruiz-Diaz M., Dalla-Salda G., Sergeant AS., Martinez-Meier A., Segura V., Fernández ME., Cochard H., 2019. The adaptive potential of Douglas-fir: twenty years of collaborative investigation. Oral presentation in Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.

- Rusch V., 2019. ¿Qué Bosque vos queres? Actividad de divulgación, Sala del Consejo Deliberante de San Carlos de Bariloche, Bariloche, Río Negro, 12 de marzo.

- Sergeant AS., Caballe G., Dalla-Salda G., Diez JP., Fernández ME., Martin-StPaul NK., Rozenberg P., Santaclara Estevez O., Varela S., Martinez-Meier A., Relaciones entre caracteres funcionales, adaptativos y tecnológicos de la madera en ciprés de la cordillera. Conferencia oral en XXV IUFRO World Congress. Curitiba, Brasil, 29 sept 5 October.

- Sergeant AS., Segura V., Charpentier JP., Dalla-Salda G., Fernández ME., Rozenberg P., Martinez-Meier A., 2019. Assessment of resistance to cavitation in cordilleran cypress using near-infrared spectroscopy. Conferencia Internacional TOPWOOD + LIA Forestia “Adapting forest ecosystems and wood products to biotic and abiotic stress” Hotel NH Bariloche Edelweiss, Bariloche – Patagonia, Argentina. 12 al 15 de marzo.

- Winck A., Martínez MI., Romberg E., Fassola H., Aquino D., Bohren A., 2019. Morphometry of tracheids of *Pinus taeda* L. from a pruning test in ne argentina. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 49, n. 3, p. 503 – 512, jul/set 2019. ISSN eletrônico 1982-4688 DOI: 10.5380/rf.v49 i3.59546

2020

- Caballé G., Diez JP., Letourneau F., Martinez-Meier A., 2020. HOJA INFORMATIVA Nº 19 ¿DONDE ESTÁ LA MADERA ESTRUCTURAL? Estudio de caso en pino ponderosa, Artículo de divulgación de publicación irregular, ISSN 2545-7195, Programa Nacional Forestal INTA

- Caballe G., Mastrandrea C., Wink A., 2020. Madera estructural, avances en su caracterización e inscripción. Seminario online, 20 de abril