



MEMORIA 2019



INSTITUTO FORESTAL
Abril 2020



INSTITUTO FORESTAL MEMORIA 2019

Editor
Santiago Barros Asenjo¹

¹ Ingeniero Forestal. Gerencia de Investigación y Desarrollo. Instituto Forestal, Chile sbarros@infor.cl



INFOR
INSTITUTO FORESTAL

Sucre 2397 Ñuñoa
Santiago – Chile
Fono: 56 2 23667115

www.infor.cl

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	7
ORGANIZACIÓN	9
Organigrama	10
Consejo Directivo	11
Plana Directiva	12
Personal	13
ÁREAS DE INVESTIGACIÓN	15
Área Información y Economía Forestal	16
Área Inventario y Monitoreo de los Ecosistemas Forestales	20
Área Silvicultura y Manejo de los Ecosistemas Forestales Nativos y Exóticos	25
Área Diversificación Forestal	55
Área Tecnología y Productos de la Madera	91
ANEXO	
Estados Financieros Resumidos Informe de los Auditores Independientes	106

PRESENTACIÓN

Nuestra institución cumple 59 años. Durante esta larga trayectoria, el Instituto Forestal ha atravesado momentos de diferentes características en un entorno cambiante y dinámico. En este camino de altibajos, la tendencia ha sido a irnos fortaleciendo cada vez más en nuestra actividad, que es la generación de conocimiento, la generación de información de calidad y la investigación aplicada en el ámbito forestal. Así INFOR ha logrado mantener su posición de referente en estos aspectos, siempre buscando cumplir el propósito de crear valor forestal para Chile.



Ello se ha construido, sin duda alguna, mediante la capacidad y compromiso de nuestros colaboradores y colaboradoras, en todos los estamentos. Pero también ha sido importante el sentido de responsabilidad, continuidad y de futuro de las administraciones pasadas, con un manejo financiero ordenado, que hoy nos permite enfrentar los desafíos del presente sin pesados lastres históricos.

En octubre comenzamos a vivir un proceso de movimiento social, que produjo a su vez una secuencia de instancias de reflexión y análisis sobre la realidad de nuestro país, y las expectativas de las personas respecto al futuro político, económico e institucional. Esto se tradujo en el diseño de una trayectoria democrática para discutir una nueva Constitución. Las expresiones violentas que acompañaron este proceso social y sus consecuencias, introdujeron elementos que alteraron nuestras circunstancias normales de trabajo, e hicieron necesario articular nuestra gestión en forma dinámica y flexible para continuar desarrollando nuestras actividades y seguir cumpliendo nuestro rol frente al sector forestal y la sociedad.

Pese a la situación antes descrita, los principales proyectos de INFOR continuaron su avance. En el período se ha desarrollado al igual que todos los años una cantidad de proyectos en las áreas de la Silvicultura y Manejo, la Información y Economía, la Diversificación Forestal, los Inventarios Forestales y la Tecnología y Productos de la Madera encargados por el Ministerio de Agricultura y diversos otros mandantes de los sectores público y privado. Dentro de estos proyectos, destacaremos los más significativos.

En octubre inauguramos en Concepción, con asistencia del Ministro de Agricultura, el Laboratorio de Madera Estructural, que coloca a INFOR en posición de principal referente cuando se trata de caracterización y propiedades de la madera estructural y de productos de ingeniería como elementos constructivos de madera. Este laboratorio está llamado a constituir un importante apoyo a las pymes madereras para que avancen en valor agregado hacia productos para la construcción.

Otro proyecto en curso de gran relevancia para nuestro sector y que se inició durante el período es el denominado "Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal, para el Desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera, a través de Bienes Públicos orientados al Sector de la Construcción", financiado por CORFO. Su objetivo apunta, a través del fortalecimiento de nuestra institución, a abrir espacio a la pequeña y mediana empresa maderera y también a nuevos emprendedores para agregar valor en el ámbito de la construcción en madera y la industria secundaria de la madera.

El proyecto Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos (SIMEF), permitirá tener en el país una plataforma de monitoreo e información que nos pone como país a la altura del Primer Mundo y nos posiciona para responder a diversos compromisos internacionales. Esta iniciativa, financiada por el GEF de las Naciones Unidas y apoyada por FAO, la Subsecretaría de Agricultura, CONAF y CIREN, responde a la necesidad que tiene el país de contar con información estandarizada, coordinada y actualizada de los ecosistemas forestales nativos de Chile. Gestiones ante DIPRES, por intermedio de la Subsecretaría de Agricultura, han hecho posible este año la incorporación permanente como actividad del Estado de esta plataforma más allá del final del proyecto, que en su versión internacional finaliza el 2020.

Hemos continuado avanzando en ordenar nuestro que hacer técnico científico en el marco de nuestra estructura organizacional matricial, comenzando a estructurar un plan quinquenal en materias de I+D+i. Es la primera vez que se elaborará un plan de esta naturaleza, lo que deberá ser norma para INFOR, ya que la institución, además de ejecutar iniciativas con impacto en el corto plazo en diversos territorios, tiene también la responsabilidad de ejecutar iniciativas con una mirada de mediano y largo plazo, y esto requiere planificar estratégicamente y con enfoque de Estado nuestro quehacer para lograr un mayor impacto y eficiencia.

Este año fueron seleccionadas 15 iniciativas de INFOR para presentación oral en el Congreso Mundial IUFRO que se desarrolló en Curitiba, Brasil, a principios de octubre. Esto constituye una gran distinción y un gran logro para nuestros investigadores.

Se desarrolló también durante el año un importante trabajo con el Ministerio de Medio Ambiente y CONAF para establecer los compromisos de reducción o captura (NDC) de gases invernadero que presentaría nuestro país en la COP 25, que finalmente se desarrolló en Madrid. Aquí fue fundamental el aporte de INFOR en el cálculo de captura de carbono de las distintas estrategias de forestación y restauración. También avanzamos en un proyecto para permitir financiar forestación a partir de certificados de carbono, el que se encuentra presentado al MMA para su desarrollo, y nuestra institución ha continuado participando en diversas iniciativas sectoriales, como el Consejo de Política Forestal y la Mesa de la Madera, en apoyo de las pymes madereras, entre el MINAGRI, el Ministerio de Economía y diversas otras instancias participativas en los territorios donde INFOR desarrolla sus actividades.

A lo largo de esta Memoria 2019, esperamos informar en forma completa a todos los diferentes actores sectoriales y la sociedad en general, sobre nuestra actividad técnica durante el año y de cómo hemos tratado de llevar los conocimientos e información desarrollados a nuestros públicos de interés.

Fernando Raga Castellanos
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

ORGANIZACIÓN

El Instituto Forestal (INFOR) es el organismo de investigación forestal del Estado de Chile, es un servicio adscrito al Ministerio de Agricultura y está constituido como una corporación de derecho privado. Su origen se remonta a 1961, cuando inicia sus actividades como un proyecto de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Gobierno de Chile, con el objetivo de apoyar el desarrollo forestal del país, el cual derivó en la posterior creación formal de la institución por el Gobierno de Chile en el año 1965.

Su dirección superior la ejerce el Consejo Directivo, el que a su vez nombra al Director Ejecutivo. Dicha instancia está compuesta por ocho miembros nominados por el Ministerio de Agricultura, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).

INFOR cuenta con cinco sedes que, de norte a sur, son Diaguítas en La Serena, región de Coquimbo; Metropolitana en Santiago, región Metropolitana; Bio Bio en Concepción, región del Bio Bio; Los Ríos en Valdivia, región de Los Ríos; y Patagonia en Coyhaique, región de Aysén. Además, a partir de 2016 cuenta con oficinas de proyectos en Castro, isla de Chiloé, región de Los Lagos, y Cochrane, región de Aysén, y desde 2018 en Linares, región del Maule y Futaleufu, región de Los Lagos. Esta presencia geográfica le permite a la institución cubrir adecuadamente con sus actividades técnicas desde las zonas áridas y semiáridas del norte hasta los bosques templados de la zona sur.

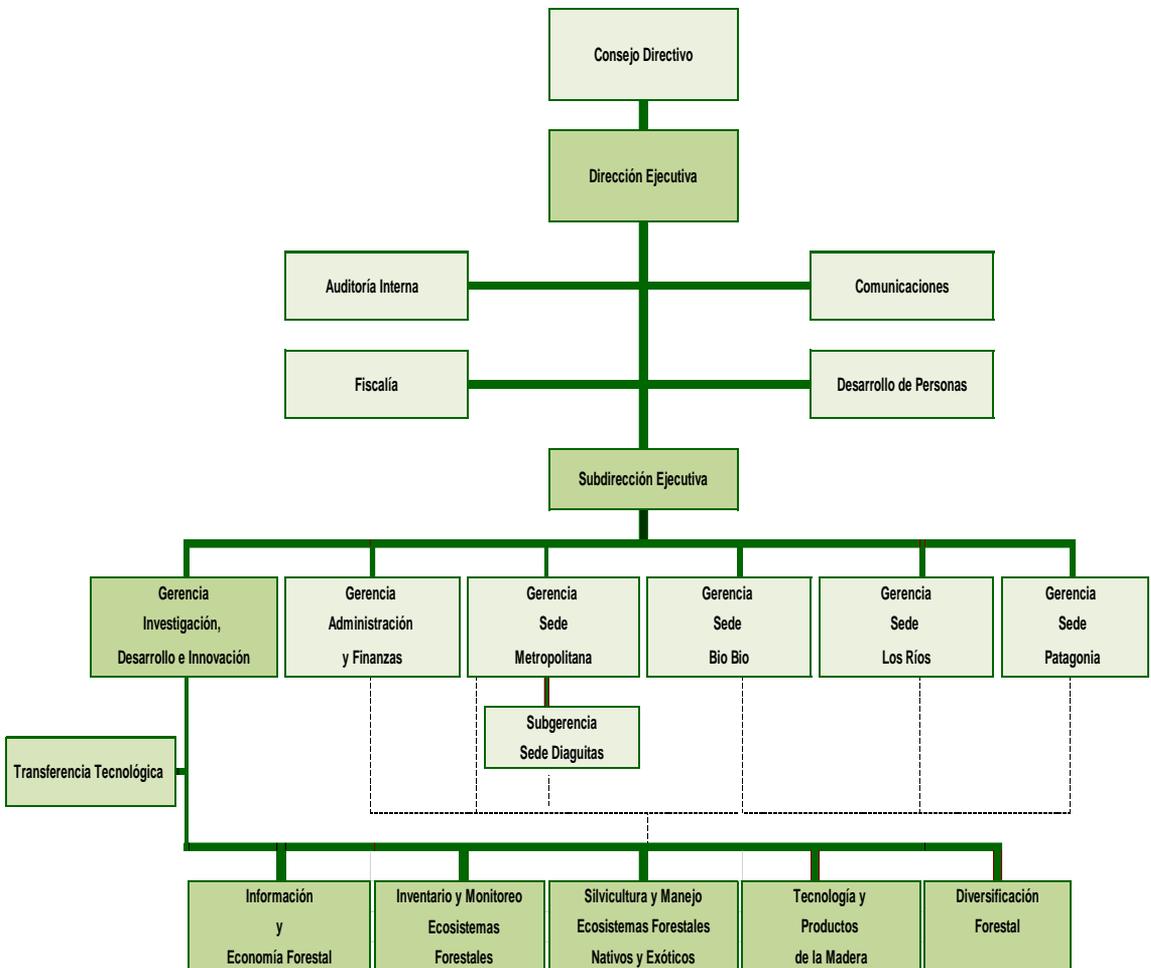


Organigrama

El quehacer técnico de INFOR está focalizado a través de sus sedes en regiones en cinco amplias áreas temáticas orientadas básicamente a la silvicultura, la información sectorial, los productos forestales, la diversificación forestal y el inventario y monitoreo de los recursos.

Cada una de estas áreas técnicas cuenta con un coordinador de área y con líneas de investigación en temas más específicos en donde se gestionan los diferentes proyectos de investigación encargados por MINAGRI, CORFO, Organizaciones Internacionales, otros servicios de MINAGRI, empresas del sector privado, fondos concursables y otros mandantes.

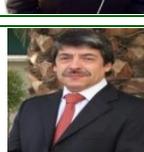
Las cinco grandes áreas de investigación operan transversalmente a través de las sedes, permitiendo así potenciar las capacidades y especializaciones de su personal técnico y dar adecuada respuesta a las demandas y necesidades regionales y nacionales.



Consejo Directivo

<p>Presidente Sr. José Manuel Rebolledo Cáceres Corporación Nacional Forestal CONAF</p>	
<p>Vicepresidente Sr. Manuel Martínez Bejar Corporación de Fomento de la Producción CORFO</p>	
<p>Consejero Sr. Francisco Bernasconi Gutiérrez Corporación de Fomento de la Producción CORFO</p>	
<p>Consejero Sr. Carlos Recondo Lavanderos Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP</p>	
<p>Consejera Sra. Aída Baldini Urrutia Corporación Nacional Forestal CONAF</p>	
<p>Consejero Sr. Juan José Ugarte Gurruchaga Corporación Chilena de la Madera CORMA</p>	
<p>Consejero Sr. Omar Jofré Fuentes Movimiento Unitario Campesino y de Etnias de Chile MUCECH</p>	
<p>Consejero Sr. Fernando Rosselot Téllez Asociación Pequeños y Medianos Industriales de la Madera PYMEMAD</p>	

Plana Directiva

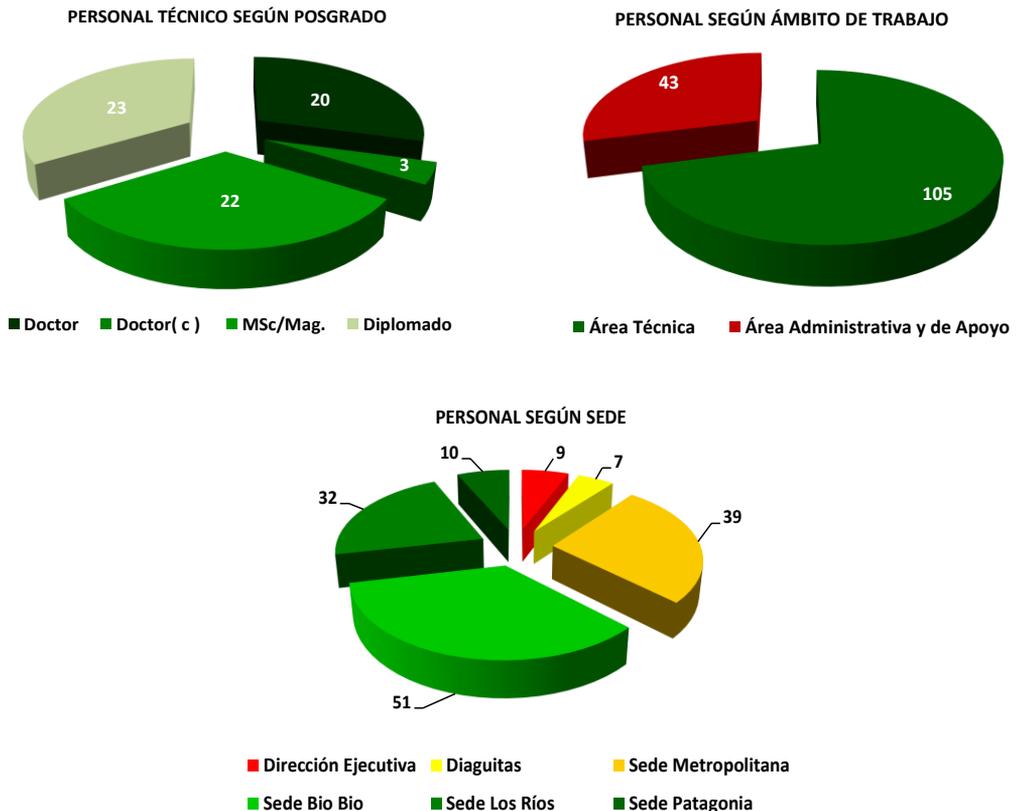
<p>Sr. Fernando Raga Castellanos Director Ejecutivo</p>	
<p>Sr. Hans Grosse Werner Subdirector Ejecutivo</p>	
<p>Sr. Rodrigo Mujica Hoevelmayer Gerente de Investigación, Desarrollo e Innovación</p>	
<p>Sr. Álvaro Sotomayor Garretón Gerente Sede Bio Bio</p>	
<p>Sr. Patricio Gonzalez Díaz Gerente Sede Metropolitana</p>	
<p>Sra. Alejandra Schueftan Hochstetter Gerente Sede Los Ríos</p>	
<p>Sr. Iván Moya Navarro Gerente Sede Patagonia</p>	
<p>Sra. Sandra Gacitúa Arias Subgerente Sede Diaguitas</p>	
<p>Sr. Armando Larenas Ibarra Gerente de Administración y Finanzas</p>	

Personal

Al 31 de diciembre del año 2019 la dotación de personal es de 148 personas. El 71% (105 personas) de este equipo humano se desenvuelve vinculado directamente con el desarrollo de temas técnicos en las diferentes áreas y proyectos de investigación de la institución y el 29% restante (43 personas) corresponde al personal que cubre las actividades administrativas y de apoyo.

Dentro del Estamento Técnico (105 personas), el 65% tiene estudios de postgrado; 22% estudios de doctorado, 21% estudios de master o magister, 22% estudios de diplomado y el 35% restante corresponde a ingenieros (forestales, comerciales, civiles) y técnicos forestales. Esto, considerando el mayor grado obtenido, dado que hay profesionales, principalmente ingenieros forestales, que tienen más de uno e incluso algunos tres (Dr., MSc. o Mg. y Diplomado). Dentro del Estamento de Administración y Servicios (43 personas) el 28% tiene estudios de magister o diplomado.

La mayor parte del personal del INFOR (94%) se desempeña en las sedes en regiones. El 56% del personal se concentra en las sedes Bio Bio y Los Ríos. Esta distribución geográfica de sus recursos humanos le permite a INFOR una significativa representación institucional en regiones y una adecuada atención a las demandas del sector forestal, desde la zona semiárida del norte hasta los bosques templados de las zonas sur y austral, incluyendo evidentemente aquellas regiones donde se concentra la mayor actividad forestal industrial del país.





**Sede Diaguitas
La Serena**

**Sede Metropolitana
Santiago**



**Sede Bio Bio
Concepción**

**Sede Los Ríos
Valdivia**



**Sede Patagonia
Coyhaique**

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

A fines del año 2014 el Consejo Directivo del Instituto Forestal determinó reordenar las áreas de trabajo de INFOR por macrotemas estratégicos amplios. Desde entonces el accionar técnico de la institución se había focalizado en cuatro grandes áreas temáticas permanentes con una visión de largo plazo, cada una de ellas con líneas de investigación más específicas con visión de corto y mediano plazo. En el año 2017 se incorporó una quinta área de trabajo, Diversificación Forestal, abriendo nuevas líneas o reagrupando algunas anteriores.

ÁREA INFORMACIÓN Y ECONOMÍA FORESTAL

Estadísticas Forestales

Estudios de la Industria Forestal

ÁREA INVENTARIO Y MONITOREO DE ECOSISTEMAS FORESTALES

Inventario Forestal Continuo

Adaptación y Mitigación al Cambio Climático

Ecosistemas Forestales y Agua

ÁREA SILVICULTURA Y MANEJO DE ECOSISTEMAS FORESTALES NATIVOS Y EXÓTICOS

Recuperación y Manejo Ecosistémico de Recursos Forestales Nativos

Gestión de Plantaciones Forestales

Conservación y Mejoramiento Genético

ÁREA DIVERSIFICACIÓN FORESTAL

Productos Forestales No Madereros

Diversificación de Especies para el Desarrollo Forestal

Desarrollo de Sistema Agroforestales

Biomasa Forestal y Energía

ÁREA TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS DE LA MADERA

Madera Estructural para la Construcción

Productos de Ingeniería en Maderas

- ÁREA INFORMACIÓN Y ECONOMÍA FORESTAL

El objetivo estratégico del Área es contribuir al desarrollo inclusivo del sector forestal chileno proporcionando información productiva, comercial y socioeconómica, de uso universal, que facilite y estimule la formulación de políticas y la toma de decisiones de actores públicos y privados.

Su desempeño técnico se concentra en la generación de estadísticas, desde la recolección periódica de datos en forma presencial y a distancia, su almacenamiento en bases de datos históricas, hasta la elaboración de documentos estadísticos. Para esto, el Área realiza una permanente revisión metodológica de los instrumentos de captura de datos y desarrolla y mantiene los sistemas informáticos *ad hoc*.

A partir de las estadísticas propias, más la generación de información específica y el apoyo de información proveniente de fuentes externas, el Área realiza estudios y análisis sobre la actividad forestal en Chile y en el exterior, con énfasis en los ámbitos industriales y comerciales.

Son de particular importancia los estudios que analizan la evolución de los distintos rubros de la industria forestal, la participación de la actividad forestal en la economía nacional y las tendencias en el mercado internacional de productos forestales.

Las actividades del Área se desenvuelven en un ambiente de relaciones estables de intercambio de información con instituciones nacionales e internacionales, entre las que se destacan: INE, Banco Central de Chile, CONAF, CORMA, PYMEMAD, ACHS, SUSES, SOFOFA, Servicio Nacional de Aduanas, Servicio de Impuestos Internos, FAO, CEPAL, RISI, FEA, y las empresas del sector

INFOR, mediante esta Área de Investigación, es el referente nacional e internacional en materia de información y estadísticas del sector forestal chileno.

Las líneas de investigación del Área son Estadísticas Forestales y Estudios de la Industria Forestal.

Estadísticas Forestales

El objetivo de la línea es proporcionar datos estadísticos sobre aspectos fundamentales de la realidad sectorial, que permitan interpretar y predecir su comportamiento y así tomar la mejor decisión o concluir un análisis, según sea el ámbito de acción de cada usuario de la estadística.

Las principales actividades en esta línea en el año 2019 fueron la realización del muestreo anual a la industria forestal primaria, el desarrollo del módulo de ingreso de astillas a la plataforma móvil, el desarrollo del módulo de residuos en el sistema de aserrío y la elaboración, el levantamiento en IDE-MINAGRI del Mapa de la Industria Forestal primaria 2019 y la edición de 11 publicaciones estadísticas.

Estudios de la Industria Forestal

La línea tiene por objetivo elaborar y difundir estudios sobre aspectos socioeconómicos y comerciales de la actividad forestal, aportando análisis que contribuyan al desarrollo de esta actividad y a la comprensión de su aporte al bienestar del país.

Entre las actividades desarrolladas en el año 2019 destaca la incorporación de análisis a los capítulos que conforman el Anuario Forestal, la actualización y mantención del sitio web de estadísticas de INFOR, incluyendo el levantamiento en web del Mapa de la Industria Forestal Primaria 2019, y la elaboración y edición de 12 publicaciones, entre las que se destaca la incorporación de un nuevo boletín estadístico: Subproductos Madereros de la Industria del Aserrío.

Proyectos de Investigación

El Área tiene una fuerte participación en el proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal (INFOR), orientado al desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera (ISM). En su segundo año de ejecución, los principales resultados alcanzados por el Área en este proyecto se materializan en el estudio El Mercado de la Madera Aserrada para Uso Estructural en Chile, además de la capacitación del equipo de investigadores en temas de construcción, el desarrollo del sistema informático para madera aserrada estructural, presentaciones en seminarios, realización de talleres de difusión con actores de la cadena de comercialización, visitas a proyectos emblemáticos de construcción en madera y elaboración de artículos para medios de comunicación, entre otros.

Actividades de Transferencia

En cuanto a actividades de transferencia, investigadores del Área realizaron una gira a Uruguay con el objeto de conocer las razones del exitoso y rápido desarrollo de la actividad forestal en ese país, junto con dar a conocer el trabajo que realiza el Área. Se visitó diversas instituciones y empresas del sector, reuniendo una gran cantidad de información y contactos que fueron incorporados a la red de intercambio de información del Área.

Publicaciones

El Área generó en el período 23 publicaciones a través de sus líneas, todas ellas disponibles en formato digital en <http://wef.infor.cl> y algunas de ellas también en formato impreso. Estas publicaciones son:

Anuario Forestal 2019 (edición bilingüe, anual): El Anuario Forestal es publicado por INFOR desde 1971. Este documento concentra el conjunto de información estadística del sector, generada por INFOR y por otras instituciones públicas y privadas del país, junto con un análisis por capítulo temático. Se entrega series estadísticas en ámbitos como indicadores macroeconómicos nacionales y sectoriales, recursos forestales, consumo industrial de madera en trozas, producción industrial, comercio exterior, precios de bienes en el mercado nacional y

de exportación, transporte, disponibilidad de madera y ocupación en la actividad forestal.

Exportaciones Forestales (trimestral): Publicación que INFOR elabora desde el año 1977. Entrega una completa visión de las exportaciones forestales que realiza Chile en cuanto a productos, empresas y países de destino, permitiendo la comparación con períodos anteriores a través de cuadros y gráficos. Las exportaciones se entregan en cantidad y en valor FOB acumulado al mes de edición y a esto se agrega la evolución de los precios de los productos forestales y otros antecedentes de interés, como puertos de embarque y carga movilizada.

Boletín Bosque Nativo (semestral): Entrega información estadística y breves análisis sobre la industria nacional asociada a este recurso forestal en relación con el volumen de producción de madera aserrada, los principales aserraderos que trabajan con maderas nativas y las exportaciones de variados productos forestales relacionados a estas especies.

Importaciones Forestales (anual): Se publica desde el año 2002 y entrega información detallada sobre el comercio de entrada de productos forestales a Chile, en cuanto al tipo de producto, su país de origen y las empresas que desarrollan esta actividad, incluyendo un análisis a nivel nacional por producto, en valor CIF y cantidad importada.

Directorio Industria Forestal Primaria 2019 (anual): Contiene un listado de las empresas de la industria primaria de transformación de la madera actualizado anualmente con los antecedentes básicos que permiten identificar y contactar a las empresas productoras de madera aserrada, astillas (centrales de astillado y astilladores integrados a aserraderos), embalajes y madera hilada, postes y polines, tableros y chapas, y pulpa y papel. En este directorio los aserraderos están clasificados por rangos de producción y por orden alfabético.

Industria del Aserrío 2019 (anual): Presenta los principales antecedentes de esta actividad económica correspondiente al año calendario anterior, incorporando series estadísticas que permiten efectuar comparaciones históricas. En su primera sección, este documento incluye indicadores de la industria del aserrío a nivel nacional, tales como producción de madera aserrada, abastecimiento de trozas, destino de la madera aserrada, mano de obra empleada, aspectos tecnológicos de la industria, volumen de madera aserrada impregnada y seca en cámara, precios y monto estimado de las inversiones realizadas. La segunda sección de este documento detalla antecedentes de la industria del aserrío tanto a nivel regional como provincial.

Sector Forestal Chileno 2019 (anual): Versión resumida del Anuario Forestal, bilingüe y editado en formato de folleto de divulgación.

Mercado Forestal (trimestral): Se publica desde noviembre de 2004. Incluye en sus primeras páginas los elementos e indicadores que marcan la coyuntura económica nacional e internacional. Luego contiene un artículo sobre las cifras de exportaciones forestales más recientes disponibles, documentos de análisis,

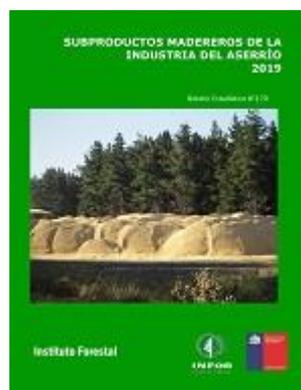
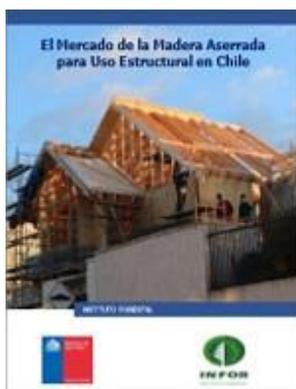
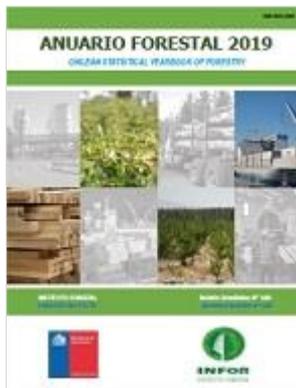
noticias y un conjunto de series de precios de productos forestales tanto en el mercado externo como en el interno.

Boletín Productos Forestales No Madereros (semestral): Contiene las cifras más recientes de las exportaciones chilenas de este segmento de productos, sus países de destino y las empresas involucradas. Además, incluye un análisis de un tema destacado y antecedentes técnicos de un producto no maderero seleccionado o información de las actividades de INFOR en el ámbito de los PFNM.

Boletín Precios Forestales (trimestral): Este boletín se publica desde 1987 y entrega los precios en el mercado nacional de los principales productos forestales comercializados. Incluye precios de rubros como productos silvícolas, madera en trozas, postes, polines, maderas tratadas, madera aserrada, madera cepillada, madera dimensionada y tableros y chapas.

La Industria de Tableros y Chapas de Madera 2019: Caracteriza la industria nacional de tableros y Chapas, incluyendo su evolución histórica, la producción industrial del rubro y el consumo de materia prima (madera en trozas y astillas). Además, se destacan la producción y las exportaciones de los tableros de mayor participación: tableros contrachapados, tableros MDF, tableros MDP y tableros OSB. En Anexo, se entrega un Directorio de todas las empresas productoras de Tableros y Chapas en Chile.

Subproductos de la Industria del Aserrío 2019: Esta es la primera edición de este documento que presenta y analiza los volúmenes de subproductos (corteza, lampazos, aserrín, virutas y despuntes) generados por los aserraderos del país en el año calendario anterior al de edición, así como la evolución histórica de los últimos años. El documento presenta estadísticas de producción de subproductos por región (Valparaíso a Magallanes), por tamaño y tipo de aserraderos, por clase de subproducto y su primer destino. La publicación estará disponible durante el segundo semestre de cada año.



- ÁREA INVENTARIO Y MONITOREO DE ECOSISTEMAS FORESTALES

El propósito del Área es mantener y mejorar datos e información para asegurar la integridad de los ecosistemas forestales del país y de esta forma favorecer un uso sustentable de los bienes y servicios que ellos proveen, siendo este propósito coherente con la misión del Instituto Forestal de crear, mantener y mejorar el valor de los bosques en beneficio de la sociedad.

Para ello, en el largo plazo, se recurre a una estrategia monitoreo de Presión-Estado-Respuesta (PSR), donde el estado y condición de los ecosistemas constituye una línea de investigación por sí misma (Inventario Forestal continuo), mientras que el seguimiento de los elementos de presión que atentan o modifican la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y la respuesta de la sociedad, son objeto de estudio a través de las líneas de investigación de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático y, Ecosistemas forestales y Agua.

El Área de trabajo de INFOR constituye la base de seguimiento de las tendencias que muestran los recursos comprendidos en el territorio nacional, como monitoreo, esta área ha cubierto todos los bosques nativos y plantados del país, dando cuenta de su actual estado y condición en sus diversas componentes, ya sea biofísica o sanidad. En este contexto, el área visualiza varios campos de posibles mejoras, tanto en lo tecnológico como en lo metodológico, dando paso a nuevas metodologías y tecnologías a utilizar en busca de mediciones de mejor precisión, calidad y oportunidad.

Inventario Forestal Continuo

En el contexto del enfoque PSR esta línea de investigación da cuenta del estado y condición de los bosques en sus existencias, crecimiento, relación con los usufructuarios y su diversidad, proveyendo antecedentes en apoyo a la gestión de políticas públicas e iniciativas productivas privadas.

El objetivo estratégico de esta línea de Investigación es proveer datos e información continua y oportuna respecto del estado y condición de los ecosistemas forestales actuales y futuros.

En el año 2019 se terminó, implementó y lanzó al público usuario nacional la plataforma computacional operativa del proyecto GEF Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (<https://simef.minagri.gob.cl/>), la que permite acceder a diversos contenidos del sector forestal chileno. En el contexto del programa de Inventario Forestal Nacional, que comprende seguimiento de dimensiones biofísica, socioeconómica y de biodiversidad asociadas a los bosques, se logró bajo el monitoreo biofísico inventariar una superficie de 3,069 millones de hectáreas de bosques nativos del país en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Los Lagos. Del mismo modo, el monitoreo de biodiversidad del Inventario avanzó realizando muestreos en la región de Magallanes, correspondiente a dos unidades que cubrieron más de medio millón de hectáreas. En tanto, el monitoreo socioeconómico efectuó análisis de datos recabados el período previo, para alimentar reportes. Todas estas entradas se reflejaron en la generación de un informe técnico, disponible en línea desde el sitio del Inventario Forestal Nacional (<https://ifn.infor.cl>).

Adicionalmente, en lo que respecta a plantaciones forestales, se completó la meta anual de actualización de todas las superficies de plantaciones forestales del país, cubriendo las regiones de Coquimbo a Aysén. En lo que atañe a plantaciones forestales, también se realizó el estudio de disponibilidad futura de madera de pino oregón en conjunto con actores relevantes del sector forestal. Este estudio constituye una entrada de información de importancia para la planificación de recursos forestales en el corto y mediano plazo, beneficiando principalmente a pequeñas y medianas empresas, así como propietarios de bosque.

Por último y en el contexto de difusión y transferencia, se completó en conjunto con FAO LAC el primer diplomado en Ecosistemas Forestales en el Ordenamiento Territorial: Herramientas para una Gestión Sustentable.

El Diplomado tuvo inicialmente 61 matriculados, de los cuales 25 eran mujeres, y 36 hombres. Fueron retiradas 9 personas que no participaron de las actividades iniciales. Al final, se entregaron certificados a 47 participantes (20 mujeres y 27 hombres), 31 de los cuáles obtuvieron la mención de Sobresaliente. El Diplomado contó con un grupo de aproximadamente 50 participantes activos.

Adaptación y Mitigación al Cambio Climático

Los efectos del cambio climático se manifiestan a escala global producto del aumento de los gases de efecto invernadero. En este escenario, el clima y el bosque están relacionados directamente a través de una dependencia de los bosques a las variables climáticas que le permiten su desarrollo. Además, los bosques son una parte importante del ciclo global de carbono, ya que a través del proceso de fotosíntesis remueven el carbono de la atmósfera.

Bajo la resolución de esta problemática, esta línea en el contexto de la adaptación provee pautas de comportamiento para los bosques futuros, de forma de evitar efectos traumáticos e irreversibles en la oferta de bienes y servicios que se generan desde los ecosistemas forestales del país, tanto plantados como nativos. El rol de esta línea es adelantar escenarios plausibles mediante herramientas de simulación y proyección futura, promoviendo soporte y sustento científico a los entes tomadores de decisión, y en el contexto de la mitigación, la línea busca generar información para conocer en forma detallada el rol de los ecosistemas forestales en el balance de carbono del país.

El objetivo estratégico de la línea de investigación es contribuir a generar estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático, que permitan apoyar la mantención y mejoramiento de la integridad de los ecosistemas forestales, asegurando la provisión sustentable de bienes y servicios.

Durante el 2019 se avanzó en la validación y prueba del modelo dinámico de vegetación para la adaptación al cambio climático de ecosistemas forestales. Se realizó toda la recopilación de información para la actualización del inventario de gases de efecto invernadero de la serie temporal 1990-2018. Se continuó con el levantamiento de información de carbono del suelo. En el contexto de REDD+, se elaboraron los mapas de variación de carbono en bosques permanentes entre las regiones del Maule y Los Lagos

incorporando nuevos diagramas de manejo de densidad para los tipos forestales Coihue-Rauli-Tepa y Roble-Hualo, los que se suman a los diagramas de manejo de densidad de Roble-Rauli-Tepa, Lenga, Siempreverde Canelo. En el contexto de la actualización de la Contribución Nacional del país, se realizaron proyecciones de largo plazo para evaluar distintas medidas forestales de mitigación en el contexto de carbono neutralidad al 2050.

Ecosistemas Forestales y Agua

Esta línea de investigación está orientada a contribuir a mejorar la calidad y cantidad de recursos hídricos para los distintos actores de la sociedad bajo el concepto de sustentabilidad de los ecosistemas. Esta temática se sustenta en el cumplimiento de tres objetivos específicos que se trabajan de manera simultánea. El primer objetivo consiste en generar conocimiento respecto a la hidrología forestal y prácticas de manejo de los ecosistemas que permitan el aseguramiento de la disponibilidad de agua a los distintos actores de la sociedad, mientras los objetivos segundo y tercero en la puesta en marcha y mejoramiento continuo de un programa de monitoreo de recursos hídricos y el desarrollo e implementación de un programa de transferencia de información sobre el funcionamiento de los ecosistemas y su relación con los recursos hídricos.

El objetivo estratégico de esta línea de investigación es generar y transferir información técnico-científica en el ámbito del monitoreo de los ecosistemas forestales vinculados a la generación de recursos hídricos y la conservación del suelo.

Las principales actividades del año 2019 se orientaron a:

Generación de investigación: Las actividades desarrolladas se enmarcan en la creación de nuevo conocimiento y métodos para entender la relación entre los ecosistemas forestales, el agua y las personas. Producto de la colaboración con la Universidad Austral de Chile y la Universidad de Concepción, y la colaboración internacional, se desarrollaron trabajos orientados a:

a) Determinar el rol que juegan los bosques ribereños (*buffers* o áreas de amortiguación) en el control de la exportación de nutrientes en ambientes silvoagropecuarios,

b) Generar modelos de intervención territorial para la construcción de indicadores ambientales asociados al monitoreo del agua mediante la incorporación de las dimensiones locales y sociales.

c) Recomendar acciones de manejo de cuencas y agua en un contexto internacional.

Se logró publicar de 3 artículos científicos en revista de corriente principal:

The Role of Streamside Native Forests on Dissolved Organic Matter in Forested and Agricultural Watersheds in Northwestern Patagonia. Muestra las diferencias existentes en 10 parámetros vinculados a la materia orgánica disuelta (DOM) en el agua de esteros que drenan cuencas dominadas por bosques nativos (referencia), plantaciones forestales y terrenos agrícolas. La investigación propone

la utilización de indicadores asociados a la cantidad y la calidad del DOM, como una herramienta para la identificación de áreas prioritarias para iniciar acciones de conservación y restauración de bosques aledaños a los cursos de agua, y la importancia de los bosques ribereños para regular el control de nutrientes en ambientes agropecuarios y la necesidad de su regulación.

Participación Local en el Manejo de Cuencas Forestales: Diseño y Análisis de Experiencias en Microcuencas de Abastecimiento de Agua con Plantaciones Forestales en el Centro Sur De Chile: Plantea la necesidad de integrar la visión y participación de las comunidades locales en el manejo y monitoreo de cuencas forestales vinculadas al consumo humano del agua. EL estudio describe y analiza un modelo de intervención territorial en dos estudios de caso localizados en la región del Bio Bio, haciendo referencia a la construcción colectiva de un *set* de indicadores orientados al monitoreo local del agua y la incorporación de las dimensiones locales y sociales asociada a buenas prácticas de manejo forestal. La investigación establece que la participación y fortalecimiento de capacidades y saberes locales, es clave en procesos de gobernanza, tanto del uso del agua como de los territorios.

Managing Forests for Both Downstream and Downwind Water: Liderado por la Dra. Irena F. Creed de la Escuela de Medioambiente y Sustentabilidad de la Universidad de Saskatchewan, Canadá. plantea la importancia de considerar las conexiones entre bosques, agua y personas como un sistema integrado, sosteniendo la necesidad de generar políticas que conduzcan a estrategias que reduzcan pérdida de bosques e incrementen la tasa de forestación con intervenciones colectivas que integren escalas desde lo local a lo continente, donde una gestión holística de la relación entre los bosques y las personas permitirá aportar en resolver problemas de disponibilidad de agua y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

Generación de información: En el programa de la zona sur se continuó con el monitoreo de una estación experimental de Largo plazo, Futa 1 y 2, con visitas mensuales que han permitido capturar obtener registro de caudales desde octubre de 2015 a la fecha. También se continuó con el monitoreo de cuencas forestales vinculadas al consumo humano del agua (Cuencas Proveedoras de Agua) y se inició un estudio asociado al monitoreo de variables sociales asociadas al uso del agua en ambientes rurales.

Respecto al monitoreo de cuencas forestales vinculadas al consumo humano del agua, se continuó con la búsqueda nuevas cuencas proveedoras de agua (CPA) y la validación de la información de límites y usos de suelo. La búsqueda de nuevas cuencas se concentró en la Región de Aysén, lográndose identificar 42 captaciones de agua que se vinculan a programas de agua potable rural. En visitas a diversas localidades en terreno se validaron 9 captaciones provenientes de cursos de agua superficial, las que fueron la referencia para delinear la cuenca o área tributaria, que en conjunto suman aproximadamente de 26.512 hectáreas.

Actualmente, la base de datos contiene un registro de 186 CPA desde la Región Metropolitana hasta la Región de Aysén, sumando una superficie aproximada de 450 mil hectáreas y se vinculan a 191 Comités de Agua Potable Rural, que abastecen aproximadamente a 660.000 personas. La información biofísica, (límites, usos de suelo,

etc.) de las CPA y de los usuarios del agua ha sido sistematizada en los archivos digitales para su lectura geoespacial y en bases de datos, información que se encuentra disponible para uso público en el módulo Manejo de Cuencas de la plataforma www.bosquesyagua.cl.

Respecto del monitoreo de variables sociales asociadas al agua se desarrolló el instrumento denominado Encuesta-Diagnóstico social del agua en sectores rurales, el cual fue aplicado a modo piloto a una muestra de 87 familias localizadas en el sector de Los Pellines, comuna de Valdivia. El levantamiento de información, orientada a identificar las principales temáticas asociadas al abastecimiento de agua para consumo humano en sectores rurales, es el primer esfuerzo por ampliar el análisis más allá de los tópicos netamente forestales.

En materia de transferencia tecnológica, se realizaron diversas actividades vinculadas a la transferencia de información respecto a la relación entre los ecosistemas forestales y agua, entre las cuales se cuentan el mejoramiento de la plataforma www.bosquesyagua.cl, la organización de un seminario de Investigación de Largo Plazo, talleres de campo y diversas charlas) y reuniones de trabajo técnico con la comunidad e instituciones públicas y privadas.

Por su alcance, destaca la plataforma www.bosquesyagua.cl, la cual, pese a que a la fecha no se ha realizado actividades asociadas a la difusión de esta herramienta, entre los meses de agosto y diciembre del 2019 registró un total de 2.391 visitas, siendo usuarios estudiantes (45%), academia (23%) y organizaciones gubernamentales (9%). Esta plataforma, en permanente mejoramiento, durante 2019 tuvo importantes mejoras en de los sistemas de visualización y administración de usuarios, los que han permitido que esta herramienta cumpla con los objetivos planteados inicialmente respecto a la integración del conocimiento con la toma de decisiones, y el esfuerzo institucional de sistematizar la información una sola base de datos con una aproximación al territorio, como es el caso de las cuencas proveedoras de agua.



-ÁREA SILVICULTURA Y MANEJO DE ECOSISTEMAS FORESTALES NATIVOS Y EXÓTICOS

El objetivo de esta área es crear y transferir conocimiento que permitan mantener y mejorar la oferta de bienes y servicios que entregan los ecosistemas forestales en Chile, en el marco del reconocimiento de su multifuncionalidad, la sustentabilidad en las estrategias de gestión y manejo, los escenarios de cambio climático y las particularidades de los territorios.

El área desarrolla su trabajo a través de tres líneas de investigación.

Restauración y Manejo Ecosistémico de Recursos Forestales Nativos: Crea y transfiere conocimientos científicos y tecnológicos para el uso sostenible de los recursos y ecosistemas forestales nativos, incluyendo el desarrollo de bienes y servicios derivados, la restauración y recuperación de formaciones vegetacionales y la generación de información relevante para el sector forestal, en los ámbitos económico, social y ambiental.

Gestión de Plantaciones Forestales: Crea y transfiere conocimientos científicos y tecnológicos para el mejoramiento continuo de la productividad y gestión sustentable de las plantaciones forestales, en los ámbitos del establecimiento y manejo de las plantaciones forestales en la pequeña y mediana propiedad, aumentando el valor de sus productos y servicios.

Mejoramiento y Conservación Genética Forestal: Crea y transfiere conocimientos científicos y tecnológicos para la conservación y el mejoramiento de los recursos genéticos forestales aumentando el valor de sus productos y servicios en los ámbitos económico, social y ambiental.

Restauración y Manejo Ecosistémico de Recursos Forestales Nativos

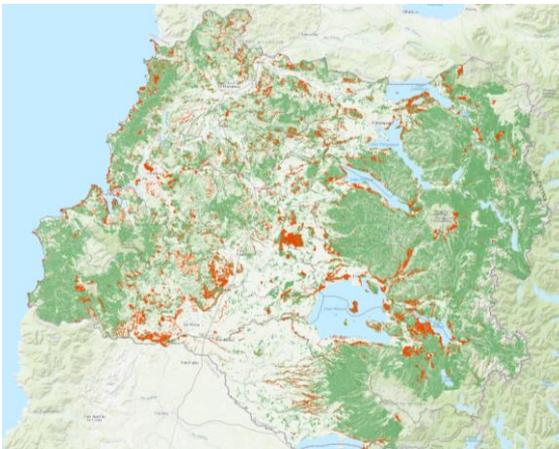
Esta línea de investigación durante el año 2019 estuvo enfocada en tres programas de investigación que se ejecutaron en gran parte del territorio, incluyendo las Sedes Diaguitas, Bio Bio, Los Ríos y su Oficina Chiloé, y Patagonia, con un total de 28 profesionales.

A través de las distintas sedes se están desarrollando actividades de investigación orientadas al desarrollo de las bases teóricas asociadas a la restauración de bosques nativos degradados; al manejo silvícola de diferentes especies y tipos forestales, como lingue (*Persea lingue*), Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe y Tipo Forestal Lengua; y a técnicas de restauración de formaciones naturales de especies amenazadas, como chañar (*Geofroea decorticans*), y en áreas en que las formaciones naturales de diferentes especies, como ruil (*Nothofagus alessandrii*) y ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) han sido fuertemente alteradas por incendios o por acción antrópica.

- Programa Restauración de Bosques Nativos Degradados

Este programa se ejecuta en la región de Los Ríos. El Reporte 2019 considera la restauración de bosques nativos degradados, considerando una revisión de los principales

aspectos teóricos de la teoría de la resiliencia, así como de conceptos relacionados, tales como umbrales, múltiples estados, disturbios, memoria ecológica, entre otros, los cuales son relevantes tanto en la dinámica como en la recuperación de bosques nativos. Considerando los impactos y la historia de uso de los bosques nativos en Chile, se destaca la potencialidad de la definición de degradación forestal de Ghazoul *et al.* (2015)², basada en la teoría de la resiliencia y expresada como una sucesión forestal interrumpida, con una regeneración forestal fuertemente inhibida o reducida. Se describen los principales impactos de disturbios antrópicos sobre los atributos y procesos clave de los bosques. Adicionalmente, se destaca la importancia del muestreo de gradientes de disturbios, dada su utilidad en la determinación de variables y sus correspondientes umbrales ecológicos en la dinámica de recuperación de los bosques. Se incluyen los aspectos metodológicos del muestreo realizado en la Precordillera Andina de la Región de los Ríos. Se avanza en la determinación cartográfica de bosques degradados en zonas potencialmente productivas en la Región de Los Ríos. Se cuenta con información espacial de las áreas con potencial de restauración en zonas de no-bosque en la región de Los Ríos, y se desarrolla y diseña una guía de evaluación rápida de estados de conservación de bosques nativos.



MAPA DE ÁREAS POTENCIALMENTE PRODUCTIVAS EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS

- Programa Restauración Ecosistemas de Alto Valor Ecológico

Este programa se ejecuta en las regiones de Atacama, Coquimbo, Maule, Bio Bio y Los Lagos. El Reporte 2019 considera los avances para la restauración con chañar (*Geofroea decorticans*), ciprés de Las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y otras especies con vulnerabilidad ecológica, considerando evaluación de técnicas de propagación y de restauración. Al respecto, se generan antecedentes referentes a protocolos de producción de plantas y/o técnicas de propagación de especies arbóreas y/o arbustivas con problemas de conservación para utilizarse en programas de restauración, como papayo silvestre (*Carica chilensis*). Se realiza monitoreo fenológico de papayo silvestre. También considera

² Ghazoul, J.; Burivalova Z.; Garcia-Ulloa, J. and King, L., 2015. Conceptualizing forest degradation. Trends Ecol. Evol.30:622–32

la evaluación del efecto de dos técnicas de establecimiento en zonas semiáridas para plantas de chañar y como se afectan las variables fisiológicas y morfológicas, ambas técnicas buscan optimizar el aprovechamiento de la disponibilidad de agua en el suelo para facilitar la restauración de este tipo de ecosistemas.



En la zona mediterránea se evalúan los efectos de un incendio forestal en su tercer año, en términos de la recuperación de la estructura del dosel, química del suelo, diversidad y abundancia de especies arbóreas y arbustivas de un bosque y matorral del Tipo Forestal Roble-Hualo, ubicado en la región del Maule. A su vez se comienza el estudio a largo plazo de la capacidad de semillación de ruil en rodales de la Reserva Nacional Los Ruiles, región de Maule, los que se caracterizan en términos de composición y abundancia, así como parcelas de regeneración. Se caracteriza la capacidad germinativa de la especie.



También se monitorean formas innovadoras de restauración de bosques nativos en el territorio insular de Chiloé, mediante la plantación en bosques turbosos y de monte de ciprés de las Guaitecas, con énfasis en el monitoreo de la semillación de la especie y de su fenología, y en la definición de atributos estructurales de bosques inalterados, como base para la restauración.



- Programa Tratamientos Silvícolas para el Bosque Nativo con Enfoque Ecosistémico

Este programa se ejecuta en las regiones de Bio Bio, Los Ríos y Aysén. El Reporte 2019 considera propuestas de técnicas silvícolas que favorecen la regeneración de ecosistemas forestales en Chile (lingue, Tipos Forestales Roble- Raulí- Coigüe y Lengua).

Los resultados 2019 corresponden al avance anual de investigaciones de mediano y largo plazo en las temáticas silvícolas de bosque nativo.

Se consideran propuestas técnicas orientadas a determinar los factores que influyen en el éxito del establecimiento de la regeneración y/o plantación suplementaria en ecosistemas forestales de la zona centro, sur y austral de Chile.

Se evalúan y establecen nuevas áreas de monitoreo en bosques de lingue de la zona central. Se analizan y describen dasométricamente rodales naturales de lingue ubicados en la Región del Bio Bio; dos de ellos en la zona de Nacimiento y un tercero en las cercanías de Coihueco.

Se presenta una descripción general de los rodales estudiados, describiendo su estructura horizontal, vertical, diamétrica y de composición de especies. Se analiza también un ensayo con lingue establecido en Cañete, que tiene por objetivo evaluar el efecto del espaciamiento inicial y de protectores (malla raschel) sobre la supervivencia y desarrollo de las plantas.



En las regiones de los Ríos y La Araucanía, se evaluó el crecimiento de los renovales del Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe, sujetos a cortas intermedias. La investigación buscó dar respuestas a las siguientes interrogantes respecto del manejo de renovales de roble: ¿Hasta qué edad y calidad de sitio es posible tener una respuesta favorable al raleo? ¿Pensando en una silvicultura intensiva, se está aprovechando el potencial del sitio?, ¿Qué es lo más recomendable desde el punto de vista económico para un renoval que tiene una estructura de desarrollo avanzada, hacer un raleo o hacer una corta de regeneración?

Los resultados permitirán generar propuestas silvícolas que apunten establecer la pertinencia y la oportunidad de las cortas intermedias, considerando las características de los sitios. Además de generar proyecciones económicas para el manejo y la obtención de productos madereros que permitan recuperar la capacidad productiva de los sitios.



En la zona austral de Chile, se analizó el crecimiento de renovales de lenga sujetos a cortas intermedias. Los resultados obtenidos permitirán generar propuestas silvícolas que consideren el efecto de la competencia y las características de los sitios en el crecimiento de los rodales, además de establecer intervalos de tiempo óptimos para la realización de los raleos.



Actividades de Transferencia

-Stand en Expobosque Chiloé Febrero de 2019, Notuco, Chonchi.

-Presentación en Jornadas Forestales de Patagonia Sur (JFPS) y el IV Congreso Internacional Agroforestal Patagónico (CIAP) en Ushuaia, Argentina (abril de 2019). Se realizó una Charla magistral denominada “Restaurar ecosistemas forestales: el gran desafío del siglo XXI” y la presentación oral “Restaurar no es solo plantar: Lecciones luego de 10 años restaurando cipresales”.

-Presentación en el VI Curso Internacional Restauración a Escala de Paisaje en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales, Santiago, Chile (6-10 de mayo de 2019). El trabajo presentado se denominó “10 años Restaurando Cipresales en el Sur de Chile”

-Charlas agroeducativa, Tierras Blancas, región de Coquimbo (junio 2019).

-Organización de los V Temporales de la Ciencia de Chiloé, julio 2019.

-Participación en Encuentro EPYMA Villarrica 2019. Diseño y Construcción con Maderas de Alto Valor. 25 Julio 2019. Villarrica. En esta actividad también se desarrollaron presentaciones sobre manejo forestal sustentable del bosque nativo.

-Participación en seminario “Estudio de Métodos y Técnicas Silvícolas para la Recuperación de Formaciones Xerófitas con Presencia de *Myrcianthes coquimbensis*, *Carica chilensis* y

Cordia decandra, especies en estado de conservación de la Región de Coquimbo”, La Serena, región de Coquimbo (3 de septiembre de 2019).

-Organización y realización de I Curso de Restauración en Chiloé en septiembre de 2019.

-Participación en Charla sobre Modelos alternativos de desarrollo forestal y su vinculación con el pueblo Mapuche. Miércoles 11 septiembre 2019. Impartida en la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile. Valdivia.

-Presentación en el VII Congreso Chileno de Ciencias Forestales, Concepción, Chile (8-10 de octubre de 2019). La presentación se denominó “Eficiencia en el Manejo de Riego para la Viverización de Plantas Nativas – Implicancias sobre la Calidad de Planta”.

-Presentación oral en la XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, desarrollado en la Provincia de Misiones, Argentina (17-19 octubre 2019). El trabajo presentado se denominó “Evaluación de la Regeneración en Renovales de Roble-Raulí-Coigüe Intervenidos Mediante Cortas en Fajas en la Región de Los Ríos, Centro-Sur de Chile”.

-Presentaciones orales en el congreso IUFRO, Curitiba, Brasil (29 septiembre – 5 Octubre 2019). Trabajos presentados:

- An Approach to Restore Functionality and Productive Capacity of Degraded Native Forests in South-Central Chile.
- Evaluation of a Thinning under Silvopastoral Approach in *Nothofagus antarctica* (ñirre) in Chilean Patagonia.
- Necesidad de Nuevos Enfoques para el Manejo de Bosques Nativos del Centro Sur de Chile: Una Propuesta a Partir de la Degradación Forestal.

-Realización de la Jornada Técnica de la Línea de Investigación “Restauración y Manejo Ecosistémico de Recursos Forestales Nativos”, se desarrolla los días 5 y 6 de noviembre de 2019 en la ciudad de Valdivia.

-Se realizan talleres con CONAF para capacitar a profesionales y extensionistas en el uso de la pauta de evaluación rápida de estados de degradación.

-Charlas Técnicas sobre técnicas de producción de plantas Universidad de Concepción, julio y agosto de 2019, Concepción, Chile (3).



Publicaciones

Acevedo M.; Álvarez C.; Cartes E.; Dumroese K.; González M. 2019. Production and establishment techniques for the restoration of *Nothofagus alessandrii*, an endangered keystone species in a Mediterranean forest. *New Forests* 51, pages 159–174. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09724-x>

Alvarez, C.; Acevedo Tapia, M.; González, M.; Dumroese, R. Kasten; Cartes, E.; Quiroz, I. 2019. Field Establishment Techniques for Guindo Santo, an Endemic Species from Central Chile. *Tree Planters' Notes* Volume 62, Numbers 1 & 2: 35-43 (Spring/Fall 2019).

Bannister J.; Travieso G.; Galindo N.; Acevedo M.; Puettmann K.; Salas-Eljatib C. 2019. Shrub influences on seedling performance when restoring the slow-growing conifer *Pilgerodendron uviferum* in southern bog forests

Burger A.; Bannister J.; Galindo N.; Vargas-Gaete R.; Vidal O.; Schlegel B. 2019. Browsing evidence of the native and near-threatened Pudu Puda Deer in restoration plantings on Chiloé Island, Chile. *Gayana Botanica*. 76(1): 24 - 33.

Bustamante, J.; Salinas J.; Moya, I. 2019. Sistema de secado artificial de madera por deshumidificación una opción para pequeños productores de madera de la región de Aysén. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR, Chile*, 25 (2): 37 -48.

Cartes Rodríguez, E.; Acevedo Tapia, M.; González, M.; Álvarez, C.; García Rivas, E.; Mena, Pilar. 2019. Manual de manejo de riego y fertilización en viveros de plantas a raíz cubierta. *INFOR. Manual* 51. 110p.

Pinilla, J.C.; Luengo, K.; Navarrete, M.; Larraín, O. 2019. Análisis del crecimiento y la regeneración en respuesta a tratamientos silvícolas en bosque nativo: alternativas productivas más sustentables asociadas a Lingue (*Persea lingue* (R. et P.) Nees ex Kopp", *Ciencia e Investigación Forestal INFOR, Chile*, 25 (3): 67-80.

Rosales, J.; Esquivel, E.; Acevedo Tapia, M.; González, M.; Cartes, E. 2019. Situación pre y post-incendio, de un ecosistema del tipo forestal Roble-Hualo, Región del Maule, Chile. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* (Enero - Junio, 2019) 16(38): 55-68.

Salinas, J.; Riquelme, F.; Acuña, B.; Uribe, A. 2019. Crecimiento de renovales de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. & Endl.) Krasser) en el sur austral de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR, Chile*, 25 (3): 35 -66.

Vergara-Asenjo, G.; Schlegel, B.; Little, C.; Martín, M.; Mujica, R. 2019. ¿Degradación o degradado? Necesidad de una propuesta conceptual para recuperar la funcionalidad y capacidad productiva de los bosques nativos de la zona centro sur de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal INFOR Chile*, 25 (1): 69 -79.

Gestión de Plantaciones Forestales

Esta línea de investigación, durante el año 2019, le da continuidad a su programa “Gestión eficiente de plantaciones forestales orientados a pequeños propietarios forestales”, contando para su desarrollo con la colaboración de 5 profesionales de la Sede Bi Bio.

Es sabido que, entre las regiones del Maule y Los Ríos se concentra gran parte de las plantaciones forestales del país, con una participación importante de pequeños y medianos productores. No obstante, las plantaciones establecidas por este segmento de propietarios presentan baja productividad; entre un 20 y 50% menor respecto de las que establecen las grandes empresas. Entre las principales brechas que provocan esta situación se observan deficiencias técnicas, tanto en el establecimiento como en el manejo, sin mayor criterio productivo o con intervenciones inoportunas.

Para avanzar en el propósito de disminuir las brechas tecnológicas y mejorar la productividad de los pequeños y medianos propietarios, este programa pretende generar y sistematizar información, y difundir y transferir tecnología, para el mejoramiento de las capacidades técnicas de este sector.

Es así que, en este período, el programa se enfocó en la generación de información sobre plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios y el estado actual de la superficie afectada por los incendios de la temporada 2017. La finalidad es entregar a profesionales, técnicos, pymes madereras, productores forestales y propietarios en general, información técnica relacionada con la superficie de plantaciones forestales en manos de pequeños propietarios presentes en las 3 regiones de mayor representatividad en este ámbito (Maule, Ñuble y Bio Bio), en las cuales se quemaron superficies importantes, y con la evolución observada en dichas superficies, en términos del estado en que se encuentran y las intervenciones que se han realizado. Se revisan las brecha técnica que se aprecian en las nuevas plantaciones con el objeto de contar con antecedentes que permitan mejorar las capacidades técnicas que promuevan una gestión más eficiente del recurso en su generación, mantención y producción.

Se continúa con la evaluación de las unidades de manejo de monte bajo de eucalipto establecidas por este mismo programa durante el 2018, a fin de proporcionar antecedentes para un estudio de mediano plazo, cuyo objetivo es aportar con información técnica sobre el manejo de bosques de *Eucalyptus globulus* provenientes de monte bajo, buscando contar con elementos que permitan una mejor toma de decisiones para la utilización de la regeneración natural de esta especie como herramienta de gestión para la restauración productiva de bosques en las regiones de Ñuble y Bio Bio.

En el mismo sentido, se comienza con la generación de antecedentes técnicos y económicos sobre el uso de la regeneración natural de *Pinus radiata* como herramienta de gestión para la restauración productiva de bosques afectados por incendios. En esta primera fase se realizan mediciones para la caracterización de la regeneración natural de dos zonas de la región del Bio Bio que fueron afectadas por los incendios forestales del año 2017, y de la respuesta de dicha regeneración ante la aplicación de alternativas de manejo, así como también información sobre los costos implicados en su aplicación.



Actividades de Transferencia

Charla sobre "Establecimiento y manejo de plantaciones en pequeñas propiedades" en curso de capacitación realizado en el marco del proyecto FIA Piloto de Innovación Territorial en la Comuna de Florida, Región del Biobío.

Difusión de documentos técnicos en página web Agente de Difusión y Extensión Forestal (<https://asisma.cl/ade/>)

Publicaciones

Nota técnica "Línea base de conocimiento en establecimiento y manejo de plantaciones forestales de pequeños propietarios de la Provincia de Arauco, Región del Biobío" (Ciencia e Investigación Forestal V. 25, N 3, 2019).

Mejoramiento y Conservación Genética Forestal

Esta línea realiza investigación sobre técnicas y herramientas de mejoramiento genético y biotecnología para aplicarlas en mejorar la productividad de los recursos forestales y la conservación de los mismos. Desarrolla programas de Conservación Genética como por ejemplo de *Araucaria araucana*, reintroducción de especies forestales nativas en la pequeña propiedad y rehabilitación funcional de bosque nativo degradado. Para el resguardo del material genético mantiene Bancos de Germoplasma de material vegetal y micológico y un Banco *in vivo* constituido por más de 100 ensayos genéticos de primera y segunda generación de especies exóticas y nativas para fines de producción de madera y adaptación a variables ambientales.

También realiza actualización de información en alrededor de 20 unidades de producción de semilla mejorada derivada de los programas de mejoramiento genético. El equipo humano de esta línea trabaja en alianza con universidades para el desarrollo de tesis de pregrados en temas forestales, biotecnología vegetal y bioingeniería, y para el desarrollo de proyectos de I+D+i. Además, se han conformado redes internacionales con instituciones equivalentes al quehacer de INFOR tanto en Sudamérica como en Europa.

La línea de Investigación se divide en 3 programas o focos de investigación y desarrollo: Conservación de Recursos Genéticos, Mejoramiento Genético y Genética de Comunidades

- Programa Conservación de Recursos Genéticos

Este programa se encarga de resguardar y mantener material genético obtenido en diversos programas de conservación y mejoramiento genético realizados por INFOR. Este material está disponible en Bancos de Germoplasma de semillas, explantes y de hongos y puede ser usado para el mejoramiento genético avanzado, investigaciones o emprendimientos de la Institución o terceros para aportar a la sustentabilidad y sostenibilidad del sector forestal chileno. Adicionalmente los investigadores asociados a este programa representan a INFOR como la Autoridad Científica de la Flora en el Comité CITES Chile. Además, realizan actividades de transferencia en mesas técnicas, talleres y congresos que fortalecen la optimización de recursos y el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías.

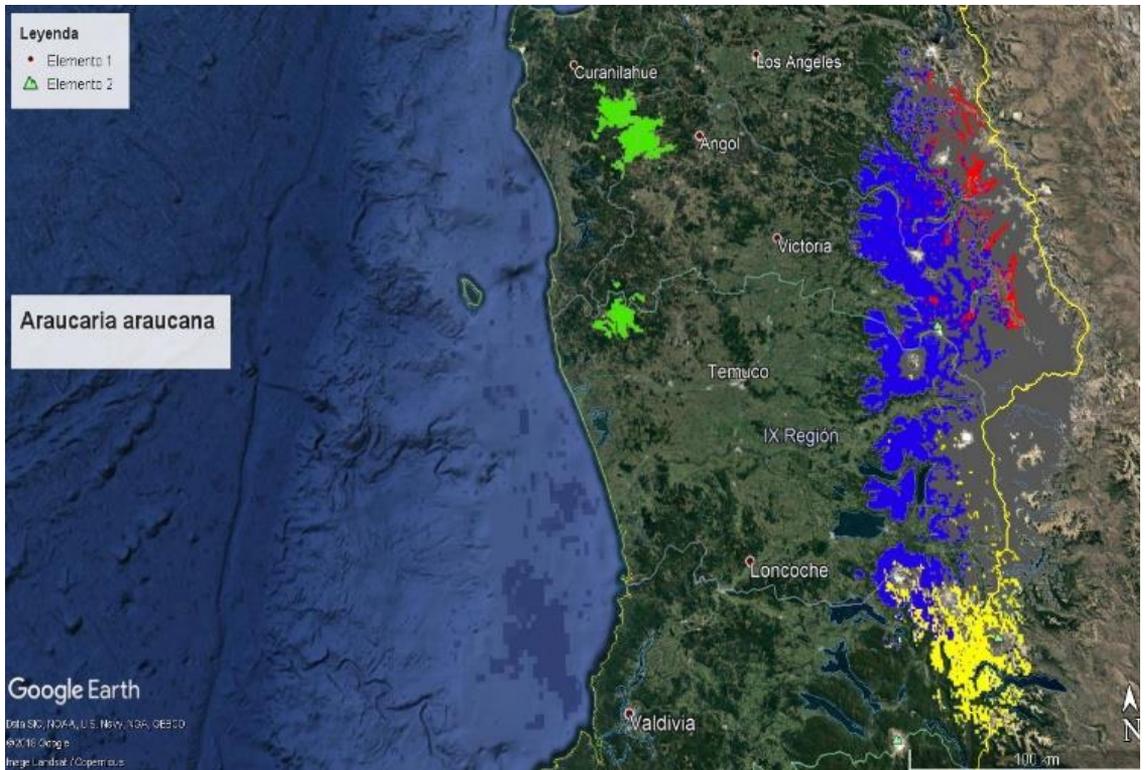
Bancos de Germoplasma y Especies Amenazadas

Durante 2019 se incorporaron al Banco de semillas alrededor de 20 kg de semillas limpias de las especies raulí (1,9 kg), roble (0,5 kg), madroño (3,7 kg), corcolén (0,7 kg), ciprés de la cordillera (0,6 kg), peumo (9,8 kg), quillay (0,6 kg), guindo santo (0,05 kg) y arrayán (0,3 kg), entre otras.



PROCESAMIENTO DE SEMILLA DE CORCOLÉN, ELIMINACIÓN DE HOJAS Y POSTERIOR REMOJO PARA REMOVER LA PULPA DEL FRUTO Y EXTRAER LA SEMILLA

En esta última temática de especies amenazadas, durante 2019 se continuó con la producción de plantas y monitoreo de crecimiento de *Araucaria araucana* en el vivero Carlos Douglas (CMPC S.A.) concluyéndose el año con el establecimiento de un ensayo de Conservación Genética de la especie de 5,2 ha en la Reserva Nacional de Coyhaique, sector El Enfriadero. Fueron establecidas 418 familias que representan las 5 zonas ecológicas de la especie; Zona 1: Parque Nacional Nahuelbuta o Costa Norte; Zona 2: Villa Las Araucarias o Costa Sur; Zona 3: Andes Norte; Zona 4: Andes medio; Zona 5: Andes Sur,



VISTA GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE 418 PROGENIES DE ARAUCARIA EN VIVERO (2018-2019). ZONAS ECOLÓGICAS DONDE SE EXTRAJO LA SEMILLA DE LA ESPECIE, ZONA 1: PARQUE NACIONAL NAHUELBUTA O COSTA NORTE; ZONA 2: VILLA LAS ARAUCARIAS O COSTA SUR; ZONA 3: ANDES ROJO O ANDES NORTE; ZONA 4: ANDES AZUL O ANDES MEDIO; ZONA 5: ANDES AMARILLO O ANDES SUR



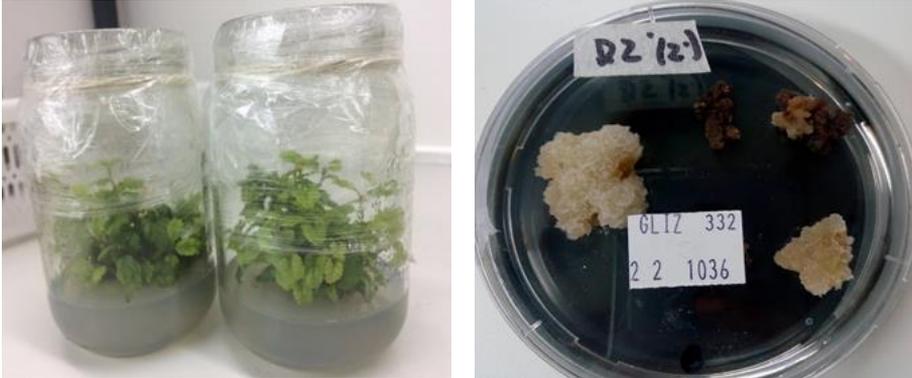
PREPARACIÓN SUELO PARA PLANTACIÓN DE ARAUCARIA. SECTOR EL ENFRIADERO DONDE SE ESTABLECIÓ EL ENSAYO DE CONSERVACIÓN Y POR ÚLTIMO VISTA PARCIAL DE LA PLANTACIÓN

Adicionalmente, se realizó una cosecha complementaria de semilla de araucaria (40 familias) en la Cordillera de Nahuelbuta, dado que la especie en ese punto de su distribución fue declarada en peligro de extinción puesto que la enfermedad que afecta a la especie se ha detectado más agresiva en esa localización. El proceso de producción de plantas de estas familias también se inició en el vivero Carlos Douglas.



COSECHA DE SEMILLAS DE ARAUCARIA CON ZARANDEO DE LAS PIÑAS, MÉTODO MENOS INVASIVO COLECTA DE LOS PIÑONES E IDENTIFICACIÓN DE MADRES (FAMILIA)

En el Banco de Germoplasma vegetal o de micropropagación, durante 2019 se realizó el traspaso de medio de cultivo de los 82 clones que compone el Banco de Germoplasma, como actividad complementaria se iniciaron estudios de embriogénesis somática de semilla madura de *Araucaria araucana* (protocolos de desinfección e inducción) y mantención de equipos de laboratorio.



MATERIAL CULTIVADO DE LENGUA DE 12 AÑOS EN CULTIVO. CRECIMIENTO Y OXIDACIÓN DE CALLOS EMBRIOGÉNICOS DE A. ARAUCANA A LAS 3 SEMANAS DE EVALUACIÓN

En el Banco de Micología institucional en Concepción se realizaron trabajos de mantención del material colectado y aislado, procedente de las regiones de O'Higgins, Maule, Bio Bio, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. En total, se manejaron 556 cepas de diversos hongos para su mantención.

Se realizó también la introducción de 59 cepas nuevas al Banco de Micología. Como desglose de las cepas recolectadas y aisladas, se agregó un total de 39 cepas para la región de O'Higgins, 17 cepas de la región de Los Ríos y 3 cepas de la región del Bio Bio.



SEPARACIÓN DE HONGOS RECOLECTADOS, SISTEMA DE CONSERVACIÓN MICELIAR DE LOS HONGOS A TRAVÉS DEL CULTIVO *IN VITRO* (*Suillus bellini*)

Durante el periodo, en el marco de la Mesa Apícola Nacional se implementaron las acciones contempladas en el Proyecto Piloto para Producción de Mielles Monoflorales de *Eucalyptus spp* y Poliflorales Nativas en Áreas de Restauración bajo Manejo Sustentable CERTFOR, pertenecientes a las empresas CMPC y Arauco, en localidades de las provincias del Bio Bio y de Arauco, respectivamente. Los apicultores seleccionados son preferentemente de la Red Apícola Nacional, con importante experiencia en la producción apícola, y con equipamiento e implementos para la instalación, manejo, cosechas (centrifugas) y producción de las mieles. Además, son parte del Programa Oficial de Trazabilidad Animal del SAG que contiene el Formulario de Registro de Apicultores y Declaración de Apiarios. A partir del mes de octubre se inició el proceso de preparación e instalación de colmenas en los sitios puestos a disposición por las empresas. Los apicultores participantes correspondieron a 7 con 30 colmenas propias cada uno.



PRODUCCIÓN DE MIELES BAJO MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE CERTFOR. PLANTACIONES DE EUCALIPTOS EN RUCAMANQUI, CURSOS DE CAPACITACIÓN A LOS APICULTORES, COLMENAS INSTALADAS EN PREDIO CHUMULCO Y APICULTORES CERTIFICADOS

En el caso de la empresa Arauco, se utilizaron adicionalmente terrenos con bosque nativo para la instalación de colmenas. Se esperan las primeras producciones de miel para los meses de enero a marzo 2020, las que una vez fiscalizadas en su proceso de producción, almacenamiento y envasado serán certificadas con sello CERTFOR y/o PERF bajo el Estándar de Cadena de Custodia. INFOR procederá a hacerse cargo de la caracterización de estas mieles tanto en sus propiedades físico-químicas como botánicas.

En el marco de la participación del equipo de trabajo en el accionar operativo de INFOR como Autoridad Científica CITES, se destaca la realización de dos estudios de

especies CITES solicitados por la Autoridad Administrativa (CONAF) y la generación de antecedentes técnicos para la inclusión como especie CITES de la palma chilena.

Dentro de los primeros se está desarrollando la actualización y elaboración de Dictámenes de Extracción no Perjudicial para especies nativas (*Araucaria*, Alerce, Ciprés de la Guaitecas en apéndice I y *Eulychnia acida* y *Echinopsis chiloensis* en apéndice II).

El segundo estudio involucra la generación de material de referencia para *softwares* de reconocimiento de especies e involucra a las especies *Araucaria araucana*, *Fitzroya cupressoides* (alerce), *Pilgerodendron uviferum* (ciprés de las Guaitecas), *Eulychnia acida*, *Echinopsis chiloensis* (colla) y *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*, y algunas especies de los géneros *Copiapoa* o *Eriogyne*.



**MADERA DE ALERCE. MADERA DE ARAUCARIA. RAMA Y HOJAS DE ALERCE.
PLANTA DE *Eriogyne chilensis* var. *Albidiflora***

Por último, durante el año 2019 se realizó una visita para verificación de reubicación de Plantel Parental y zona de devolución al medio de plantas de *Araucaria araucana* propuesto por Vivero Certificado CITES, Jardín Pehuén de Curacaví. La localización a inspeccionar corresponde a Predio particular Sector Candelaria, camino al volcán Villarrica, comuna de Pucón.



ASPECTO GENERAL DE LA ZONA DE DEVOLUCIÓN DE PLANTAS DE ARAUCARIA. PARTICIPANTES DE LA VISITA, FUNCIONARIOS DE CONAF, PROPIETARIO DEL PREDIO Y PROPIETARIO DEL VIVERO CITES

Participación en Red Nacional de Bancos de Germoplasma. Implementación Plataforma Grin Global y Definición de ATM (Acuerdo de Transferencia de Material).

Durante el año 2019 se efectuaron cinco reuniones técnicas entre los cuales se elaboró el documento final de Acuerdo de Transferencia de Material Genético (ATM) entre las instituciones públicas y privadas participantes. Entre sus actividades se desarrolló un curso para la instalación de la plataforma Grin Global (Sistema desarrollado por USDA). Este curso se desarrolló entre el 3 y 4 de septiembre de 2019 en INIA Quilamapu, dictado por bioinformático de INIA.

Este Sistema presenta varias herramientas o programas para su uso, como son las de Administrador, Curador, Buscador, Administrador y sitio web con el carro de pedidos. En el curso se accedió a las herramientas de Curador y la de Buscador y visualizándose ejemplos del sitio web.

El Sistema Grin-Global puede ser instalado de varias maneras, ya sea de forma local, en red interna o red abierta. La instalación corresponde a una base de datos SQL SERVER con el modelo de datos de Grin-Global y programas clientes que manejan dicha base que se instala en cada equipo de los usuarios, que cumplen la función de curadores.

Este modelo de datos, según lo señalado en el curso, es bastante amplio y debería cubrir las necesidades de registro de cualquier institución que maneje recursos fitogenéticos. También se pueden agregar variables no contempladas en dicho modelo, lo cual permite adaptarse a cualquier necesidad de manejo de datos.



VISTA PARTICIPANTES AL CURSO DE GRIN GLOBAL Y VISITA A LABORATORIOS DE INIA QUILAMAPU

En diciembre de 2019 se procedió a la estandarización de la información de la plataforma Grin Global y su instalación en el servidor de INFOR, de modo de poner a disposición de usuarios nacionales e internacionales el germoplasma disponible en las distintas entidades y que pudiera ser susceptible de intercambio. En esta misma línea, la red a través de ODEPA ha puesto a disposición un formato de ATM que debería ser utilizado para los intercambios de germoplasma.

- Programa Mejoramiento Genético

El programa se orienta a incrementar progresiva y sostenidamente la productividad de los recursos forestales mediante la formulación y ejecución de programas de mejoramiento genético destinados a mejorar atributos de propósito general, como volumen y forma, y de otros rasgos específicos, como propiedades de la madera y tolerancia de los árboles a condiciones ambientales adversas: Todo lo anterior con el objeto de mejorar el desempeño y rendimiento productivo de las plantaciones de especies forestales nativas y exóticas. Inicialmente concentró sus esfuerzos en mejorar caracteres de propósito general de especies comerciales tradicionales, después incorporó programas de mejora del mismo tipo para especies nativas, posteriormente se abocó a desarrollar programas destinados a mejorar atributos específicos que resultan relevantes en la productividad de las especies forestales, entre estos últimos mejorar tolerancia a sequía o frío o reducir la incidencia de tensiones de crecimiento en la madera.

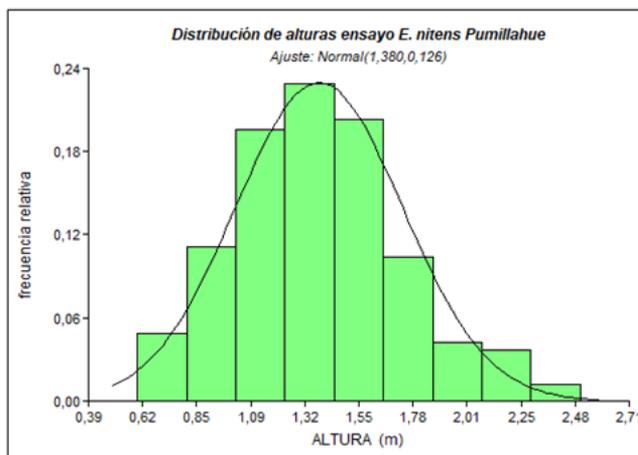
En los últimos años el programa se ha dedicado a la mantención y seguimiento de los proyectos anteriores de modo de aprovechar la información de sus diferentes ensayos para hacer progresar gradualmente los distintos programas de mejoramiento iniciados en el pasado, así como aprovechar su material genético para conformar fuentes de semilla mejorada a partir de los individuos de mejor desempeño. También ha incursionado en la incorporación y ponderación de tecnologías alternativas para complementar las labores de mejora genética con aplicaciones de hormesis e inducción de mutagénesis, ambas utilizando tecnología nuclear para aplicación controlada de radiación gamma en tejidos vegetales en nivel exploratorio.

Durante el año 2019 se continúa con trabajos destinados a crear y transferir conocimientos científicos y tecnológicos para la conservación y el mejoramiento de los

recursos genéticos forestales y aumentar el valor de sus productos y servicios, realizando las actividades de investigación, difusión, vinculación y fortalecimiento de capacidades internas que se detallan a continuación.

Seguimiento Programas de Mejoramiento Genético

El programa continuó con su finalidad de generar información técnica para apoyar decisiones respecto a material genético idóneo para uso productivo, así como avanzar en el desarrollo de los programas vigentes para dirigirlos hacia las siguientes generaciones de mejora. En tal contexto midió y evaluó ensayos de progenies de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, y utilizó los resultados para elaborar una publicación técnica que permite difundir la información generada. El material evaluado corresponde a progenies de individuos selectos; en el primer caso progenies de polinización abierta de clones de un huerto semillero clonal conformado por individuos de *E. globulus* seleccionados en función de su crecimiento y forma, y en el segundo progenies de polinización abierta de árboles seleccionados en un programa de mejoramiento genético para la reducción de las tensiones de crecimiento de la madera. Atendiendo a la constatación de una elevada supervivencia en ambas especies y a la detección de diferencias estadísticamente significativas de altura entre progenies dentro de cada especie, se identifican las familias e individuos de mejor desempeño en cada situación, los cuales serán candidatos preferentes para conformar una siguiente generación de mejora, masificarse en plantaciones operacionales y utilizarse para la conformación de fuentes de semilla mejorada, en la medida que las evaluaciones posteriores confirmen las tendencias observadas.



EVALUACIÓN DE ENSAYOS GENÉTICOS

Vinculación y Establecimiento Fuente Semilleras

Paralelamente con la evaluación de ensayos, se realizará la evaluación y monitoreo de injertos de árboles selectos de esas dos especies de eucaliptos, para el establecimiento de un huerto semillero y un banco clonal. Las labores se enmarcan en un convenio de colaboración suscrito a fines de 2018 con la empresa Servicios Forestales El Lingue Ltda.,

para colaborar y coordinar recursos humanos y materiales con el fin de posibilitar la instalación de un huerto semillero clonal de *Eucalyptus nitens* y un banco clonal de *Eucalyptus globulus*, a partir de material selecto de ambas especies identificado por INFOR en el marco de sus actividades de mejoramiento genético para aumentar la productividad de especies de eucalipto, y conformar estructuras para la producción y comercialización de semilla genéticamente mejorada.

Los injertos fueron evaluados a fines de verano e inicios de primavera de 2019, ocasión esta última en que se inventarió la existencia de rametos y se calculó el prendimiento por especie y clon. La evaluación de la necesidad de reinjertación y de la participación de INFOR en tal labor se efectuó en función de la disponibilidad de injertos y de los compromisos y plazos estipulados en el convenio suscrito con la empresa contraparte para el establecimiento del banco y huerto clonales acordados, constatándose un prendimiento y supervivencia de 20 clones de *E. nitens*, 17 de *E. globulus*, a partir de los cuales se efectuará reinjertación para multiplicar el número de rametos por clon y enterar la cantidad requerida para establecer el huerto y banco clonal acordados. Los procedimientos para tales labores están cautelados en el convenio suscrito para tal efecto.



INJERTOS DE INDIVIDUOS SELECTOS DE *E. globulus* Y *E. nitens* PARA CONFORMAR BANCOS Y HUERTOS DE SEMILLA MEJORADA

Tecnologías Nucleares

Una nueva línea de investigación en este programa apunta a explorar la posibilidad de aplicar tecnologías nucleares como mutagénesis y hórmesis en el mejoramiento genético y conservación forestal. En este contexto, durante el año 2019 fue adjudicado el proyecto CHI5O52 “*Application of nuclear, molecular and biotechnological techniques to improve the adaptation and growth of native and exotic forest species facing climate change*”, presentado

conjuntamente por INFOR y CCHEN (Comisión Chilena de Energía nuclear) ante la *International Agency of Atomic Energy (IAEA)*.

El proyecto, cuya ejecución en su primera etapa se efectuará entre los años 2020 y 2021, implica incorporar capacidades tecnológicas (equipamiento), asistencia de expertos del IAEA y especialización de profesionales en el extranjero, para establecer un laboratorio de biología molecular que permita identificar y seleccionar material genético con mutaciones de interés productivo obtenido mediante su exposición controlada a diferentes dosis de radiación gamma.

La radiación gamma y otros agentes mutagénicos se ha aplicado en el mejoramiento de cultivos agrícolas, donde ha generado numerosas nuevas variedades de cultivo. Por el contrario, su utilización en el ámbito del mejoramiento genético forestal es incierta y no existen antecedentes relevantes de aplicación exitosa de la misma. Consecuentemente, resulta de interés explorar su potencial aplicación y dilucidar mediante investigación objetiva el mérito y potencialidad de esta tecnología en el contexto forestal.



IRRADIADORES DE COBALTO⁶⁰ Y CESIO¹³⁷ DE LA CCHEN, DISPONIBLES PARA EXPERIMENTACIÓN EN GERMOPLASMA Y TEJIDOS VEGETALES FORESTALES. SEDE IAEA EN VIENA, AUSTRIA. ALGUNOS EJEMPLOS DE CULTIVOS SOMETIDOS A RADIACIONES GAMMA.

En este mismo contexto, INFOR y CChEN firmaron un Convenio de Colaboración Técnica, confidencialidad y propiedad intelectual.

CHCHEN posee dos irradiadores experimentales para irradiar al material seleccionado en dosis adecuadas que estimulan los procesos fisiológicos que mejoran el

enraizamiento de la germinación o el crecimiento de las especies en estudio (hormesis) o inducen mutaciones que a su vez aumentan la variabilidad genética de las especies en riesgo.

INFOR y la CCHEN, tienen intereses comunes en cuanto al uso de tecnologías nucleares para el mejoramiento vegetal en especies forestales, a través de la aplicación de radiación gamma, así como la generación de redes para incorporación de técnicas moleculares que complementen el desarrollo de estas técnicas. El objetivo básico del Convenio radica en posibilitar la cooperación, complementación y coordinación de ambas instituciones para generar programas y proyectos de investigación, capacitación, asesorías y asistencia científico-técnica y prestación de servicios, aprovechando en mayor y mejor medida sus recursos científicos, materiales y humanos, favoreciendo sus fines y objetivos institucionales y mejorando su contribución al desarrollo forestal del país.

Las instituciones también acordaron que cualquier información que pueda ser intercambiada o facilitada y haya sido generada por alguna de ellas, tendrá por finalidad única y exclusiva su uso en los fines y objetivos de este convenio, y deberá mantenerse bajo estricta confidencialidad y reserva, absteniéndose de traspasarla y/o divulgarla sin el consentimiento escrito de la otra institución. Esta información solo podrá ser conocida por personal de planta de cada institución, respecto del cual se exigirá contractualmente, el cumplimiento de esta obligación.

- Programa Genética de Comunidades

Las acciones del programa buscan establecer a través de ensayos operacionales científicos-tecnológicos, conocimiento, a través de documentos científicos-técnicos, y discusión, a través de Talleres Nacionales e Internacionales, entre los usuarios (Pequeños y Medianos Silvicultores, Investigadores y Académicos), para la conservación y manejo sustentable de los bosques naturales y/o plantaciones complejas, y con ello aportar al cumplimiento del Eje Estratégico N° 4 de la Política Forestal, en los Objetivos de Impacto N° 4.1, en relación a la rehabilitación y establecimiento de plantaciones suplementarias dentro del contexto de la Ley de Recuperación de Bosque Nativo (N° 20.283), y el N° 4.2, en relación a la restauración y/o rehabilitación con base genética, aplicaciones de los principios de genética de comunidades. La generación de información (rehabilitación con bases genéticas) aporta a mejorar el porcentaje de prendimiento en las labores de restauración y habilitación de bosques degradados que impulsa CONAF a través del Plan Nacional de Restauración y aporta a que las labores de rehabilitación puedan incluir especies nativas con claro potencial productivo también de productos forestales no madereros, conllevando a una rehabilitación del sistema forestal integral para el desarrollo social, ambiental y económico de las comunidades y propietarios relacionados con el bosque.

El programa planifica y ejecuta anualmente un taller internacional con investigadores, propietarios forestales, académicos y funcionarios públicos, y un experto internacional invitado, en materias afines a la genética de comunidades. Algunos de los expertos invitados; Dr. David Boshier (Universidad de Oxford, Reino Unido), Dr. Evert Thomas (Bioversity Internacional, Belgica), Dr. Alexis Ducouso (Instituto Nacional para la Investigación Agronómica, Francia), Dr. Leonardo Gallo (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina). Durante el 2019 se invitó a la Dra. Cara Nelson (Universidad de Montana, Estados Unidos), lo cual fue traducido en la firma de un convenio de colaboración

entre ambas instituciones y la formulación y presentación de un proyecto entre la Universidad de Montana, Universidad de Concepción e Instituto Forestal.



ASISTENTES A DÍA SILVÍCOLA DURANTE LA VISITA DE LA DRA. CARA NELSON (UNIVERSIDAD DE MONTANA. ESTADOS UNIDOS), EN HUILLILEMU, SAN JOSÉ DE LA MARIQUINA, VALDIVIA, DICIEMBRE 2019.

Plantación Suplementaria en Bosque Siempreverde (Proyecto FIBN-CONAF)

Durante el 2019 se realizaron muestreos de material genético en el Bosque Siempreverde presente en predio Pumillahue, Máfil, región de los Ríos, predio administrado por la Corporación Nacional Forestal.

Dichos estudios tienen como objetivo evaluar la diversidad genética neutral de poblaciones naturales de especies nativas tales como ulmo, lingue y *Nothofagus* spp. (roble, raulí, coihue), a fin de contar con información de la variabilidad potencial de las fuentes de semillas consideradas en el proyecto y que se están utilizando para la rehabilitación del bosque siempreverde degradado presente en el predio.

De este modo se podrá planificar con una mayor certeza, por una parte, el aporte a la diversidad genética que entrega el sistema utilizado en el proyecto para definir las fuentes semilleras (Ruta de la Semilla) y, por otra, la instalación de ensayos de progenie-procedencia de estas especies a fin de evaluar la variación genética adaptativa.



ESCALAMIENTO ÁRBOLES SEMILLEROS “RUTA DE LA SEMILLA” EN PREDIO PUMILLAHUE EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS PARA LA EXTRACCIÓN DE HOJAS Y BROTES PARA ESTUDIOS GENÉTICO-MOLECULARES

Siembra Directa en Bosques de Roble-Hualo (Proyecto FIBN-CONAF)

Durante el año 2019 se realizó el lanzamiento y se inició la operación del proyecto Siembra Directa: Técnica de Recuperación de Bosques Nativos de Roble-Hualo”, adjudicado a INFOR en el concurso 2018 del Fondo de Investigación del Bosque Nativo de CONAF, el cual evalúa la efectividad de la siembra directa como herramienta para la recuperación de bosques del Tipo Forestal Roble-Hualo quemados en la región del Maule.

El proyecto considera establecer dos ensayos en bosques quemados ubicados en áreas de alto valor de conservación de Forestal Mininco (Hualos de Loanco, Empedrado) y de Forestal Arauco (Quivolgo, Constitución), donde se contrastarán parcelas con siembra directa; parcelas plantadas; parcelas excluidas con remoción de exóticas y testigos sin intervención. Las comparaciones se efectuarán en términos de parámetros técnicos (germinación, establecimiento, supervivencia, crecimiento) y económicos (costos de establecimiento). Adicionalmente, se realizará un seguimiento de las parcelas mediante la caracterización ecológica de la vegetación antes de las intervenciones y sucesivamente después de las mismas.

En su primer año de operación (2019) el proyecto definió las áreas de trabajo y los rodales a intervenir; formuló el diseño de los ensayos a instalar; delimitó y marcó en terreno las parcelas donde se aplicarán los tratamientos definidos; construyó cercos y habilitó el terreno para instalar los tratamientos, procediendo a la remoción de regeneración invasiva de pino radiata; obtuvo las semillas para las labores de siembra directa y producción de plantas demandadas por los ensayos a establecer; efectuó el análisis físico y de germinación de tales semillas e inició la producción de plantas para los tratamientos de plantación; y realizó dos instancias de monitoreo de vegetación post incendio en los sitios de ensayo, uno en otoño y otro en primavera.

Como resultado de esta investigación se espera dilucidar información para mejorar la eficiencia técnica de la siembra directa, en términos de germinación y establecimiento de plantas. También se espera obtener información para hacer comparaciones objetivas en

términos de eficiencia técnica y económica de labores de restauración asistida con distintos grados de intervención (restauración activa y pasiva), con el objeto de apoyar con información objetiva las decisiones de restauración de ecosistemas mediterráneos afectados por incendios forestales.



ELIMINACIÓN DE REGENERACIÓN DE PINO Y MONITOREO DE VEGETACIÓN POST-NCENDIO

Flora Melífera en la Región del Bio Bio

Durante el año 2019, se establecieron 41 huertos melíferos en predios de pequeños apicultores de las regiones del Bio Bio y Ñuble, los que involucraron alrededor de 38 ha en 14 comunas, Cabrero, Chillán, Florida, Hualqui, Laja, Los Ángeles, Nacimiento, Pinto, Quilleco, Santa Bárbara, Santa Juana, Tomé, Tucapel y Yumbel.

Estos huertos se conforman principalmente de especies nativas de utilidad melífera tales como las siguientes:

			
Arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	Avellanillo (<i>Lomatia dentata</i>)	Avellano (<i>Gevuina avellana</i>)	Boldo (<i>Peumus boldus</i>)
			
Bollen (<i>Kageneckia oblonga</i>)	Canelo (<i>Drimys winteri</i>)	Corcolén (<i>Azara lanceolata</i>)	Culén (<i>Psoralea glandulosa</i>)
			
Espino (<i>Acacia caven</i>)	Gomera (<i>E. camaldulensis</i>)	Eucalipto de azúcar (<i>E. cladocalyx</i>)	Guindo Santo (<i>Eucryphia cordifolia</i>)
			
Huingan (<i>Schinus polygamus</i>)	Laurel (<i>Laurelia sempervirens</i>)	Litre (<i>Lithraea caustica</i>)	Maitén (<i>Maytenus boaria</i>)
			
Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>)	Madroño (<i>Escallonia pulverulenta</i>)	Mayo (<i>Sophora macrocarpa</i>)	Molle (<i>Schinus latifolius</i>)

			
Arrayán (<i>Luma apiculata</i>)	Avellanillo (<i>Lomatia dentata</i>)	Avellano (<i>Gevuina avellana</i>)	Boldo (<i>Peumus boldus</i>)
			
Bollen (<i>Kageneckia oblonga</i>)	Canelo (<i>Drimys winteri</i>)	Corcolén (<i>Azara lanceolata</i>)	Culén (<i>Psoralea glandulosa</i>)
			
Espino (<i>Acacia caven</i>)	Gomera (<i>E. camaldulensis</i>)	Eucalipto de azúcar (<i>E. cladocalyx</i>)	Guindo Santo (<i>Eucryphia cordifolia</i>)
			
Huingan (<i>Schinus polygamus</i>)	Laurel (<i>Laurelia sempervirens</i>)	Litre (<i>Lithraea caustica</i>)	Maitén (<i>Maytenus boaria</i>)
			
Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>)	Madroño (<i>Escallonia pulverulenta</i>)	Mayo (<i>Sophora macrocarpa</i>)	Molle (<i>Schinus latifolius</i>)

			
Murta (<i>Ugni molinae</i>)	Notro (<i>Embothrium coccineum</i>)	Patagua (<i>Crinodendron patagua</i>)	Pelú (<i>Sophora microphylla</i>)
			
Peumo (<i>Cryptocarya alba</i>)	Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>)	Radal (<i>Lomatia hirsuta</i>)	Robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)
			
Tevo (<i>Retanilla trinervia</i>)	Tiaca (<i>Caldcluvia paniculata</i>)	Tineo (<i>Weinmannia trichosperma</i>)	Ulmo (<i>Eucryphia cordifolia</i>)

Las especies que se establecen en cada huerto dependerán de las condiciones ecológicas de los terrenos de modo de asegurar la sobrevivencia de las plantas. Se combinan entre 12 a 13 especies de modo de mantener una producción de flores continua entre agosto y marzo para asegurar la alimentación de las abejas y la consecuente producción de miel.



HUERTO MELÍFERO ESTABLECIDO EN LA COMUNA DE SANTA BÁRBARA Y OTRO ESTABLECIDO EN LA ZONA DE SECANO INTERIOR DE LA PROVINCIA DE BIO BIO

Actividades de Transferencia

XXV IUFRO World Congress 2019: Científicos de 114 países enviaron resúmenes teniendo como directriz el tema central del evento, Investigación y Cooperación Forestal para el Desarrollo Sostenible. A la organización del XXV Congreso Mundial de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO2019) se enviaron para aprobación más de 4.000 resúmenes, que se presentaron en las sesiones orales y de posters. La línea de Mejoramiento Genético y Conservación participó con tres presentaciones orales y dos posters. El Congreso Mundial fue efectuado en Curitiba, Brasil, entre los días 29 de septiembre y 5 de octubre de 2019.

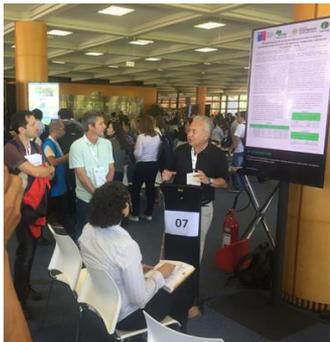
Applications of Nuclear Technologies in Conservation and Forest Genetic Improvement under a Climate Change Scenario. Patricio Rojas, Paulina Aguirre, Oscar Duran, Adriana Nario, Ethel Velasquez, Daniel Villegas, Jorge Gonzalez. XXV Congreso internacional IUFRO. Presentación oral.

Migración Asistida de la *Araucaria araucana*, en Chile, para Salvaguardar la Diversidad Genética de sus Poblaciones ante la Presión del Cambio Climático. Roberto Ipinza, Jorge Gonzalez, Braulio Gutiérrez, Hernán Soto, Marcos Barrientos, Maria Paz Molina, Andres Bello, Patricio Rojas, Sabine Muller-Using, Fernando Santibañez, Juan Andres Celhay, Dante Corti, Richard Velasquez. XXV Congreso internacional IUFRO. Presentación oral.

***Acacia saligna*: Food Security Option for Semi-Arid Areas.** Patricio Rojas, Eduardo Caballero, Carmen Soto. XXV Congreso internacional IUFRO. Presentación oral.

Creciente Importancia de Eucaliptos en Plantaciones Forestales Chilenas. Santiago Barros, Roberto Ipinza, Maria Paz Molina, Braulio Gutiérrez, Patricio Rojas, Juan Carlos Pinilla. XXV Congreso internacional IUFRO. Poster.

Rehabilitación de Bosques Siempreverdes Mediante Plantación Suplementaria de Especies Madereras Nativas en Pumillahue, Chile. Roberto Ipinza, Braulio Gutiérrez, Jorge González, María Paz Molina, Patricio Rojas, Carlos Magni, José Cabello, Celso Navarro, Danti Corti, German Clasing, Luis Riquelme. XXV Congreso internacional IUFRO. Poster.



PARTICIPACIÓN EN CONGRESO INTERNACIONAL IUFRO 2019

VII Congreso de Ciencias Forestales 2019 (Dos presentaciones)

Aportes de la Genotipificación por Secuenciación de Genoma Reducido (GBS) a la Genómica de Poblaciones en Especies Forestales Nativas de Chile. Hasbún, R., González, J., Bertín, A., Alarcón, D., Santelices, R., Sepúlveda, F., Varas, A. Toro, O. VII Congreso de Ciencias Forestales 2019. Presentación Oral.

Aplicación de la Metodología Seis Sigmas para Mejorar la Calidad de la Medición de la Densidad Básica de la Madera en *Acacia mearnsii*. Pinilla, J. C., Navarrete, F., González, J., Luengo, K., Navarrete, M., Acevedo, J. VII Congreso de Ciencias Forestales 2019. Presentación Oral.

Publicaciones

González, J., 2019. Diversidad genética neutral y adaptativa, una simple explicación. Ciencia e Investigación Forestal. Volumen 25 N° 1 Abril 2019.

Gutiérrez, B., 2019. Análisis de la emergencia de plántulas durante la viverización de una colección de semillas de 418 familias de *Araucaria araucana*. Ciencia e Investigación Forestal 25(1):21-38.

Gutiérrez, B.; Quiroz, M. y Koch, L., 2019. Aprovechamiento y análisis de semillas de hualo para su uso en proyecto FIBN 002/2018: Siembra directa: Técnica de recuperación de bosques nativos de roble y hualo. Ciencia e investigación Forestal 25(2):49-55.

Gutiérrez, B., 2019. Regiones de procedencias, un ordenamiento de fuentes semilleras. Ciencia e Investigación Forestal 25(2):57-73.

Ipinza, R.; Gutiérrez, B.; Müller-Using, S.; Molina, M. y Gonzalez, J., 2019. La migración asistida de la *Araucaria araucana*: Plan operacional. Ciencia e Investigación Forestal 25(2):75-88.

Riquelme, F.; Salinas, J.; Gutiérrez, B. y Pinilla, J., 2019. Evaluación de ensayos de introducción de álamos en dos zonas agroclimáticas de la región de Aysén. Ciencia e Investigación Forestal 25(3):7-22.

Gutiérrez, B., 2019. Evaluación inicial de supervivencia y crecimiento de dos ensayos de progenies de individuos selectos de *Eucalyptus globulus* Labill y *E. nitens* Deane & Maiden. Ciencia e Investigación forestal 25(3): 23-33.

-ÁREA DIVERSIFICACIÓN FORESTAL

Esta línea de trabajo enfoca sus actividades en el mejoramiento de la productividad de las plantaciones forestales y en su diversificación, tanto en lo que se refiere a especies como a sistemas productivos, productos, actores y sitios, buscando aumentar el valor de sus productos y servicios, en especial para pequeños y medianos propietarios. La línea trabaja en estrecha colaboración con la línea anterior en materia de mejoramiento y con el área de Tecnología y Productos de la Madera para la caracterización de la madera de diferentes especies y para el desarrollo de nuevos productos.

Son motivo de atención en esta línea las especies más empleadas en las plantaciones (*Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*), pero principalmente otras especies de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus* y especies de otros géneros, como *Acacia* y otros. Se trata de especies con una participación incipiente en las plantaciones forestales del país, que por sus características de crecimiento y sus potenciales productos pueden ser incorporadas más masivamente en las plantaciones forestales en distintas regiones del país. También son motivo de la atención de esta línea formaciones nativas en las cuales se puedan integrar componentes productivas agrícolas, ganaderas y forestales.

Nuevas plantaciones con estas especies alternativas pueden ser establecidas en zonas desarboladas, marginales para el establecimiento de las primeras, recuperando y protegiendo suelos degradados y diversificando las posibilidades productivas para la pyme forestal y la pyme maderera, tanto en términos de plazos como de alternativas productivas y de mercados.

Un respaldo importante para esta línea de trabajo es la abundancia de suelos forestales desarbolados y disponibles para forestación existente en las diferentes regiones del país, buena parte de ellos inadecuados por razones principalmente climáticas para la repoblación con las especies tradicionalmente empleadas en las plantaciones forestales y mayoritariamente en manos de la pyme forestal.

El objetivo central del área es impulsar el desarrollo económico, social y ambiental del sector forestal chileno, mediante la implementación de acciones de investigación, innovación y extensión para generar nuevas materias primas, productos, procesos, servicios y bienes públicos, que contribuyan en un marco de sostenibilidad a la diversificación y crecimiento sectorial. Esta área de investigación de INFOR desarrolla sus actividades a través de cuatro líneas de trabajo.



Productos Forestales No Madereros

Línea que tiene por objeto contribuir al desarrollo sostenible de las personas vinculadas a la recolección, procesamiento y comercialización de Productos Forestales No Madereros (PFNM) que proveen los ecosistemas boscosos del país, mediante la generación y transferencia de información, conocimiento y nuevas tecnologías que generen agregación de valor.

Diversificación de Especies para el Desarrollo Forestal

La línea busca crear y transferir conocimientos científicos y tecnológicos de excelencia para la incorporación de nuevas especies forestales en beneficio del desarrollo del sector, abordando los cambios de escenarios y efectos de diversos factores ambientales sobre el sitio y su productividad.

Desarrollo de Sistema Agroforestales

La línea se enfoca en contribuir al desarrollo sustentable de los pequeños y medianos propietarios del sector silvoagropecuario de Chile, a través de la generación de investigación, desarrollo, innovación y transferencia del conocimiento científico y tecnológico basado en la práctica de sistemas agroforestales.

Biomasa Forestal y Energía

Esta línea apunta a generar y transferir conocimiento sobre la producción y uso eficiente de la biomasa forestal como energía, de manera de apoyar la búsqueda de energía renovables y la diversificación de la matriz energética en el país.

Productos Forestales No Madereros

La línea busca generar conocimiento científico y tecnológico en silvicultura, manejo, procesamiento y comercialización de PFNM, con énfasis en manejo sostenible del recurso y generación de valor agregado; información de existencia, productos y negocios vinculados al rubro, con la finalidad de perfeccionar los mercados y propiciar acciones de fomento y regulación; y desarrollar acciones y mecanismos de transferencia tecnológica que permitan la asimilación y adopción de información, conocimientos y nuevas tecnologías en todos los agentes involucrados en el uso sostenible de los PFNM.

Existen tres programas permanentes de investigación, el primero denominado Escalamiento Tecnológico y Comercial de PFNM, que se encarga de recopilar, analizar y sistematizar información económica, social y ambiental del rubro en Chile, identificando tendencias, estrategias e impactos sectoriales, como insumos para el desarrollo de nuevos proyectos, programas y políticas públicas. El Segundo programa se denomina Investigación Silvícola y Tecnológica en PFNM, se dedica a generar nuevos conocimientos que permitan incrementar el valor económico de los PFNM asociados a ecosistemas boscosos y formaciones xerofíticas, en un marco de sostenibilidad social y ambiental. Finalmente, el tercer programa, denominado *PFNM Vinculados a Pueblos Originarios*, se dedica a investigar sobre el estado del arte y las especies proveedoras de PFNM de importancia para pueblos indígenas a nivel nacional, considerando los tres

ámbitos de la sustentabilidad y metodologías participativas que involucran a los recolectores.

En el ámbito de los PFNM se tiene en desarrollo durante el período una cantidad y variedad de proyectos de investigación con diversas fuentes de financiamiento.

- **Fortalecimiento Tecnológico Comercial de Recolectores de Productos Forestales No Madereros - PFNM.** Proyecto iniciado en 2017 para culminar en 2020, financiado por FNDR Bio Bio. Contribuir al incremento del bienestar económico y la calidad de vida de recolectores de productos forestales no madereros (PFNM) vinculados a la agricultura familiar campesina de la región del Bio Bio.
- **Exploración de Métodos Silvícolas, No Silvícolas y de Recolección Sustentable para la Producción de Hongos Silvestres Comestibles en Bosque Templado.** Investigación iniciada en 2017 que continuará hasta 2021, financiada por el Fondo de Investigación del Bosque Nativo (FIBN). Sus objetivos son describir las variables ambientales que influyen en el fructificación de cuatro hongos silvestres comestibles en el bosque nativo de la comuna de Panguipulli, proponer y evaluar técnicas silvícolas y no silvícolas para aumentar la producción natural de carpóforos de loyo, changle, gargal y digüeñe en el bosque nativo de la comuna de Panguipulli y establecer criterios de recolección sustentable de carpóforos de changle, loyo gargal y digüeñe.
- **Métodos y Técnicas de Manejo y Recolección Sustentable de Frutos de Avellano (*Gevuina avellana*) en Formaciones Boscosas Nativas de Chile.** Investigación que se inicia en 2017 para culminar en 2021, financiada por FIBN. Diseñar, evaluar y proponer métodos y técnicas de manejo sostenible de formaciones boscosas nativas con presencia de *Gevuina avellana*, para incrementar la producción frutal en un contexto de buenas prácticas de recolección.
- **Rescate de la Tradición Artesanal de Quilineja (*Luzuriaga polyphylla*) Mediante su Valoración Cultural y Ecológica en Chiloé.** Línea de trabajo iniciada en 2017 que se extiende hasta 2019, financiada por FIA. Destacar el valor ecológico y cultural de la quilineja (*Luzuriaga polyphylla*), para establecer criterios de recolección sustentable y fortalecer la cadena de valor de la tradición artesanal de esta especie en el archipiélago de Chiloé.
- **Evaluación y Propuestas de Métodos de Recolección del Fruto de la Araucaria (*Araucaria araucana*) para minimizar el Daño Ambiental y Asegurar el Equilibrio Ecosistémico en las Regiones de Bio Bio y La Araucanía.** Investigación que se inicia en 2018 y se extenderá hasta 2021, financiada por FIBN. Diseñar y evaluar a nivel piloto un sistema de cosecha o recolección sustentable de semillas de *Araucaria araucana* con el fin de resguardar la disponibilidad de semillas mínima para asegurar la regeneración natural y la mantención de la fauna nativa asociada.

Algunos hitos de importancia de esta línea de investigación en el periodo, a nivel nacional y en las distintas sedes de INFOR en regiones se describen a continuación.

Del 19 al 20 de noviembre se realizó el segundo Encuentro Técnico de la Línea de PFNM de INFOR, esta reunión técnica se realizó en la ciudad de Castro, Chiloé. El objetivo de esta actividad es actualizar, reordenar, discutir y generar un espacio de debate

amplio sobre el quehacer de la línea de Investigación en el corto, mediano y largo plazo. Al mismo tiempo crear un ambiente para la generación de conocimiento y colaboración entre los participantes de esta línea, que busque potenciar aún más el trabajo institucional.



Dos miembros de la Línea participaron del Congreso Mundial IUFRO realizado en Brasil, en este evento se evidenció la importancia de los PFNM a nivel mundial y sus proyecciones, en el cual INFOR tuvo una destacada participación posicionando a Chile como uno de los países líderes de desarrollo del rubro.

En este sentido, entre las conclusiones del congreso se indica que el futuro del manejo forestal sostenible, desde la reducción de bosques naturales y las crecientes demandas por alimentos, madera y fibras de madera, agua y otros servicios ecosistémicos, además de las incertidumbres impuestas por la globalización o de naturaleza económica social y ambiental, es un desafío fundamental para la comunidad de investigación forestal.



Región Metropolitana

Boldo es una especie endémica de Chile asociada al bosque esclerófilo. Actualmente se encuentra en formaciones naturales con evidentes grados de deterioro producto de fenómenos asociados al cambio climático, la explotación comercial y la expansión de terrenos agrícolas y urbanos. La especie presenta muy baja regeneración en su estado natural y su demanda comercial es cada día mayor, motivos por los cuales se han implementado experiencias de plantaciones con la especie a alta densidad, de manera que se pueda enfrentar en un futuro no muy lejano la alta demanda por productos derivados de boldo y contribuyendo de esta manera a la conservación del recurso natural.

Se dispone de seis unidades piloto de plantaciones de boldo con edades promedio de seis años, entre las regiones de Valparaíso y Ñuble, las cuales se monitorean periódicamente con la finalidad de realizar estudios de silvicultura y manejo, actividades de extensión y transferencia tecnológica a distintos públicos objetivo, como agrupaciones de recolectores, profesionales del área forestal y alumnos de pregrado.

En este periodo se realizaron los siguientes reportes técnicos:

- Mantención y evaluación de las cuatro unidades experimentales divididas en dos grupos.
- Estudio de producción de biomasa de plantación de boldo establecida a alta densidad y bajo plástico (invernadero).



**UNIDADES DEMOSTRATIVAS DE BOLDO. LONGAVÍ REGIÓN DEL MAULE (DERECHA)
Y UNIDAD DE YALÍ, REGIÓN DE VALPARAÍSO (IZQUIERDA).**



COSECHA DE BIOMASA DE BOLDO (HOJAS Y RAMILLAS), AÑO 2019, PRODUCIDAS BAJO PLÁSTICO DESPUÉS DE CUATRO AÑOS DE ESTABLECIDAS.

Región del Bio Bio

Se captura y aísla cepas y especies de hongos comestibles para la región de O'Higgins, complementando el banco de germoplasma de hongos comestibles de importancia para Chile, en el cual actualmente se dispone de un total de cepas cercano a 500, pertenecientes a más de 80 especies. Esto permitirá abrir futuras líneas de investigación, posibilitando lograr impactos positivos en la actividad económica y producción de alimentos naturales de personas y familias ligadas a los bosques.



En materia de difusión y transferencia, se participó en varios talleres que abarcaron la región del Bio Bio (Trehuaco, Nacimiento, Los Ángeles, Cañete), la región de Los Ríos (Coñaripe y Pucura), la región de Los Lagos (San Juan de la Costa), cuyos temas expuestos estuvieron relacionados a los hongos silvestres

comestibles, aspectos de importancia para un aprovechamiento sostenible de los hongos silvestres comestibles, el cultivo de hongos comestibles, entre varios otros temas; congregando en estos eventos a más de 300 personas.



Región de Los Ríos

Se inicia el proyecto FIA-2018-0723 Experiencia Piloto para la Propagación de Hongos Silvestres Comestibles (HSC) en Bosque Nativo de la Comuna de Panguipulli, que se ejecutará entre 2019 y 2021.



Su objetivo es desarrollar métodos de propagación de HSC mediante laboratorios piloto y parcelas de cultivo en bosque nativo, fomentando la recolección sustentable como alternativa de diversificación de la agricultura familiar en la región de Los Ríos.

- Primeros Cultivos de Hongos Silvestres Comestibles en Bosque Nativo

Durante el otoño de 2019 se llevó a cabo el cultivo *in situ* de loyo (*Butiriboletus loyo*) y changle (*Ramaria sp*) en dos predios de bosque nativo en la comuna de Panguipulli. El método empleado fue el de riego esporal, que consiste en triturar y diluir carpóforos frescos. Estos se regaron en zanjas dispuestas en el contorno de individuos de Roble (*Nothofagus obliqua*). El método se realizó con la ayuda de recolectores de hongos.



Durante la primavera se llevaron a cabo inoculaciones de troncos muertos de roble con micelio de garga (*Grifola garga*). La técnica consistió en perforar los troncos e introducir aserrín de roble mezclado con micelio de la especie, luego el orificio se sella con cera de abejas.



Región de Los Lagos

- Primer Muestreo de Bosque para Determinar Fibra Artesanal de Quilineja

En abril de 2019, durante 3 semanas, se realizó el muestreo de 11 unidades de bosque donde se recolectan las raíces adventicias de quilineja (*Luzuriaga polyphylla*) para fines artesanales en la Isla de Chiloé.



- Primera Plantación de Quilineja en Chiloé y en Chile

Durante 2019 se realizaron dos plantaciones experimentales de Quilineja en Chiloé. Las plantas utilizadas fueron producidas en la sede INFOR Los Rios en Valdivia. Una plantación está ubicada en el parque nacional Chiloé y consiste en la plantación de 120 plantas: 4 plantas de Quilineja por 30 hospederos arbóreos. La otra plantación está ubicada en el parque privado Bosquepiedra y consiste en una plantación de 60 plantas: 4 plantas de Quilineja por 15 hospederos arbóreos.



Región de Aysén

Durante la temporada 2019 se formula y adjudica el programa Transferencia para el Desarrollo Productivo en Base a los PFNM, que es financiado por el Gobierno Regional de Aysén y busca aumentar la diversificación productiva de predios con potencialidad en desarrollo de emprendimientos en torno a PFNM, a través de la implementación de transferencia tecnológica para el desarrollo productivo, económico y social, de recolectoras y sus comunidades rurales, en base a la utilización sustentable de los PFNM de los bosques de Aysén.



A través de un proyecto FIC desarrollado por INIA, INFOR ha participado activamente en la transferencia de conocimientos ligados al musgo *Sphagnum*, donde elaboró una muestra itinerante de educación sobre las turberas de Aysén. Esta muestra fue instalada en las comunas de Tortel y Cochrane y sirvió para dar a conocer a la comunidad la importancia ecosistémica que entregan las turberas, además de su utilización como un PFSM importante para las comunidades rurales de Aysén.



El valor nutricional del calafate y la murta chilena, su aporte a la tradición indígena y al trabajo rural femenino fue difundido en la reconocida revista internacional FOODS. Fitoquímicos y Uso Tradicional de Dos Bayas Chilenas: Murta y Calafate es el nombre de la publicación que contó con la participación de los académicos del departamento de Ciencias de la Salud UC; Carolina Fredes y Alejandra Parada. En esta publicación participaron también, la académica de la Universidad de Chile, Paz Robert y el investigador del Instituto Forestal, Jaime Salinas.

Diversificación de Especies para el Desarrollo Forestal

Esta línea de investigación tiene por objeto crear y transferir conocimientos científicos y tecnológicos para la incorporación de nuevas especies forestales en beneficio del desarrollo del sector, abordando los cambios de escenarios y efectos de diversos factores ambientales sobre el sitio y su productividad, con énfasis en pequeños y medianos propietarios. Entre sus principales proyectos dentro del período se cuentan los reseñados a continuación:

Desarrollo de un Modelo Combinado de Producción de Trufas y Piñones de Pino Piñonero, Alternativa Productiva Rentable en un Escenario de Restricciones Hídricas Crecientes.

Trabajo iniciado en 2016 que se mantendrá hasta 2021, financiado por FIA y desarrollado en la sede Metropolitana. El proyecto busca desarrollar un paquete tecnológico para producir simultáneamente piñones de pino piñonero (*Pinus pinlea* L.) y trufa de Borch

(*Tuber borchii*) bajo criterios de eficiencia hídrica, aumentando la diversidad de productos gastronómicos de nicho en Chile, destinados principalmente a la exportación. Las actividades contemplan el desarrollo de un esquema de establecimiento y de manejo de pino piñonero micorrizado con esta trufa, para producir en forma simultánea piñones y trufa de Borch y la implementación de un programa de difusión y transferencia tecnológica. La propuesta es altamente innovadora por cuanto el desarrollo de la truficultura en Chile solo se ha efectuado con especies latifoliadas y trufa negra, por lo que se ampliaría la actividad tanto en cantidad de especies hospederas como de trufas, propiciando plantaciones con doble propósito productivo.

El proyecto, que cuenta con asesoría internacional de primer nivel en el tema de truficultura, ha obtenido a la fecha plantas de pino piñonero inoculadas y certificadas, con una elevada micorrización con *Tuber borchii* (70% o más), muy superior a la norma europea (mínimo de 30%) en 6 unidades experimentales establecidas entre las regiones Metropolitana y Aysén, considerando restricción hídrica de 50 a 90% para pino piñonero. Se están realizando evaluaciones tanto del crecimiento como del comportamiento de la trufa en campo, mediante la observación de sus raíces y fructificación. También se están elaborando protocolos de establecimiento y manejo para la producción combinada de ambos productos. Próximamente se evaluará económicamente el sistema combinado y se desarrollará una estrategia de transferencia tecnológica, junto a nuevas actividades de difusión.



PINO PIÑONERO (*Pinus pinea*) (izq.) Y TRUFAS DE BORCH (*Tuber borchii*) (der.)



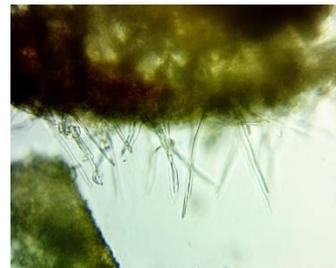
PLANTAS DE PINO PIÑONERO INOCULADAS Y NO INOCULADAS PARA ESTABLECIMIENTO DE ENSAYOS



**ENSAYO DE PINO PIÑONERO INOCULADO CON *Tuber borchii*
A UN AÑO DE SU ESTABLECIMIENTO. REGIÓN DEL BIOBIO**



**RAÍCES COLECTADAS DESDE ENSAYOS (izq.)
PREPARADAS PARA SU OBSERVACIÓN EN ESTÉREO Y MICROSCOPIO (der.)**



**IMÁGENES MACROSCÓPICAS DE *Tuber borchii* (SUPERIOR) Y MICROSCÓPICAS (MANTO A LA
IZQUIERDA Y CISTIDIOS A LA DERECHA) DE MUESTRAS DE RAÍCES DE PLANTAS INOCULADAS ENSAYO
DE CABRERO**

El trabajo realizado con pino piñonero a partir de proyectos ya ejecutados, en conjunto con el sector público y privado, ha permitido lograr avances significativos en el manejo de la especie, incluyendo el injerto como técnica para plantaciones productivas (huertos), anticipando su entrada en producción. Estos resultados se han traducido en más de 2.000 ha de nuevas plantaciones, con una proyección importante en los próximos años.

Red Permanente de Unidades Experimentales y Demostrativas de Técnicas de Recuperación de Suelo y Agua con Fines Forestales y/o Agroforestales, en Zonas Áridas y Semiáridas de Chile.

El proyecto administra y actualiza en forma permanente las principales unidades experimentales y demostrativas (21) establecidas por INFOR desde el año 1984, cuyo objetivo fue el desarrollo silvícola de formaciones naturales y exóticas, la recuperación de suelos erosionados, la restauración de formaciones naturales, el control de los procesos de desertificación y la promoción del desarrollo sostenibles de los recursos naturales y de las personas que habitan en ecosistemas áridos y semiáridos de Chile.

Durante el año 2019 se trabajó en la restauración de dos unidades emplazadas en terrenos de las comunidades agrícolas Tunga Norte y Cabra Corral, comuna de Illapel. Estas unidades demostrativas corresponden a plantaciones demostrativas establecidas el año 1991 con las especies *Eucalyptus cladocalyx*, *Eucalyptus sideroxylon*. Se realizaron intervenciones de raleos y podas, evaluando además parámetros dasométricos. Se repararon cercos y se monumentó. Adicionalmente, se evaluó el crecimiento de las especies forestales instaladas en la reforestación de las unidades intervenidas el año 2015, 2016 y 2018.



REPORTE TÉCNICO 2019



UNIDAD EXPERIMENTAL DE *Eucalyptus sideroxylon* (izq.) Y DE *E. cladocalyx* (der.) DE QUEBRADA DE ILTA, ILLAPEL.

Desarrollo y Aportes para la Utilización de Especies Forestales y Fruto Forestales de Alto Valor para Chile

Desde hace varias décadas, en el país se ha tomado conciencia de la necesidad de contar con alternativas productivas innovadoras que aporten al desarrollo socioeconómico del sector forestal chileno. Esto debido a que tradicionalmente se ha utilizado especies de rápido crecimiento en forma de plantaciones mono específicas o puras, que no son rentables para pequeños y medianos propietarios.

Lo anterior, junto a los incendios forestales de los últimos años, hace necesario desarrollar una silvicultura alternativa, que aporte una opción equilibrada entre la producción de madera y otros bienes y servicios, incluidos frutos en algunos casos, en un sistema sustentable.

Este proyecto tiene por objetivo desarrollar y dar a conocer al mundo silvoagropecuario alternativas productivas factibles de ser establecidas en Chile, generando conocimiento útil para el sector privado y público, junto a beneficios ambientales, sociales y económicos. Ello se alcanza a partir de un programa permanente de evaluación y mantención de ensayos de especies forestales y fruto-forestales interesantes para la diversificación productiva de Chile.

Durante 2019 se realizó la evaluación económica de dos alternativas productivas con potencial de cultivo en el país, el pino piñonero y el avellano chileno, ambas incluyendo la producción anual de fruta y madera de raleos y de cosecha al final de la rotación.

Se evaluaron 3 ensayos de pino piñonero (La Quila, La Tregua y Cortina), todos de 7 años, establecidos en la región de Los Ríos, y se manejó uno de ellos (ensayo La Quila), que se fertilizó para evaluar el impacto de la suplementación de micro y macronutrientes en el crecimiento y producción de pino piñonero.



ACTIVIDADES DE FERTILIZACIÓN EN ENSAYO DE PINO PIÑONERO DE 7 AÑOS. LA QUILA, VALDIVIA, REGIÓN DE LOS RÍOS

Piloto de Innovación Territorial en Restauración, para el Sector de Peña Blanca, Comuna de Pumanque, Región de O'Higgins, para la Recuperación de las Actividades Silvoagropecuarias y Enfrentar Futuros Desastres Provocados por Incendios forestales.

El Proyecto es coejecutado entre INIA e INFOR y tiene por objetivo desarrollar un proyecto piloto de innovación territorial en la región de O'Higgins, para la restauración de áreas afectadas por incendios forestales y recuperación de la actividad silvoagropecuaria.

Las metas específicas buscan a) Desarrollar un plan piloto de restauración con enfoque de ordenamiento territorial participativo; b) Mejorar la articulación de redes de trabajo colaborativo territoriales multidisciplinarias; c) Recuperar y consolidar la capacidad productiva del territorio y comunidades afectadas (ganadería-praderas; cultivos y plantaciones); y d) Restaurar el patrimonio natural asociado a dicho patrimonio favoreciendo la diversidad biológica.

En este marco, el convenio de coejecución busca contribuir al cumplimiento de los objetivos del proyecto, mediante la ejecución de las siguientes actividades: a) Desarrollar el levantamiento de información sobre producción o condiciones de sitio para opciones forestales o agroforestales en predios de propietarios seleccionados por INIA para establecimiento de Unidades demostrativas; b) Generación de propuestas técnicas forestales o agroforestales para aquellos propietarios interesados en este tipo de opciones. Incluye diseño de las propuestas e instrucciones técnicas para su establecimiento y mantención; y c) Supervisión trimestral de estas unidades demostrativas, con elaboración de informes de estado y recomendaciones.



IMPLEMENTACIÓN DE OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS 2019



INFORME AVANCE TÉCNICO 1
INSTITUTO FORESTAL INFOR

PROYECTO FIA – INIA – INFOR

PILOTO DE INNOVACIÓN TERRITORIAL EN RESTAURACIÓN, PARA EL SECTOR DE PEÑA BLANCA, COMUNA DE PUMANQUE, REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO OHIGGINS, PARA LA RECUPERACIÓN DE LAS ACTIVIDADES SILVOAGROPECUARIAS Y ENFRENTAR FUTUROS DESASTRES PROVOCADOS POR INCENDIOS FORESTALES



Santiago, diciembre de 2019|

INFORME TÉCNICO 2019

Piloto de Innovación territorial en la región del Bio Bio con miras a la Reconstrucción Productiva y Restauración Ecológica Post Incendio.

Este proyecto se encuentra localizado en el sector de San Antonio de Cuda, comuna de Florida en la región del Bio Bio, financiado por FIA entre los años 2017-2020. Producto de los incendios forestales del verano 2017 sobre los recursos vegetación, suelo y agua, se produjo una merma importante en los ámbitos productivo, ambiental y social. Frente a este escenario, esta propuesta busca restaurar el territorio, específicamente a través de un piloto de innovación en la comuna de Florida, utilizando técnicas de producción innovativas y de restauración. Es así como se han implementado dos unidades demostrativas de plantaciones pino piñonero (*Pinus pinea*), y una unidad silvopastoral de pino radiata y pradera natural, en la cual se incluyó una primera franja de inicio de la unidad, tres hileras acacia falsa (*Robinia pseudoacacia*). Ambas especies han mostrado una buena adaptación a las condiciones ambientales de esta localidad.



UNIDAD DEMOSTRATIVA CON HILERAS DE ACACIA FALSA CON PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Actividades de Transferencia

- Congreso Forestal Mundial IUFRO

Se participó en el Congreso Forestal Mundial de IUFRO realizado en Curitiba, Brasil entre el 29 de septiembre y el 5 de octubre del 2019, para presentar y difundir el trabajo realizado. En particular, se presentó un poster del trabajo *Pear tree and wild service tree pure and mixed plantations for high-quality timber production*, y una presentación oral del trabajo *Effect of fertilization on stone pine (*Pinus pinea* L.) growth and cone yield in a young plantation located in a non-native habitat*.

Adicionalmente, la encargada de este proyecto, Dra. Verónica Loewe, en dicho congreso fue reconocida como ganadora del premio Outstanding Doctoral Research Award (ODRA) 2019 otorgado por la International Union of Forest Research Organizations

(IUFRO) en reconocimiento por los destacados logros científicos de su tesis doctoral, centrados en estudios experimentales sobre el pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Chile.



**PARTICIPACIÓN EN CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, BRASIL, OCTUBRE 2019
DRA. VERÓNICA LOEWE RECIBE PREMIO ODRÁ DE IUFRO**

- Taller de Piñones y Trufas

En octubre de 2019 se realizó el Taller de producción de piñones y trufas en la Sede Metropolitana del Instituto Forestal. El objetivo fue dar a conocer avances del proyecto FIA en curso, presentar la visión de la Asociación de Truficultores respecto a la truficultura en Chile, avances y perspectivas de mercado, y también conocer la experiencia de una truficultora. El evento contó con la participación de más de 50 personas, quienes evaluaron positivamente la actividad.



PRESENTACIÓN DEL TALLER (izq.) Y REPRESENTANTE DE LA ASOCIACIÓN DE TRUFICULTORES (der.)

Publicaciones

Se realizaron 4 publicaciones internacionales en revistas científicas indexadas de alto impacto, y 1 publicación nacional:

Loewe-Muñoz, V., Balzarini, M., González, M., 2019. Pure and mixed plantations of Persian Walnut (*Juglans regia* L.) for high quality timber production in Chile, South America, Journal of Plant Ecology, <https://doi.org/10.1093/jpe/rtz042>

Loewe-Muñoz, V., Balzarini, M., Delard, C., del Rio, R., Álvarez, A., 2019. Potential of southern Latin-American coastal areas for Stone Pine (*Pinus pinea* L.) cropping. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali, 30(2), 379-387, doi 10.1007/s12210-019-00801-z

Loewe, V. and Delard, C., 2019. Stone Pine (*Pinus pinea* L.): an interesting species for agroforestry in Chile. Agroforestry Systems, 93 (2) 703-713, doi 10.1007/s10457-017-0166-6.

Loewe, V., Balzarini, M., Delard, C., Alvarez, A., 2019. Variability of Stone Pine (*Pinus pinea* L.) fruit traits impacting pine nut yield. Annals of Forest Science, 76: 37-47, doi 10.1007/s13595-019-0816-0.

Loewe, V., Siebert, H., Herrera, R., 2019. Efecto del sitio y de diferentes asociaciones arbóreas en el crecimiento y calidad fustal del roble europeo (*Quercus robur* L.) en el sur de Chile. Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR 25 (1) 55-68.

Desarrollo de Sistema Agroforestales

Los sistemas agroforestales, son sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos) se utilizan deliberadamente bajo un mismo sistema productivo o de manejo, asociándolas con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal.

Esta línea de investigación se formaliza dentro de la institucionalidad de INFOR a partir del año 2018, sin embargo, es un área de desarrollo de larga data en la institución, siendo un programa permanente desde los años 90. Desde entonces INFOR cuenta con una Red de Unidades Demostrativas desde la región de Coquimbo hasta la región de Magallanes. Hasta ahora se ha logrado establecer más de 1.200 ha con diferentes sistemas agroforestales, en 1.650 propiedades silvoagropecuarias, entre las regiones de Coquimbo y Magallanes, con un promedio de 0,7 ha por propiedad, principalmente con pequeños propietarios. En el marco de desarrollo de esta línea, se han ejecutado tres seminarios nacionales sobre la pequeña propiedad y los sistemas agroforestales y cuatro Congresos Internacionales con INTA de Argentina, denominados Congreso Agroforestal Patagónico, además de la generación de innumerable material divulgativo entre cartillas, trípticos, documentos, fichas técnicas, actas de seminarios y un libro titulado Los Sistemas Agroforestales en Chile, el cual recopila la investigación generada en torno a estos sistemas en Chile en los últimos 20 años.

La línea se caracteriza por tener una alta componente de difusión y transferencia tecnológica, y en este marco se han desarrollado publicaciones divulgativas, científicas,

libros, documentos técnicos, difusión en Web INFOR e informes técnicos. Además, se han presentado trabajos a congresos nacionales o internacionales, se han realizado diversos seminarios y se han articulado mesas locales y regionales. Se suman charlas, días de campo, cursos (propietarios – profesionales), acciones de transferencia de segundo piso (CONAF, INDAP, SAG, MUNICIPIOS, entre otras), generación de elementos técnicos de difusión (manuales, boletines, folletos, dípticos, trípticos), creación de página Web www.agroforesteria.cl, giras tecnológicas nacionales e internacionales con actores relevantes y la existencia de una red de unidades demostrativas en tamaño operacional.

Se busca desarrollar y entregar antecedentes sobre la importancia de Incorporar el árbol como una componente complementaria y potenciadora de los sistemas productivos agropecuarios tradicionales y emergentes, bajo el concepto de la Agroforestería y sus diferentes sistemas agroforestales; generar I+D+i para la diversificación de las actividades productivas con la incorporación de diferentes productos en una unidad productiva predial silvoagropecuaria; fomentar el ordenamiento predial respetando las vocaciones productivas de los suelos y los intereses productivos, económicos y sociales de los propietarios; y generar capacidades técnicas y profesionales en el tema agroforestal en los territorios a lo largo del país. Las principales actividades de la línea en el período son reseñadas a continuación:

Red Permanente de Unidades Demostrativas Agroforestales

El objetivo es contar con una Red de Unidades Demostrativas Agroforestales operativas y funcionales desde la región de Coquimbo a la región de Aysén, de acuerdo a un programa anual de intervención. Se cuenta así con una red de unidades demostrativas mantenidas y evaluadas entre las regiones indicadas, con el fin de apoyar los procesos de I+D+i asociados a los Sistemas Agroforestales (SAF), a través del conocimiento de sus procesos de desarrollo y adaptación a distintas condiciones agroclimáticas, y apoyar la transferencia y difusión de estos sistemas. Para el año 2019 se priorizaron 8 Unidades Demostrativas de la Red y en las regiones del Maule, Bio Bio, Ñuble, La Araucanía, Los Ríos y Aysén.



**SISTEMA SILVOPASTORAL CON *Acacia caven*. UNIDAD DEMOSTRATIVA SAN ADOLFO
COMUNA DE CAUQUENES. REGIÓN DEL MAULE**



**SISTEMA SILVOPASTORAL CON ESPECIES DE ALTO VALOR. UNIDAD DEMOSTRATIVA MARÍA LUISA
COMUNA DE GALVARINO. REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

Programa de Apoyo Permanente Científico y Tecnológico para la Generación de Capacidades en Sistemas Agroforestales

Este Programa contempló el desarrollo de cursos teóricos y prácticos sobre sistemas agroforestales, para generar capacidades técnicas en profesionales y técnicos vinculados al sector silvoagropecuario. Durante el año 2019, se desarrollaron tres cursos en las comunas de Pichidegua, Punitaqui y Puelo, con más de 55 profesionales y técnicos capacitados. Estos cursos tienen como objetivo familiarizar a los participantes con los principales aspectos de la Agroforestería y profundizar los conceptos, elementos y principios necesarios para la correcta toma de decisiones, diseño y planificación para la implementación y aplicación de Sistemas Agroforestales dentro de un concepto de Ordenación Predial, generando con esto capacidades técnicas en los territorios.



**CURSO TEÓRICO SOBRE SISTEMAS AGROFORESTALES
COMUNA DE PICHIDEGUA. REGIÓN DE O'HIGGINS**



GRUPO DE PROFESIONALES Y TÉCNICOS EN CURSO PRÁCTICO VISITANDO UNIDAD DEMOSTRATIVA DE CONAF, COMUNA DE PUNITAQUI. REGIÓN DE CQUIMBO

Esta línea de investigación continuó en 2019 con la ejecución de los proyectos descritos a continuación.

Capacitación para el Fomento Agroforestal en Palena y Cochamó

Proyecto financiado por FNDR (Plan Especial Patagonia Verde), que tiene una duración de 36 meses (octubre 2017 - octubre de 2020). Su objetivo general es aumentar la diversificación productiva y económica en forma sustentable de los productores silvoagropecuarios de la provincia de Palena y la comuna de Cochamó. Específicamente se busca fomentar e implementar Sistemas Agroforestales en el Territorio Patagonia Verde, generar las competencias en productores silvoagropecuarios y profesionales y técnicos, a través de la transferencia técnica de sistemas agroforestales, y difusión sobre las técnicas agroforestales hacia productores y agentes públicos y privados del sector silvoagropecuario.

Hasta el momento se ha logrado beneficiar de manera directa a más de 100 personas correspondientes a pequeños y medianos propietarios silvoagropecuarios, los cuales han recibido transferencia tecnológica sobre sistemas agroforestales y han establecido estos sistemas en sus predios. El alcance territorial de este Programa, comprende la provincia de Llanquihue, Comuna de Cochamó, y la provincia de Palena, comunas de Chaitén, Futaleufú, Hualaihue y Palena.

Modelos Agroforestales para la Diversificación de las Opciones Productivas de Pequeños Propietarios del Secano de la Región de Coquimbo

Proyecto financiado por FIA, su duración es 45 meses (marzo 2016 – abril 2020) y su objetivo general es desarrollar modelos agroforestales para diversificar las opciones productivas de pequeños propietarios del secano de la región de Coquimbo, a través del aprovechamiento de la escorrentía superficial, obras de conservación de suelo y el rescate de especies valiosas multipropósito. Como objetivos específicos se plantea diseñar y establecer Modelos Agroforestales con diferentes especies arbóreas forestales y frutales

multipropósito, de bajo requerimiento hídrico en obras de conservación de suelo en el seco; evaluar el efecto de las variables edafoclimáticas en la supervivencia, tasa de crecimiento y desarrollo de los diferentes Modelos Agroforestales y su relación con la disponibilidad del contenido hídrico; y diseñar e implementar una estación de transferencia orientada a comunidades agrícolas y profesionales públicos y privados del sector silvoagropecuario de la región de Coquimbo para la promoción de los modelos diseñados. Los beneficiarios directos e indirectos corresponden a las Comunidades Agrícolas de Tunga Norte, Carquindaño, Flores y Saavedra, Yerba Loca y Quitallaco, y el alcance territorial es la región de Coquimbo.

Participación del Equipo de Trabajo en el IV Congreso Agroforestal Internacional Patagónico

Esta Línea de investigación apoya de manera directa en la organización y ejecución del IV Congreso Internacional Agroforestal Patagónico a cargo de INTA de Argentina. Esto lo hace a través de la participación y asistencia del equipo de trabajo, durante el mes de abril del año 2019, con cinco profesionales de la Línea. El congreso es realizado en la ciudad de Ushuaia, República de Argentina.

Este congreso fue organizado por el Centro Austral de Investigaciones Científicas de Ushuaia; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur de Argentina; INTA; Universidad de tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur y Asociación Rural de Tierra del Fuego. La participación de los profesionales de INFOR fue en carácter de encargados de simposio y expositores, en temas relacionados a sistemas agroforestal lo cual se detalla a continuación:

El Dr. Alejandro Lucero, Investigador de la Sede Bio Bio y actual Encargado Nacional de la Línea Desarrollo Sistemas Agroforestales, fue el coordinador del Simposio “Los sistemas silvopastorales son una alternativa rentable y replicable para los productores de Chile y Argentina”. El Sr. Jaime Salinas, investigador de la Sede Patagonia, fue el coordinador del Simposio Los Productos Forestales no Madereros (PFNM) en Patagonia Chilena y Argentina: Avances en el conocimiento, desafíos y oportunidades. Además, los siguientes profesionales de INFOR y también miembros de la Línea Desarrollo de Sistemas Agroforestales, participaron también como expositores del Congreso:

-Marlene González, Investigadora de la Sede Metropolitana, como expositora con el tema Modelos agroforestales para la diversificación de las opciones productivas de pequeños propietarios del seco de la Región de Coquimbo.

-Alvaro Sotomayor, Gerente de la Sede Bio Bio, como expositor con la charla plenaria Desarrollo de la Agroforestería en Chile, y su Vinculación con el Medio Rura y con el tema Evaluación de Sistema Silvopastoral con Coníferas en la Región de Aysén, Chile.

-Alejandro Lucero, Investigador de la Sede Bio Bio, como expositor con el tema Importancia y Experiencia de la Mesa Pública y Privada Articuladora Recolección PFNM del Biobío Chile.

Arnoldo Villarroel, Investigador de la Sede Bio Bio, como expositor con el tema Sistemas Silvopastorales en la Patagonia Chilena: Un análisis de su importancia productiva.

Línea Biomasa Forestal y Energía

Esta línea tiene por objeto generar y transferir conocimiento relevante sobre la producción y uso eficiente de la biomasa forestal para energía, de manera de apoyar la búsqueda de energías renovables para diversificar la matriz energética del país. Como objetivos específicos la línea se plantea generar y promover mejoras en la utilización sustentable de la biomasa forestal para la generación de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a través de la utilización de nuevas especies forestales, orientadas a reducir sus impactos sociales y ambientales; generar antecedentes para monitorear el mercado nacional de los combustibles derivados de la madera; promover e investigar estrategias de mejora de la eficiencia energética en las viviendas; incorporar el concepto de pobreza de energía en el debate relativo a contaminación; y apoyar el desarrollo tecnológico de productos de biomasa forestal para energía (leña, chips y pellets).

El abordar los objetivos antes planteados en la línea permite investigar, desarrollar y apoyar la utilización productiva y sustentable de la biomasa forestal para la generación de energía en sus diversas formas, de manera de avanzar en la diversificación de la matriz energética y apoyar el desarrollo de las ERNC y su utilización eficiente junto con el monitoreo del mercado nacional de los combustibles derivados de la madera y el apoyo al desarrollo de políticas públicas.

Las actividades se enmarcan en generar información y herramientas en apoyo a las definiciones del Ministerio de Agricultura y su Consejo de Política Forestal, la cual en su Eje Estratégico N°2 apunta a Impulsar la silvicultura, la industrialización y el aprovechamiento integral de los recursos forestales, para que contribuyan al incremento de la productividad y la producción de bienes y servicios, y define el Objetivo de Impacto 2.3, que aborda el consolidar la contribución del sector forestal a la seguridad e independencia energética y descarbonización de la matriz de energía primaria, incrementando la producción y utilización de biomasa certificada en origen y calidad.

Este accionar de INFOR está, además, en concordancia con la Ruta Energética del Ministerio de Energía, la cual fomenta la utilización de Energías Renovables no Convencionales (ERNC), destacando en ello a la biomasa forestal como fuente de materia prima para la generación de energía, incluyendo la Modernización del mercado de biocombustibles sólidos, el cual presenta desafíos económicos y técnicos que deben ser abordados, en el corto plazo, para permitir una transición exitosa de la matriz hacia el uso más intensivo de estas energías.

Por ello se plantea:

- Desarrollo y difusión del manejo y caracterización de la biomasa forestal para la diversificación de las fuentes de materia prima para la elaboración de Biocombustibles (leña, pellet, astillas) y por ende, la matriz energética
- Monitoreo del mercado nacional de los biocombustibles (combustibles derivados de la madera).
- Fomento al uso sustentable de la biomasa y a estudios de las implicancias ambientales, incorporando conceptos de pobreza y eficiencia energética en las viviendas.

- Apoyar programas de descontaminación ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y de Energía, donde se señala que la leña debe ser utilizada en forma eficiente y con trazabilidad adecuada.
- Fomento a que pequeños y medianos propietarios que puedan diversificar sus opciones de negocios a partir de la productividad de sus bosques

Existen dos programas permanentes de investigación:

Pograma Fortalecimiento y Desarrollo de Opciones Forestales para el Uso de la Biomasa de Bosques en la Generación de Energía a Nivel País

Este programa se encarga de generar información técnica-silvícola y de mercado en apoyo al fomento y utilización de la biomasa forestal como biocombustibles sólidos para la generación térmica y/o eléctrica, que permita contribuir a la diversificación de la matriz energética del país.

Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera

Programa que se dedica a estimar el consumo y oferta de combustibles derivados de la madera (CDM) por región y desarrollar un sistema de monitoreo del mercado de biocombustibles sólidos (leña, carbón vegetal, astillas térmicas, desechos forestales y pellet).

En este ámbito de acción de la línea, es posible destacar el desarrollo de proyectos de investigación con diversas fuentes de financiamiento:

Mejoramiento del entorno y reducción de brechas tecnológicas para la producción y desarrollo del mercado del Pellet en Chile. Proyecto financiado a través del concurso Bienes Públicos Estratégicos para la Competitividad 2018, cuyo objetivo es generar información para la disminución de brechas tecnológicas y de mercado que permita fomentar el crecimiento y diversificación de la industria del Pellets en base a biomasa forestal para su uso en la generación de energía domiciliaria o industrial, de manera de contribuir a satisfacer la demanda actual y futura de este producto, avanzar en la diversificación de la matriz energética, fomentar el uso de ERNC, aumentar y mejorar la productividad sectorial y apoyar el desarrollo del mercado de Pellet en el país, y participar en los procesos de descontaminación ambiental.



Plataforma de apoyo a la eficiencia energética de las viviendas del territorio. En la región de Los Ríos, el Consejo Regional aprobó la implementación de un Mapa Térmico Regional, iniciativa ejecutada por el Instituto Forestal (INFOR) con una inversión de \$280 millones del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). El objetivo de esta iniciativa es obtener información de los problemas de eficiencia energética de manera simple y visual, utilizando herramientas digitales, las cuales permitirán entregar soluciones concretas para mejorar la calefacción de las viviendas, contribuyendo también a la disminución de la contaminación atmosférica. Este Mapa Térmico, entregará imágenes termográficas de los techos de las viviendas, para determinar cuáles son las casas que cuentan con mayor aislamiento y cuáles son las que tienen fugas de calefacción.



Fortalecimiento de la competitividad del sector de las energías renovables y de la Pyme forestal, a través del desarrollo de herramientas de apoyo a la gestión y encadenamiento productivo para el abastecimiento sustentable de la biomasa forestal para su uso en generación de energía en la Región del Bio Bio. Programa financiado por el Fondo de Innovación y Competitividad de la Región del Bio Bio, cuyo objetivo es difundir y transferir nuevas opciones productivas de especies forestales para su uso en la generación de energía, aumentando la competitividad regional, valorizando suelos erosionados o subutilizados de pequeños y medianos propietarios, y aumentando las opciones de abastecimiento de biomasa forestal para su uso como materia prima para la generación de energía renovable a nivel regional.



Programa de Difusión Tecnológica para la Profesionalización de Productores de Leña Mediante Adopción de Buenas Prácticas de Procesamiento, Región de Aysén.
Proyecto financiado por CORFO.



Empirical Analysis of Air Pollution and Climate Change Mitigation Actions in LAC, Región de Los Ríos. Proyecto financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Determinants of Household Private Investments in Energy Efficiency Improvements in South-Central Region of Chile, Región de Los Ríos. Proyecto financiado por Latin American and Caribbean Environmental Economics Program (LACEEP).

Algunos hitos de importancia de esta línea de investigación en el periodo, a nivel nacional y en las distintas sedes de INFOR en regiones son descritos a continuación.

INFOR se hace parte de los esfuerzos para abordar los objetivos del Ministerio de Agricultura para el desarrollo y utilización eficiente de la biomasa forestal para energía y la construcción de políticas públicas para la generación de energía en Chile.

INFOR participa en la Comisión Temática Biomasa del Consejo de Política Forestal, cuyo objetivo es analizar la información base disponible sobre biomasa forestal para su uso en generación de energía del sector público y, a partir de ello, construir un Plan de Trabajo que aborde la investigación y conocimiento, propuestas de desarrollo del sector y el posicionamiento, transferencia y difusión del uso de la biomasa forestal para energía, así como a través de iniciativas de I+D apoyando y fomentando el uso de biocombustibles sólidos derivados de la biomasa forestal.

Se mantiene una red de ensayos o unidades demostrativas que son de interés para el logro de los objetivos de la línea, ya sea a través del monitoreo del crecimiento de especies para uso en energía, para la obtención de muestras para los estudios tecnológicos y, especialmente, como unidades de transferencia para la observación directa del potencial de las especies para la generación de biomasa con un uso final en combustible.

Se realizan estudios de densidad básica de la madera para su uso en energía, parámetro importante como estimador del material leñoso de una especie y del rendimiento que alcanzará. Esta estimación se realiza actualmente a través de la Norma Tappi T 258 om-94, método destructivo, por lo que se analiza la opción de utilizar la metodología de la

espectroscopía NIR (Near Infrared), calibrada para estimar la densidad de la madera de distintas especies, utilizando polvo de astillado en estado seco obtenido de tarugos, generando un primer modelo de calibración y validación para el instrumento. En general los resultados de los valores máximos y mínimos registrados en la densidad básica de la madera, fueron similares en ambos métodos.

Levantamiento de información relativa al consumo de leña en la región de O'Higgins, generando una línea base confiable sobre el consumo nacional, regional y comunal de leña, manteniendo estadísticas actualizadas sobre el consumo de dicho producto, evitando la obsolescencia temprana de la información y aportando antecedentes para reportar adecuadamente temas energéticos, forestales, medio ambientales (GEI) y otros. Se concluye que, en el gradiente rural-urbano y dentro de este último desde ciudades pequeñas a grandes, disminuye la penetración de leña y carbón vegetal y aumenta la de pellets y energía solar. Esto es interesante, pues implica un proceso de transición energética basado en combustibles derivados de la madera, en el cual leña y carbón vegetal dan paso a pellets y otras fuentes de energía renovables.

Implementación de un sistema Mapa Térmico Regional, Región de Los Ríos, como medio para obtener información de los problemas de eficiencia energética de manera simple y visual, utilizando herramientas digitales, las cuales permitirán entregar soluciones concretas para mejorar la calefacción de las viviendas, contribuyendo también a la disminución de la contaminación atmosférica.

En las regiones del Bio Bio y Ñuble se realizó un estudio en masas asilvestradas de *Acacia dealbata*, formaciones utilizadas ampliamente en la producción de leña y carbón por parte de pequeños propietarios forestales, siendo una importante fuente de ingresos en áreas rurales. El muestreo de rodales asilvestrados, determinó una densidad promedio de 75.000 árb/ha, donde del total de individuos presentes, cerca del 22% presentan un DAP mayor a 4 cm, con un promedio de 7 años. La cantidad de materia seca por hectárea estimada, registró una media de 134 t/ha. Se reconoce que el conocimiento del crecimiento, rendimiento y manejo de este tipo de formaciones debe hacer más eficiente el proceso de cosecha y comercialización de los productos generados.

Se realiza un estudio para caracterización de la leña, basado en los estándares establecidos y como apoyo a la futura Ley de Biocombustibles, aportando con información sobre cuáles son los formatos de venta más utilizados, cuáles son las equivalencias de leña que se puede obtener de un árbol, entre otras, siendo los formatos ms comunes el de 1 m³ estéreo, 1 m³ a granel y 1 Metro lineal.

Se inició la investigación para la disminución de brechas tecnológicas y de mercado a nivel nacional que permita fomentar el crecimiento y diversificación de la industria del pellet en base a biomasa forestal para su uso en la generación de energía domiciliar o industrial, de manera de contribuir a satisfacer la demanda actual y futura de este producto.

Se cuenta con una descripción del entorno del pellet, sus principales brechas identificadas y un análisis de la normativa vigente para su producción y uso. Este proyecto aportará a la diversificación de la matriz energética, fomentando el uso de ERNC, aumentando la productividad sectorial, apoyando los procesos de descontaminación ambiental.

Los programas de esta línea están coordinando acciones con el Ministerio de Energía de modo de apoyar los procesos de construcción de Políticas Públicas relacionadas con los biocombustibles y los desafíos de una transición energética que enfrenta el país.

Estudios para caracterizar el pellet producido a partir de diferentes especies forestales que crecen en la Región del Bio Bio.

Edición Informe Bosques, Energía y Sociedad N° 11, el cual se titula Consumo de Combustibles Derivados de la Madera en la Región de O'Higgins. El Desconocido Rol de Frutales y Viñas en el Abastecimiento Regional de Energía. Para realizar este estudio se aplicaron encuestas en los sectores residencial-urbano, residencial-rural y público, además de la utilización de fuentes secundarias, de manera de estimar el consumo del sector industrial. Esta publicación viene a complementar la serie de estudios regionales sobre consumo de leña y otros biocombustibles sólidos que ha elaborado INFOR durante los últimos años.

Publicación artículo en Revista Ciencia de Investigación Forestal, Evaluación de Ensayos de Introducción de Álamos en dos Zonas Agroclimáticas de la Región de Aysén, el que aborda la incorporación de especies del género *Populus* resistentes al frío como una oportunidad para la diversificación forestal regional, a través de plantaciones dendroenergéticas que aporten a disminuir la polución ambiental con la adecuada utilización de biomasa forestal.

Publicación artículo en Revista Ciencia de Investigación Forestal, Programa de Fortalecimiento de la Productividad Forestal Difusión y Transferencia en Torno a Especies Forestales Alternativas. Principales Resultados. Artículo que aborda la investigación del Instituto Forestal con especies del género *Acacia*, algunas de las cuales han destacado por su crecimiento y adaptabilidad, y diferentes investigaciones orientadas a su silvicultura, manejo, propiedades físicas y mecánicas de sus maderas y sus aptitudes de uso, incluyendo un programa de difusión y transferencia tecnológica de los resultados, enfocado en especial en pequeños y medianos propietarios forestales y pequeños y medianos industriales de la madera y bioenergía.

A nivel local se desarrollan diversos seminarios y se participa en ferias y actividades de difusión en las regiones del Maule, Bio Bio, La Araucanía y Aysén. En esta última se pone en marcha un programa para desarrollar y potenciar la difusión y transferencia técnica incorporando nuevas tecnologías en la producción de leña de calidad en toda la cadena productiva.

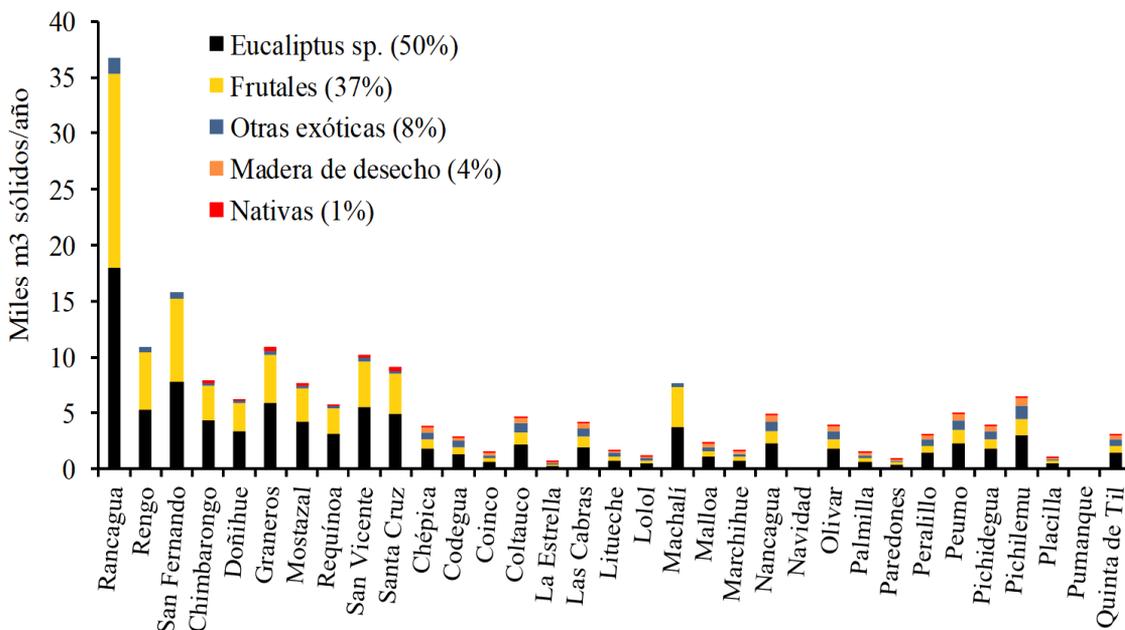
Entre el 6 y 7 de marzo se realizó el Encuentro Técnico de la Línea de Biomasa Forestal y Energía, en la sede Los Ríos de INFOR, en la ciudad de Valdivia. El objetivo de esta actividad fue actualizar, compartir, discutir y generar un espacio de debate amplio sobre el quehacer de esta línea de Investigación, especialmente en el mediano y largo plazo, su coordinación y trabajo mancomunado en pos de aumentar el impacto de las actividades de la línea.

La investigación de la línea fue presentada en el congreso mundial IUFRO realizado en Brasil, en este evento se evidenció la importancia de los recursos naturales como fuente de energía, aportando además a los procesos de captura de carbono, mitigación del cambio climático, generación de empleos, sustentabilidad ambiental y

descarbonización de la matriz energética. En el encuentro INFOR tuvo una destacada participación, posicionando a Chile como uno de los países líderes de desarrollo del rubro. En este sentido, entre las conclusiones, se señala que el futuro del manejo forestal sostenible desde la reducción de bosques naturales y las crecientes demandas por alimentos, madera, energía y otros servicios ecosistémicos, es un desafío fundamental para la comunidad de investigación forestal.

Los resultados de la investigación también han sido presentados en seminarios o congreso nacionales, destacando el VII Congreso Chileno de Ciencias Forestales, organizado por la Sociedad de Cs. Forestales de Chile en la Universidad de Concepción, Concepción, la presentación en la Comisión de Fomento Productivo, Turismo y Energía, Consejo de Gobierno Regional, Gobierno Regional, Región del Bio Bio, Concepción, y en la Jornada Técnica Institucional para la construcción del plan quinquenal 2020-2024, en la sede Bio Bio, Concepción.

Se participa en mesas de trabajo ministeriales y regionales sobre biocombustibles, donde INFOR participa junto a representantes de diversas instituciones, abordando distintas temáticas relacionadas con el desarrollo de iniciativas, por ejemplo, sobre el uso de leña, y el apoyo en la implementación de programas de descontaminación ambiental, entre otras.



CONSUMO DE LEÑA POR COMUNA Y ESPECIE EN EL SECTOR RESIDENCIAL URBANO DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS



UNIDAD BIOENERGÍA, CHILLAN VIEJO



LABORES DE COSECHA Y EXTRACCIÓN DE ÁRBOLES



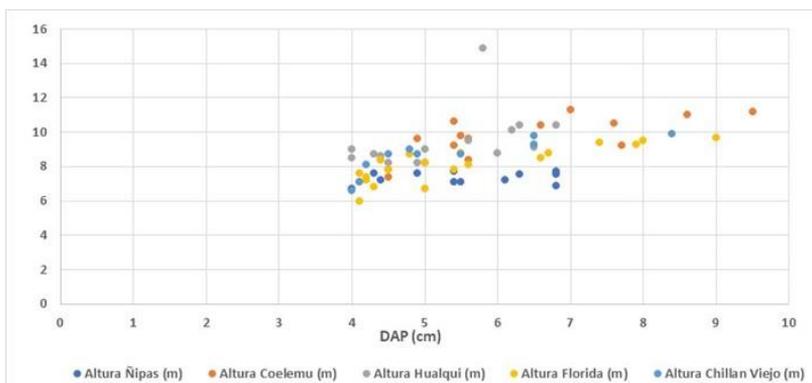
**LEÑA PRODUCIDA A PARTIR DE RENOVALES de *Acacia dealbata*
Y FORMATO DE COMERCIALIZACIÓN**



**RODAL ASILVESTRADO DE *Acacia dealbata* MANEJADO EL AÑO 2018 PARA PRODUCCIÓN DE LEÑA
SECTOR QUILMO SUR ORIENTE, COMUNA DE CHILLÁN VIEJO, REGIÓN DE ÑUBLE**



BOLETÍN TÉCNICO BOSQUES, ENERGÍA Y SOCIEDAD N° 11



RELACIÓN DAP-ALTURA DE LAS MASAS ASILVESTRADAS DE *Acacia dealbata* SEGÚN RODAL



OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE ASTILLAS Y APLICACIÓN NIR PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS Y FORMULACIÓN MODELO DE ESTIMACIÓN DE DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA



MANEJO EN HUERTO CLONAL DE VARIEDAD DE ÁLAMOS Y SAUCES PARA ENERGÍA COYHAIQUE REGIÓN DE AYSÉN



UNIDAD EXPERIMENTAL CON ÁLAMOS PARA ENERGÍA, COYHAIQUE, REGIÓN DE AYSÉN



PRESENTACIÓN AVANCES PROGRAMA BIOMASA FORESTAL Y ENERGÍA EN COMISIÓN DE FOMENTO PRODUCTIVO, TURISMO Y ENERGÍA, CONSEJO DE GOBIERNO REGIONAL, REGIÓN DEL BÍO BÍO



PRESENTACIÓN RESULTADOS DEL PROGRAMA BIOMASA FORESTAL Y ENERGÍA EN VII CONGRESO CHILENO DE CIENCIAS FORESTALES



ASISTENTES A REUNIÓN DEL CONSEJO CONSULTIVO DEL PROYECTO PELLET DE INFOR



PROYECTO PELLET



PLANTACIÓN *Acacia dealbata* SECTOR REPUTO, COMUNA DE CAÑETE



GRUPO DE INVESTIGADORES DE LA LÍNEA DE BIOMASA FORESTAL Y ENERGÍA INFOR



-ÁREA DE TECNOLOGÍA Y PRODUCTOS DE MADERA

Esta área de investigación de INFOR se transforma en un referente técnico nacional e internacional que apoya la construcción sustentable con madera aserrada estructural estandarizada, certificada, y con productos de valor agregado, que hacen factible la construcción en mediana altura, mediante la investigación y desarrollo, la difusión y transferencia tecnológica y la formación de capital humano.

Su principal objetivo es generar y actualizar información técnica de maderas aserradas estructurales (nativas y exóticas), desarrollar productos de ingeniería en madera, generar y actualizar normas que regulan el uso de la madera en la construcción, y apoyar la formación de especialistas en diseño, construcción e inspección de madera en obras.

El área desarrolla sus actividades de I+D+I a través de dos líneas de trabajo:

Madera Estructural para la Construcción

Esta línea tiene por objeto generar información técnica de especies madereras nativas y exóticas que crecen en Chile e incorporar los resultados en la normativa que regula su uso en la construcción (NCh 1198).

Productos de Ingeniería en Madera

Línea orientada a caracterizar y desarrollar productos de ingeniería en madera e incorporar los resultados en la normativa que regula su uso en la construcción, para generar alternativas de valor agregado para la pyme maderera nacional.

Durante el período el accionar del área se concentró fuertemente en actividades de transferencia tecnológica y capacitación, y en concluir la construcción e implementación del nuevo Laboratorio de Madera Estructural de la institución (LME INFOR) en la Sede Bio Bio, que viene a reemplazar con nuevas instalaciones y equipamiento al antes existente. Este nuevo laboratorio es inaugurado en octubre de 2019 con la presencia del Ministro de Agricultura y autoridades nacionales y regionales.

Proyecto Fortalecimiento de Capacidades para la Estandarización y Ensayo de Maderas para Uso Estructural

Proyecto financiado por el Fondo de Inversiones Estratégicas (FIE) del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, con un monto total de MM\$1.500, cuyo objetivo general busca disminuir las brechas tecnológicas y productivas de la pyme de aserrío en las áreas de la madera aserrada estructural, estructuras de madera y productos de ingeniería, a través de la generación de servicios de interés público que fomenten la construcción sustentable con madera. El proyecto es implementado por la Subsecretaría de Agricultura y el Instituto Forestal.

En el mes de mayo de 2018 se inicia en la Sede Bio Bio la construcción del nuevo Laboratorio de Madera Estructural del Instituto Forestal (LME-INFOR), para esta nueva infraestructura y equipamiento se contemplaron 1.190 m² de laboratorios y oficinas, y la adquisición de máquinas y equipos especializados. Complementariamente, se implementa

un programa de control de calidad de la madera aserrada estructural en 4 aserraderos que trabajan entre las regiones del Maule y Los Ríos.

En la construcción se incluye una nave para el acopio y elaboración de maderas, una nave central para la ejecución de ensayos mecánicos de madera aserrada de tamaño comercial, 2 dependencias destinadas a ensayos físicos y mecánicos (una de ellas climatizada), 5 oficinas (2 personas cada una), una sala de capacitación para 20 personas y una sala de reuniones. La estructura se basó en vigas y pilares laminados fabricados con madera de pino radiata y los revestimientos, interior y exterior, consideran tableros contrachapados y madera elaborada dispuesta de manera horizontal y vertical, respectivamente.

El equipamiento incluye:

- Máquinas para la elaboración de maderas.
- Máquinas para la fabricación de elementos laminados (prensa, encoladora).
- Máquinas para ensayos mecánicos en piezas de largo comercial (compresión, flexión).
- Planta de tratamiento de probetas al vacío y presión.
- Sistema de adquisición de datos.
- Equipos varios (celdas carga, medidor de humedad, apoyo audiovisual).
- Mobiliario oficinas, salas reunión y capacitación, y otras dependencias de ensayos.
- Red de datos y telefonía.

La nueva instalación mantiene su condición de laboratorio de ensayos que opera bajo el estándar de gestión NCh-ISO 17025 e inscripción en el registro de Laboratorios de Materiales de Construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.



FACHADA NORTE



FACHADA ESTE



NAVE CENTRAL



ZONA DE ELABORACIÓN MADERAS



PASILLO OFICINAS

Proyecto Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal (INFOR), para el Desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera (ISM), a Través de Bienes Públicos Orientados al Sector de la Construcción

Complementario al proyecto anterior, CORFO adjudica a INFOR este proyecto, con un financiamiento de MM\$ 2.700, al que se suma un aporte de la Subsecretaría de Agricultura por MM\$ 1.425. El proyecto se inicia en el mes de junio de 2018 con una primera etapa de 3 años y contempla una segunda etapa de 2 años, sujeta a una evaluación de los resultados de la primera etapa.

Este proyecto es gestionado por la Unidad de Transferencia Tecnológica de INFOR, tiene importante participación también el Área de Investigación Información y Economía Forestal y, evidentemente el Área de Tecnología y Productos de la Madera.

Su objetivo central es fortalecer la investigación, desarrollo y transferencia tecnológica institucional sobre el uso de la madera y sus productos, destinados al sector de la construcción, que permita contribuir al desarrollo de la Industria Secundaria de la Madera (ISM).

Como objetivos específicos contempla:

- Identificar y desarrollar productos de ingeniería para sistemas constructivos con madera.
- Generar y difundir información estadística de la ISM a través de plataformas digitales.
- Estudiar aspectos económicos, comerciales y tecnológicos de la producción y los mercados nacional e internacional de productos de madera para la construcción.

- Fortalecer la transferencia tecnológica de usos de la madera y sistemas constructivos en madera hacia la pyme del aserrío, a la ISM y al sector de la construcción.
- Fortalecer el capital humano y el conocimiento en INFOR en el ámbito de I+D+i forestal maderero para sistemas constructivos y complementarios.
- Adecuar la infraestructura, laboratorios y equipamientos de INFOR para los nuevos requerimientos de I+D+i de la cadena de valor de la madera, que asegure su calidad y sustentabilidad.
- Incorporar especies madereras a la normativa chilena que permita su uso en la construcción.

El proyecto contribuyó al equipamiento del LME-INFOR con una cámara de clima, una máquina universal y sus accesorios, un autoclave y una cámara de flujo laminar, y ha generado conocimiento e información en materia de estudios y estadísticas de la industria secundaria de la madera, de características tecnológicas de especies madereras y de productos estructurales para la construcción, del estado del arte en políticas de promoción de la madera en la construcción en otros países avanzados al respecto y de percepción de los chilenos sobre el uso de este material en la construcción de viviendas.

En el ámbito de la información se han generado bases de datos de productores y comercializadores de elementos estructurales de madera, madera aserrada estructural, vigas y elementos no estructurales de madera para la construcción en Chile, bases de datos de empresas constructoras e inmobiliarias que consumen o podrían consumir madera aserrada estructural, y Estudio un de Mercado de Madera Aserrada Estructural.

En cuanto a investigación, como se detalla más adelante, se ha generado conocimiento de las características mecánicas de vigas I, tensiones admisibles de madera aserrada clasificada visualmente de pino oregon y durabilidad natural de la madera de esta especie, y se levantaron las brechas tecnológicas-productivas en la pyme de aserrío de las regiones del Maule, Ñuble, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Respecto del fortalecimiento del recurso humano, se han incorporado nueve profesionales: tres en el Área de Tecnología y Productos de la Madera, cuatro en el Área de Información y Economía Forestal y dos profesionales en la Unidad de Transferencia Tecnológica. Junto a esto se ha capacitado profesionales en temas de construcción en madera, productos y sistemas constructivos en madera, normas chilenas sobre maderas para la construcción y extensionismo tecnológico, entre otros temas. Se implementó un sistema de vigilancia tecnológica que monitorea temas de interés de la I+D+i de INFOR periódicamente.

En temas de mejoramiento tecnológico el proyecto ha realizado importantes inversiones en equipamiento e instrumental del Laboratorio de Madera Estructural, como los ya descritos, y equipos computacionales, como de servidores, *storage*, *software* y otros menores para el almacenamiento y procesamiento de la información estadística del área de Información y Economía Forestal, así como equipamiento para transferencia tecnológica.

Un elemento muy relevante que el proyecto ha trabajado es la vinculación con actores del ambiente forestal-maderero y de la construcción, privados, públicos, gremiales y de I+D+i, tanto a nivel nacional como internacional, con el objetivo de aunar y potenciar los esfuerzos para la promoción de la madera en la construcción.

Actividades de Transferencia Técnica

- Cursos de Formación de Clasificadores Visuales de Madera Aserrada Estructural de Pino Radiata

Los cursos tuvieron por objetivo capacitar al personal de aserraderos pyme en el método de clasificación visual de la madera aserrada estructural de pino radiata, según los requisitos establecidos por la norma chilena 1207, y la aplicación del timbre de rotulado de la madera.

El cuadro siguiente resume los 9 cursos ejecutados entre las regiones del Maule y Los Lagos.

Región	Provincia	Comuna	Razón Social	Personas Capacitadas (N°)	Días Capacitación (N°)
Araucanía	Cautín	Freire	Forestal Andes Ltda.	13	5
			Sociedad Forestal Agrícola Comercial e Industrial Fátima Ltda.	3	5
		Pitrufquen	Ingecon Ltda.	4	5
Los Lagos	Osorno	Osorno	Maderas de Exportación S.A.	11	5
Los Ríos	Valdivia	Mariquina	Forestal Santa Blanca S.A	5	5
Maule	Talca	Talca	Forestal Yukón Ltda.	6	5
		Constitución	Claudio Muñoz Rozzi	7	5
			Maderera El Pino Ltda.	6	5
			Prestación de Servicios Luis Flores González EIRL	4	5
Ñuble	Ítata	Coelemu	Forestal y Aserraderos Leonera Ltda.	11	8
		Quirihue	Maderera Concón Ltda.	6	5
	Punilla	San Nicolás	Industrial Forestal y Servicios Madereros S.A.	5	5
Total general				81	63

Los cursos de capacitación se ejecutaron de acuerdo al programa siguiente:

Día 1

- Entrega de carpetas con material de apoyo y presentación de la norma y sus alcances
- Requisitos técnicos de la madera aserrada estructural de pino radiata (grado estructural, dimensiones, contenido de humedad)
- Términos y definiciones asociados a las características de la madera
- Práctico de proyección de nudos en secciones transversales de block de madera

Día 2

- Práctica de proyección de nudos en secciones transversales de block de madera
- Práctica de medición de médula, canto muerto, fibra desviada y alabeos

Días 3 y 4

- Práctica de clasificación visual estructural con madera aserrada de pino radiata
- Práctica medición dimensiones, contenido de humedad y aplicación de timbre

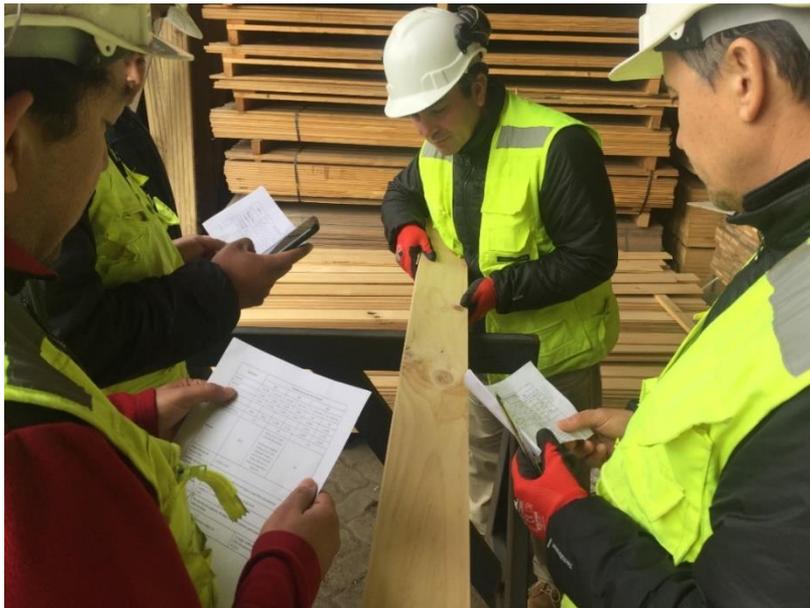
Día 5

- Repaso de antecedentes de NCh 1207
- Evaluación práctica (15 piezas por participante)
- Revisión de las evaluaciones (instructor, participante)
- Entrega de diplomas a los participantes

Los cursos se ejecutaron en el marco del Convenio de con MINAGRI 2019 y el proyecto CORFO Fortalecimiento de las capacidades tecnológicas del Instituto Forestal (INFOR) para el desarrollo de la industria secundaria de la madera, a través de bienes públicos orientados al sector de la construcción.



EJERCICIOS PRÁCTICOS. FORESTAL YUKÓN. MAULE



PRÁCTICA CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL. MADERAS DE EXPORTACIÓN S.A. LOS LAGOS



EVALUACIÓN CURSO. FORESTAL Y ASERRADEROS LEONERA LTDA. BIO BIO



TRABAJADORES CAPACITADOS. FORESTAL ANDES LTDA. ARAUCANÍA

- Cursos de Actualización Técnica para Profesionales del MINVU y SERVIU

Los cursos tuvieron por objetivo actualizar al personal del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU) respecto de los requisitos de la madera aserrada para la construcción, las estructuras y la inspección de un proyecto en ejecución.

El cuadro siguiente resume las 3 actividades de capacitación.

Región	Fecha	Proyecto Visitado	Personas Capacitadas (N°)
Maule	16 octubre	Bicentenario San Rafael	20
Los Lagos	4 diciembre	Alta Esperanza II	16
Araucanía	8 enero	Boyeco	17
Total			53

Estos cursos de actualización técnica se ejecutaron según el programa siguiente:

- Charla 1: Requisitos de la madera aserrada para la construcción
- Charla 2: Antecedentes del proyecto a visitar
- Coordinación de la actividad de terreno (cartilla de control, modalidad de trabajo)
- Traslado a la obra
- Trabajo grupal
- Presentaciones grupales
- Evaluación de la actividad

Los cursos se ejecutaron en el marco del convenio de colaboración y transferencia suscrito entre el Instituto Forestal y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.



TRABAJO GRUPAL EN TERRENO. MAULE



PROFESIONALES CAPACITADOS. MAULE



TRABAJO GRUPAL EN TERRENO. LOS LAGOS



PROFESIONALES CAPACITADOS. LOS LAGOS



TRABAJO GRUPAL EN TERRENO. ARAUCANÍA

- Curso de Formación de Carpinteros en la Provincia de Arauco

El curso tuvo una duración de 20 días, fue ejecutado entre el 17 de junio y el 5 de julio en el sector Tres Pinos, comuna de Los Álamos, y consideró la participación como relator del jefe de la especialidad Carpintería de la Escuela de Oficios y Ocupaciones de la Industria de la Construcción de Quebec, Canadá. Participaron un total de 20 personas, provenientes de empresas constructoras pyme, aserraderos pyme y la oficina municipal de intermediación laboral de la comuna de Los Álamos. El curso se ejecutó en el marco del proyecto FNDR del Bio Bio Capacitación para la Construcción con Madera en la Región del Bio Bio.



FABRICACIÓN DEL ENVIGADO DE PISO



FABRICACIÓN DE CERCHAS



MONTAJE DE MUROS



INSTALACIÓN DE AISLACIÓN TÉRMICA Y REVESTIMIENTO INTERIOR



INSTALACIÓN REVESTIMIENTO EXTERIOR



MÓDULO HABITABLE TERMINADO



PERSONAS CAPACITADAS

- Participación en Semana de la Madera

El área de Tecnología y Productos de Madera participó con 3 presentaciones. Ellas corresponden a las que se indican:

- Determinación de las tensiones admisibles de la madera aserrada estructural de pino oregón con clasificación visual.
- Requisitos de calidad para la madera aserrada de pino radiata para la construcción.
- Caracterización mecánica de vigas I fabricadas con tableros OSB y madera aserrada estructural de pino radiata.

Las presentaciones se realizaron en el marco de la Semana de la Madera, que desarrolla CORMA, el jueves 5 de septiembre, en la sala C1 del Centro Cultural Gabriela Mistral, Santiago. Asistieron un total de 125 personas.

Publicaciones

Brechas tecnológicas y productivas en la pyme de aserrío de las regiones del Maule, Ñuble, Bio Bio, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 223.

Durabilidad natural de la madera de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Instituto Forestal. Informe Técnico N° 224.

Tensiones admisibles de la madera aserrada estructural de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) clasificada visualmente. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 225.

Caracterización mecánica de vigas I fabricadas con tableros OSB y madera aserrada estructural de pino radiata. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 226.

Tensiones admisibles de la madera aserrada de pino radiata proveniente de las regiones de la Araucanía y Los Ríos para uso en elementos laminados. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 227.

Caracterización mecánica de muros estructurales de madera de pino radiata sometidos a carga horizontal. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 228.

ANEXO
ESTADOS FINANCIEROS RESUMIDOS
INFORME DE LOS AUDITORES INDEPENDIENTES

Señor
Presidente y señores
Miembros del Honorable Consejo Directivo Instituto Forestal

www.bakertilly.cl

Informe sobre los estados financieros

Hemos efectuado una auditoría a los estados financieros adjuntos de Instituto Forestal, que comprenden los estados de situación financiera al 31 de diciembre de 2019 y 2018, y los correspondientes estados de resultados integrales, de cambio en el patrimonio y flujos de efectivo por los años terminados en esas fechas, y las correspondientes notas a los estados financieros.

Responsabilidad de la Administración por los estados financieros

La Administración es responsable por la preparación y presentación razonable de estos estados financieros de acuerdo con las Normas Internacionales de Información Financiera. Esta responsabilidad incluye el diseño, implementación y mantención de un control interno pertinente para la preparación y presentación razonable de estados financieros que están exentos de representaciones incorrectas significativas, ya sea debido a fraude o error.

Responsabilidad del auditor

Nuestra responsabilidad consiste en expresar una opinión sobre los estados financieros a base de nuestras auditorías. Efectuamos nuestra auditoría de acuerdo con Normas de Auditoría Generalmente Aceptadas en Chile. Tales normas requieren que planifiquemos y realicemos nuestro trabajo con el objeto de lograr un razonable grado de seguridad que los estados financieros están exentos de representaciones incorrectas significativas. Una auditoría comprende efectuar procedimientos para obtener evidencia sobre los montos y revelaciones en los estados financieros. Los procedimientos seleccionados dependen del juicio del auditor, incluyendo la evaluación de los riesgos de representaciones incorrectas significativas de los estados financieros, ya sea debido a fraude o error.

Al efectuar estas evaluaciones de los riesgos, el auditor considera el control interno pertinente para la preparación y presentación razonable de los estados financieros de la entidad con el objeto de diseñar procedimientos de auditoría que sean apropiados en las circunstancias, pero sin el propósito de expresar una opinión sobre la efectividad del control interno de la entidad.

En consecuencia, no expresamos tal tipo de opinión. Una auditoría incluye, también, evaluarlo apropiadas que son las políticas de contabilidad utilizadas y la razonabilidad de las estimaciones contables significativas efectuadas por la Administración, así como una evaluación de la presentación general de los estados financieros. Consideramos que la evidencia de auditoría que hemos obtenido es suficiente y apropiada para proporcionarnos una base para nuestra opinión de auditoría.

Opinión sobre la base regulatoria de contabilización

En nuestra opinión, los mencionados estados financieros presentan razonablemente, en todos sus aspectos significativos, la situación financiera del Instituto Forestal al 31 de diciembre de 2019, y los resultados de sus operaciones y los flujos de efectivo por los años terminados en esa fecha de acuerdo con Normas Internacionales de Información Financiera.

Otros asuntos

Como se desprende de la lectura de los estados financieros, la Institución presenta un capital de trabajo negativo ascendente a M\$ 703.645 para el periodo 2019 y M\$ 531.477 en el 2018.

Los estados financieros por el año finalizado al 31 de diciembre de 2018, fueron auditados por otros auditores, quienes emitieron una opinión con salvedad sobre los mismos con fecha 26 de marzo de 2019.



ANDRÉS MAGNA GONZÁLEZ

BAKER TILLY CHILE LTDA.

Concepción, 27 de marzo de 2020

Baker Tilly Chile trading as Baker Tilly is a member of the global network of Baker Tilly International Ltd., the members of which are separate and independent legal entities.

INSTITUTO FORESTAL

ESTADOS DE SITUACION FINANCIERA RESUMIDO

ACTIVOS	31.12.2019	31.12.2018
	M\$	M\$
Total activos corrientes	<u>2.885.487</u>	<u>4.378.516</u>
Total activos no corrientes	<u>10.789.890</u>	<u>11.734.645</u>
TOTAL ACTIVOS	<u><u>13.675.377</u></u>	<u>16.113.161</u>
PASIVOS Y PATRIMONIO NETO	31.12.2019	31.12.2018
	M\$	M\$
Total pasivos corrientes	<u>3.589.132</u>	<u>4.909.994</u>
Total pasivos no corrientes	<u>2.767.184</u>	<u>4.141.463</u>
Total pasivos	<u>6.356.316</u>	<u>9.051.457</u>
Total patrimonio, neto	<u>7.319.061</u>	<u>7.061.704</u>
TOTAL PASIVOS Y PATRIMONIO	<u><u>13.675.377</u></u>	<u>16.113.161</u>

INSTITUTO FORESTAL

ESTADOS DE RESULTADOS INTEGRALES POR NATURALEZA POR EL EJERCICIO TERMINADO AL 31 DE DICIEMBRE DE 2019 Y 31 DE DICIEMBRE 2018

(En miles de pesos)

	Acumulado	Acumulado
	01.01.2019	01.01.2018
Estados de Resultado por naturaleza	31.12.2019	31.12.2018
	M\$	M\$
Ingresos de actividades ordinarias	7.923.049	8.304.115
Materias primas y consumibles utilizados	(247.445)	(225.089)
Gastos por beneficios a los empleados	(4.170.675)	(4.177.209)
Gasto por depreciación y amortización	(236.900)	(233.544)
Otros gastos, por naturaleza	(3.251.830)	(3.484.364)
Otros ingresos por Naturaleza	220.532	246.112
Otros gastos	(9.275)	(2.235)
Otras Ganancias		
Costos Financieros	(9.551)	(11.018)
Diferencia de cambio	<u>(7.129)</u>	<u>49.315</u>
Ganancia antes de impuesto	<u>201.501</u>	<u>466.082</u>
Impuesto a las Ganancias	33.570	(62.576)
Ganancia o Pérdida del Ejercicio	<u>244.346</u>	<u>403.506</u>

INSTITUTO FORESTAL

ESTADOS DE CAMBIOS EN EL PATRIMONIO NETO

(En miles de pesos - M\$)

31 de Diciembre 2019

Estado de cambios en el patrimonio	Capital emitido M\$	Otras reservas M\$	Ganancias (pérdidas) acumuladas M\$	Patrimonio Total M\$
Saldo inicial al 01/01/2019	6.080.983	5.941.991	(4.961.270)	7.061.704
Saldo final al 31/12/2019	6.080.983	5.941.991	(4.703.913)	7.319.061

31 de Diciembre 2018

Estado de cambios en el patrimonio	Capital emitido M\$	Otras reservas M\$	Ganancias (pérdidas) acumuladas M\$	Patrimonio Total M\$
Saldo inicial al 01/01/2018	6.080.983	1.534.345	(5.001.425)	2.613.903
Saldo final al 31/12/2018	6.080.983	5.941.991	(4.961.270)	7.061.704

INSTITUTO FORESTAL

ESTADOS DE FLUJOS DE EFECTIVO - METODO DIRECTO

	31.12.2019 M\$	31.12.2018 M\$
Flujos de efectivo netos procedentes de (utilizados en) actividades de operación	2.132	453.778
Flujos de efectivo netos procedentes de (utilizados en) actividades de inversión	(913.486)	(974.903)
Incremento (disminución) neto de efectivo y equivalentes al efectivo	(918.483)	(471.810)
Efectivo y equivalentes al efectivo al principio del periodo	2.102.958	2.574.768
Efectivo y equivalentes al efectivo al final del periodo	1.184.475	2.102.958



INFOR

WWW.INFOR.CL