

*Identificación de factores que influyen  
en el proceso de adopción y difusión  
de tres innovaciones tecnológicas  
en el sector silvícola chileno*



**Claudio A. Muñoz (\*), Francisco Juárez Rubio (\*\*)**

**(\*) Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile**

**(\*\*) Universitat de Lleida, España**

DOI: 10.4422/ager.2021.05

**ager**

Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural  
Journal of Depopulation and Rural Development Studies

**Identificación de factores que influyen en el proceso de adopción  
y difusión de tres innovaciones tecnológicas en el sector silvícola chileno**

*Ideas clave:*

1. Estado y empresas líderes resultan clave como dinamizadores del proceso tecnológico forestal, especialmente para las PYMES.
2. Las competencias pro-innovación instaladas en el capital humano son relevantes para el proceso de adopción-difusión.
3. El flujo tecnológico se torna más lento hacia los actores más periféricos del sector.
4. El éxito en la adopción de tecnologías implica, además, reconocer los factores propios de cada una.
5. La gestión tecnológica es fundamental para aumentar la competitividad forestal.

*Resumen:* El éxito del sector forestal chileno se ha sustentado en adecuadas políticas estatales y en un eficiente aparato productivo. Las grandes empresas lideran los procesos de desarrollo tecnológico y, principalmente, los de adopción de innovaciones, rentabilizando las nuevas tecnologías incorporadas en sus procesos productivos. El Mejoramiento Genético, la incorporación de Sistemas de Información Geográfica y la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental son señalados por los entrevistados como las principales innovaciones tecnológicas del sector, especialmente el subsector silvícola. Estas innovaciones presentan un claro proceso de adopción y difusión desde las grandes empresas forestales hacia los medianos y pequeños propietarios, en un flujo difusor que se hace cada vez más lento hacia la periferia. Las primeras manifiestan un comportamiento innovador basado en adopción de tecnologías, las segundas, un carácter más seguidor. Este estudio aporta antecedentes de tipo descriptivo cualitativo sobre los factores que favorecen o dificultan los procesos de adopción y difusión de las tecnologías identificadas desde los desarrolladores o adoptadores tempranos hacia los usuarios individuales no corporativos de carácter periférico. El capital humano y su nivel de profesionalización, el desconocimiento de las tecnologías y la no existencia de una cultura pro innovación, especialmente en los actores más periféricos, resultan ser factores relevantes para las decisiones tecnológicas de las unidades adoptantes. Estos y otros factores fueron sistematizados desde el punto de vista del mercado; de la empresa forestal como organización; de los viveros forestales; de los profesionales y contratistas y de forestadores. La estrategia, el tipo de organización y capital humano, el nivel y profundización de las redes, la vinculación con entidades generadoras de conocimiento y tecnología parecen constituirse en factores transversales en el proceso de adopción y difusión de innovaciones tecnológicas en el sector. Los logros de este estudio se consideran significativos, debido a que la literatura científica no ha cubierto suficientemente esta área de investigación para el sector forestal, especialmente el chileno.

*Palabras clave:* Innovación; Competitividad Forestal; Factores de Adopción y Difusión; Desarrollo Forestal; Forestadores; Chile.

**Identification of factors influencing the process of adoption and diffusion of three technological  
innovations in the Chilean forest sector**

*Highlights:*

1. State and leading companies are key drivers of the forestry technology process, especially for SMEs.

2. The pro-innovation competences embedded in human capital are relevant for the adoption-diffusion process.
3. Technology flow is slowing towards the more peripheral actors in the sector.
4. Successful technology adoption also involves recognising the factors that are specific to each technology.
5. Technology management is essential to increase forest competitiveness.

*Abstract:* The success of the Chilean forest sector has been supported by adequate government policies and an efficient productive system. Large companies lead the technological development processes and, mainly, the adoption of innovations, making the new technologies incorporated into their production processes profitable. Genetic Improvement, the incorporation of Geographic Information Systems, and the implementation of Environmental Management Systems are pointed out by the respondents as the main technological innovations in the sector, especially the forestry subsector. These innovations present a clear process of adoption and diffusion from large forest companies to medium and small owners, in a diffusion flow that is becoming increasingly slow towards the periphery. While the former exhibit an innovative behavior based on the adoption of technologies, the latter two have a rather follower character. This study provides a qualitative-descriptive background on the factors that favor or hinder the processes of adoption and diffusion of technologies identified from developers or early adopters to individual non-corporate peripheral users. Human capital and its level of professionalization, unawareness of technologies, and the non-existence of a pro-innovation culture, especially concerning the most peripheral stakeholders, turn out to be relevant factors for the technological decisions of the adopting units. These and other factors were systematized from the perspective of the market, forest company as an organization, forest nurseries, professionals and contractors, and foresters. The strategy, type of organization and human capital available, level and depth of the networks, and links with entities eliciting knowledge and technology, all seem to constitute cross-cutting factors and key enablers in the process of adoption and diffusion of technological innovations in the sector. The achievements of this study are considered relevant and a contribution to the scientific literature, which has not sufficiently covered this research field, especially regarding the Chilean forest sector.

*Keywords:* Innovation; Forest Competitiveness; Adoption and Diffusion Factors; Forest Development; Foresters; Chile.

Fecha de envío: 12 de noviembre de 2019  
Devuelto para primera revisión: 1 de marzo de 2020  
Devuelto para segunda revisión: 11 de enero de 2021  
Fecha de aceptación: 11 de febrero de 2021

Cómo citar este artículo: Muñoz, C. A., Juárez, F. (2021). Identificación de factores que influyen en el proceso de adopción y difusión de tres innovaciones tecnológicas en el sector silvícola chileno. *AGER: Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural (Journal of Depopulation and Rural Development Studies)*, (31), 7-42. <https://doi.org/10.4422/ager.2021.05>

Claudio A. Muñoz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8875-0065>. Correo electrónico: [cmunoz@uach.cl](mailto:cmunoz@uach.cl)  
F. Juárez Rubio. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2950-4192>. Correo electrónico: [fjuarez@aegern.udl.cat](mailto:fjuarez@aegern.udl.cat)

## 1. *Introducción*

Las innovaciones han sido el motor del cambio tecnológico, provocando cambios irreversibles en los procesos y factores de producción (Schumpeter, 1939). Hoy, el desarrollo tecnológico continúa produciendo y promoviendo intensos cambios en los sistemas económicos y sociales, permitiendo a las empresas construir y sostener ventajas competitivas. Este complejo proceso conlleva transformaciones en un sinnúmero de factores económicos, sociales y culturales, por lo que el paradigma tecnológico se verá condicionado por cinco dimensiones a considerar en el crecimiento económico: ciencia, tecnología, economía, política, y cultura (Freeman, 1995).

Necesariamente se debe distinguir entre "innovación" e "invención", siendo la segunda el fruto de la investigación, algo nuevo, y, en efecto, cuando esta es comercializable pasa a ser fuente de innovación. Similar es el caso para los conceptos "tecnológico" y "técnico". Un cambio tecnológico hace referencia al acto de producir un nuevo conocimiento, mientras que el cambio técnico consistiría en la incorporación de este nuevo conocimiento al proceso de producción de las empresas (Freeman, 1995; Alcón, 2007). Desde las perspectivas expuestas, se deduce, según Alcón (2007), que una innovación "puede ser un producto, una mejora de otro existente, un proceso, o una técnica de gestión u organización, siempre y cuando ésta llegue al mercado, se encuentre a disposición de los potenciales adoptantes y, tanto estos como los fabricantes, la perciban como novedad" (p. 38 y 39).

La innovación puede entonces presentar visiones sociológicas, conductistas, sociales y pragmáticas, entre otras, evidenciando un doble sentido de acción y de efecto. Una de las definiciones más amplias desde la perspectiva del consumidor es la ofrecida por Rogers (1962), para quien una innovación es "...una idea, proceso u objeto percibido como nuevo por un individuo" (p. xviii, preface). En economía, la innovación ha sido definida por Schumpeter (1939) como un "cambio histórico e irreversible en el proceso de producción". Por su parte, el Manual de Oslo (2018) señala que una innovación es "un nuevo o mejorado producto o proceso (o una combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o procesos previos de la unidad institucional y que ha sido puesto a disposición de potenciales personas usuarias (producto) o implementado en la unidad institucional (proceso)" (Organization for Economic Co-operation and Development/ Statistical Office of the European Communities [OECD/Eurostat], 2018. p. 20).

La clasificación de las innovaciones puede realizarse atendiendo a diversos criterios. Una de particular interés para esta investigación y muy utilizada en marketing es la de Robertson (1967), citado por Alcón (2007), la cual se centra en el colectivo que adopta la innovación. Considera dos grandes grupos. El primero asociado a innovaciones de consumo, el segundo a innovaciones de empresa o tecnológicas. Las innovaciones de consumo se sub clasifican en discontinuas, dinámicamente continuas y continuas. Las innovaciones tecnológicas se subdividen, según la naturaleza de la innovación, en innovaciones técnicas (mecánicas o biológicas) e innovaciones organizativas, entendiendo estas como aquellas que influyen sobre los métodos/procesos organizativos y/o de gestión. Esta investigación se aborda desde la perspectiva de este último grupo, por lo que la denominación utilizada será, indistintamente, "innovación tecnológica".

Sunding y Zilberman (2001) afirman, desde la perspectiva agraria, que "la probabilidad de que surjan nuevas ideas aumenta como respuesta a la escasez y las oportunidades económicas" (p. 219), todo ello inducido a partir de un marco político y económico para gestionar los gastos públicos. De esta forma, la innovación resulta inmersa en un proceso, denominado proceso de innovación, cambio técnico o cambio social, según la perspectiva desde la que se observe (Freeman, 1995). En efecto, según Alcón (2007), "...su culminación da paso al proceso de adopción por parte del consumidor" ya que "...este describirá cómo los potenciales adoptantes llegan a conocer la innovación, cómo la evalúan y cómo finalmente la adoptan o rechazan. Este proceso antecederá al de creación de lealtad del cliente en la innovación" (p. 42).

En muchas ocasiones, los conceptos adopción y difusión de innovaciones son utilizados de forma indistinta, a pesar de que poseen diferencias. Para Alcón (2007), la

adopción hace referencia a un proceso de decisión individual sobre la aceptación de una innovación, mientras que la difusión se refiere al proceso de aceptación de una innovación por un conjunto de individuos en el tiempo. En efecto, para Roger (1962), la adopción es "...un proceso mental por el que pasa un individuo desde que tiene conocimiento por primera vez de la existencia de una innovación, hasta que toma la decisión final de adoptar" (p. 36). Por lo tanto, la adopción, puede ser vista desde dos niveles: el *nivel micro*, en donde cada unidad debe decidir si adopta o no una innovación tecnológica, así como la intensidad de su uso, existiendo una serie de factores propios y externos que afectan su decisión. El *nivel macro* correspondería al modelo de adopción que comportan todas las unidades decisionales constituyentes de la población en estudio. Este es estudiado en el tiempo, identificando factores y tendencias específicas y/o generales dentro de un ciclo, partiendo de un momento en el tiempo donde la innovación está ya en uso y sin considerar el proceso de dicha innovación. Es la difusión. Por ello, la difusión puede ser interpretada como la adopción agregada, estando ligada al tiempo y la adopción al comportamiento adoptante de un individuo.

Para Alcón (2007), "el proceso de adopción comienza con el conocimiento que experimenta un potencial adoptante cuando es expuesto a la innovación" (p. 44). Pese a que existen distintos tipos de clasificaciones, todas se basan en la existencia de tres niveles: cognoscitivo, derivado de la información; afectivo, derivado de la evaluación, y activo, derivado de si el individuo adquiere o no la innovación. Según el mismo autor, "...Tan (1994) fue el primero en introducir factores relacionados con el comportamiento del individuo sobre las fases del proceso, demostrando que las variables de comportamiento, económicas y las relacionadas con el producto, afectan a la decisión de adoptar" (p. 46), verificando que la adopción se trata de una cualidad asociada a los atributos intrínsecos del individuo (unidad) y su relación con producto y el entorno.

A fin de describir lo que denominó "los individuos de un sistema social en base a su tiempo de adopción" (p. 89), Roger (1962), propuso un método estándar para establecer categorías en base a función de densidad de probabilidad normal de adoptantes y su correspondiente función acumulada en el tiempo con forma de 'S' (p. 351). Definió así cinco categorías de adoptantes: innovadores, primeros adoptantes o adoptantes tempranos (*early adopters*), primera mayoría, última mayoría, y rezagados. Desde esta perspectiva, según el mismo Roger (1958), la adopción de innovaciones no sería más que "...un proceso de comunicación, de manera que el potencial adoptante adquirirá la innovación una vez que tenga conocimiento completo de ella" (p. 354).

Las distintas aproximaciones teóricas y análisis empíricos existentes permiten establecer que la adopción y difusión de tecnologías responden a procesos graduales y sistematizables, que siguen una curva en 'S' (Roger, 1958). No obstante, Sinde y

Diéguez (2005), señalan que "...está menos claro cuáles son los factores que inciden en que ese proceso gradual tenga lugar de un modo más o menos rápido" (p. 335), tanto a nivel de adopción como a nivel de los factores que condicionan la velocidad a la cual se difunde una nueva tecnología. Indican a su vez que dichos factores estudiados podrían agruparse en aquellos:

...que recogen las características agregadas del sector demanda; que hacen referencia al sector oferente; relacionados con las características de la innovación a difundir (el coste de la misma, complejidad en su uso, riesgo asociado, etc.); que asocian el entorno en el cual se produce la difusión, teniendo en cuenta la competencia que puede establecerse con otras tecnologías y/o con la tecnología antigua (y las mejoras que pueden introducirse en ésta), los condicionantes políticos que pueden favorecer o retrasar la difusión de una innovación determinada; factores que contribuyen a explicar el proceso de adopción por parte de las empresas, partiendo de la existencia de cierta heterogeneidad entre las empresas de un mismo sector (p. 335).

Esta situación es coincidente en Chile para su sector forestal, dado que, en general, se desconocen cuáles son aquellos factores que incidirían con mayor ponderación en sus propios procesos de adopción y difusión de innovaciones tecnológicas. Por defecto, también se desconocen sus fuentes de agrupamiento específicas, constituyendo una oportunidad de investigación en este ámbito, lo que permitiría comprender en mayor y mejor medida los elementos dinamizadores de los procesos tecnológicos en dicho sector.

Durante los últimos 45 años, el sector forestal chileno ha sido objeto de un considerable desarrollo, transformándose en un actor relevante en el mercado de las exportaciones forestales a nivel mundial. Los principales causantes de este crecimiento han sido la política estatal de incentivo a las forestaciones mediante la instauración del Decreto Ley N° 701, de 1974, sobre Fomento Forestal (Vial, 1996) y un eficaz aparato productivo que llevó a la formación de una masa crítica de plantaciones y a la creación de un conglomerado de industrias procesadoras con importantes niveles de integración, las cuales hoy sostienen este desarrollo (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias [ODEPA], 2018).

Las grandes empresas han sido los principales actores en este proceso, sustentadas en extensas masas de plantaciones forestales establecidas y gestionadas por sus filiales silvícolas y en procesos de desarrollo y adopción de innovaciones que han apalancado su competitividad. Sin embargo, este desarrollo no ha sido equitativo para los restantes actores del sector, ya que son seguidos a una muy amplia distancia por los

medianos y pequeños propietarios. Estos, que además de enfrentar dificultades para acceder a financiamiento y al costo alternativo de destinar tierra a plantaciones en reemplazo de la actividad agrícola de subsistencia, poseen un importante desfase tecnológico respecto de las grandes empresas (Instituto Forestal de Chile [INFOR], 2015).

Identificar las principales innovaciones y analizar los factores de adopción y difusión que influyen en su proceso de transferencia desde un nivel de gestión a otro no ha sido tema de investigación intensiva en el sector forestal chileno. Esto dificulta la toma de decisiones y/o la generación de políticas públicas destinadas a promover los procesos de adopción y difusión de conocimiento y tecnologías, especialmente hacia aquellos actores menos favorecidos y más periféricos del sector.

El presente trabajo se centró en identificar las tres principales innovaciones tecnológicas implementadas, así como los principales factores que influyen en su adopción y difusión desde los desarrolladores o adoptadores tempranos (Roger, 1958) hacia el resto de la "sociedad productiva" que compone el sector silvícola.

El documento se ha organizado en seis apartados. El segundo expone el contexto nacional y global del sector forestal chileno. El tercero y cuarto exponen la metodología y resultados, respectivamente. En los apartados quinto y sexto se discute y concluye, respectivamente, los principales hallazgos y proyecciones de este estudio.

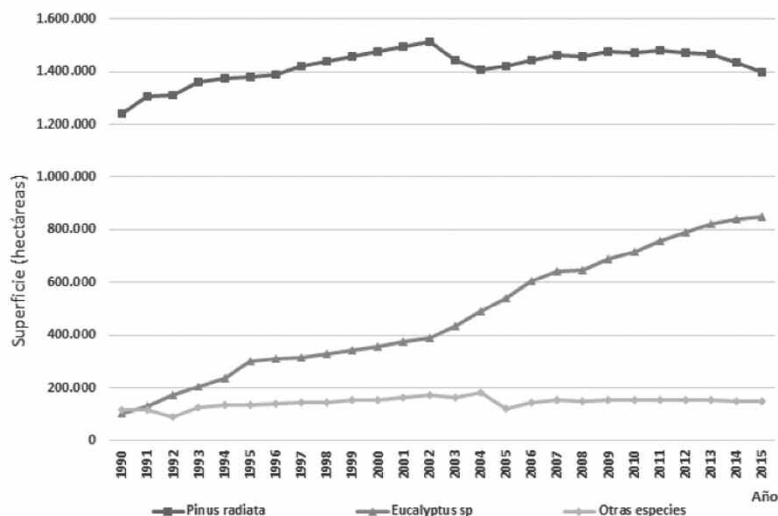
## 2. Contexto de la industria forestal chilena

Chile posee una superficie territorial de 75,7 millones de hectáreas. Un 23,3 % corresponde a tierras que sustentan bosques. De ellas, 14,4 millones son bosques naturales y 2,4 millones plantaciones forestales. Estas últimas compuestas en un 58,4 % por *Pinus radiata*, un 35,4 % forestado con *Eucaliptus sp.* y un 6,2 % con otras especies de uso forestal (INFOR, 2017).

Entre 1990 y 2015 el país presentó un incremento promedio de plantaciones de 38.851 ha/año, junto a un aumento en la participación relativa de *Eucalyptus sp.* La especie *Pinus radiata* tendió a estabilizarse, al igual que la categoría "otras especies" (Figura 1). Esto refleja una relativa madurez en el desarrollo silvícola e industrial relacionado con *P. radiata*, especialmente en las grandes empresas, quienes poseen el mayor porcentaje de plantaciones con esta especie (INFOR, 2017).



Figura 1.  
Superficie Anual Plantada por Especie. Periodo 1990 – 2015.

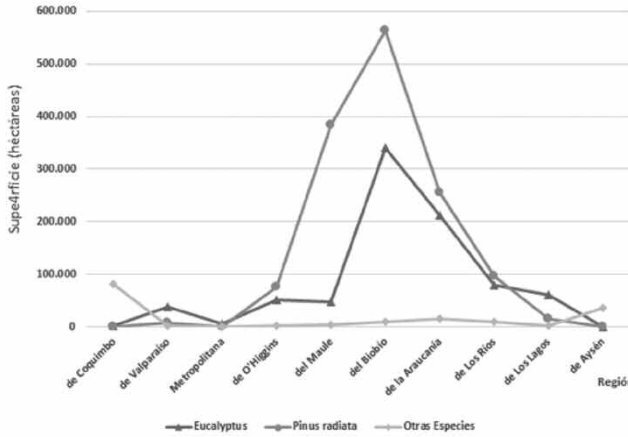


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFOR (2017).

La gran masa forestal del país se concentra entre las regiones de O'Higgins y de Los Ríos<sup>1</sup>, denominándose la "macrozona forestal de Chile" (Figura 2), que aglomera el 94,3 % de las plantaciones (INFOR, 2016; INFOR, 2017) y donde se sitúan las principales industrias componentes del clúster. Los medianos y pequeños propietarios (Figura 3) forman parte de la industria parcialmente, ya que son tomadores de precios internos impuestos por las grandes empresas. Han forestado utilizando subsidios de fomento forestal del Estado y siguen una distribución territorial similar.

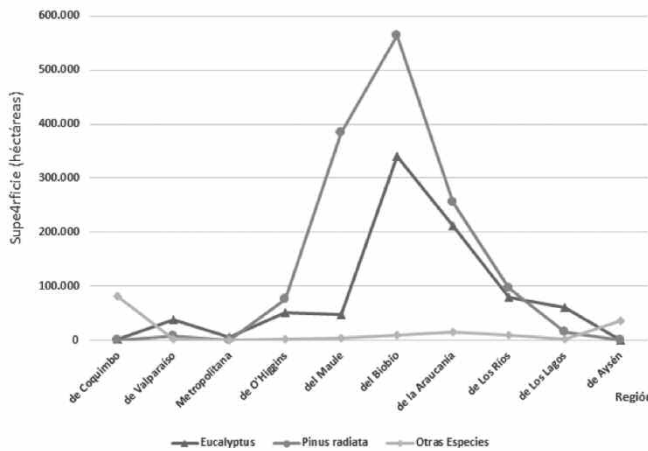
1• Según el Capítulo XIV de la Constitución Política de Chile, para el Poder Ejecutivo se crea una división político-administrativa compuesta de 3 unidades territoriales: Región, Provincia y Comuna ([www.bcn.cl](http://www.bcn.cl), accesado el 21-09-2019).

**Figura 2.**  
*Superficie de Plantaciones Forestales por Especie y Región.*  
 Diciembre 2015.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFOR (2016).

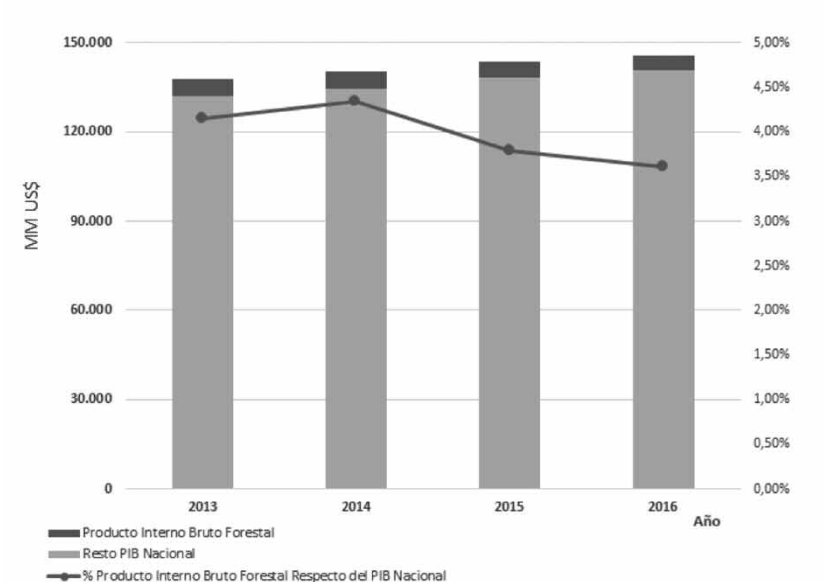
**Figura 3.**  
*Distribución de Plantaciones por Tipo de Propietario y Región.*  
 Diciembre 2015.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFOR, 2017.

Las exportaciones forestales de Chile alcanzaron los US\$ 5.270,9 millones el año 2016 (INFOR, 2017). La importancia relativa de este sector respecto del Producto Interno Bruto (PIB) Nacional, presenta una tendencia a la baja durante los últimos años (Figura 4).

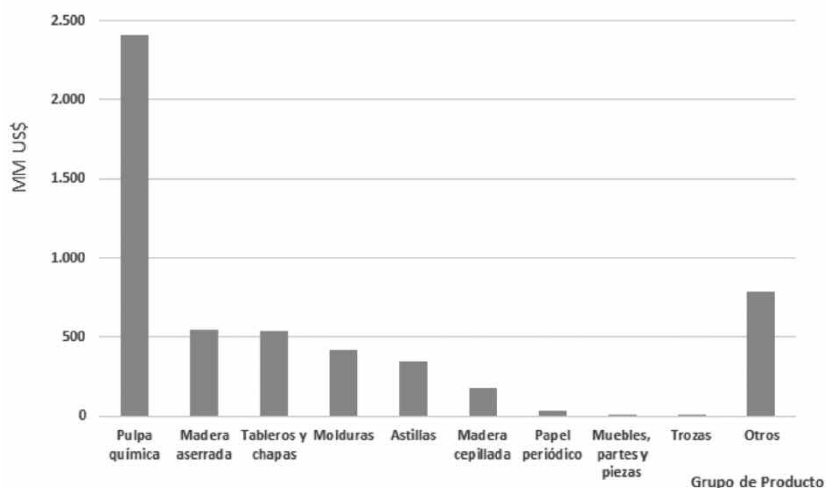
Figura 4.  
*Producto Interno Bruto Nacional y Participación Relativa del Producto Interno Bruto Forestal.*



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFOR, 2017.

Las exportaciones forestales, basadas principalmente en *commodities*, muestran un bajo nivel de diversificación y agregación de valor. Un 80,9 % de las exportaciones del año 2016 se sustentó en cinco productos: pulpa química, madera aserrada, tableros y chapas, molduras y astillas (INFOR, 2017) (Figura 5).

Figura 5.  
Valor de las Exportaciones Forestales por Grupo de Producto.  
Año 2016.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INFOR (2017).

China, Estados Unidos y Japón, son los principales destinos de las exportaciones, concentrando el 51,3 % durante el año 2016. Esto torna al sector muy vulnerable a los ciclos económicos que regulan estos mercados. China ha aumentado su participación en el portafolio exportador en los últimos años, por lo que continúan existiendo importantes expectativas sobre su crecimiento en el corto y mediano plazo. Turner et al. (2005), usando el modelo *Global Forest Products Model (GFPM)*, señalan que para el año 2030 Estados Unidos aumentaría el consumo de tableros de partículas, papel cartón y madera aserrada, en desmedro de los tableros contrachapados y de fibras, principales productos exportados por Chile a ese país.

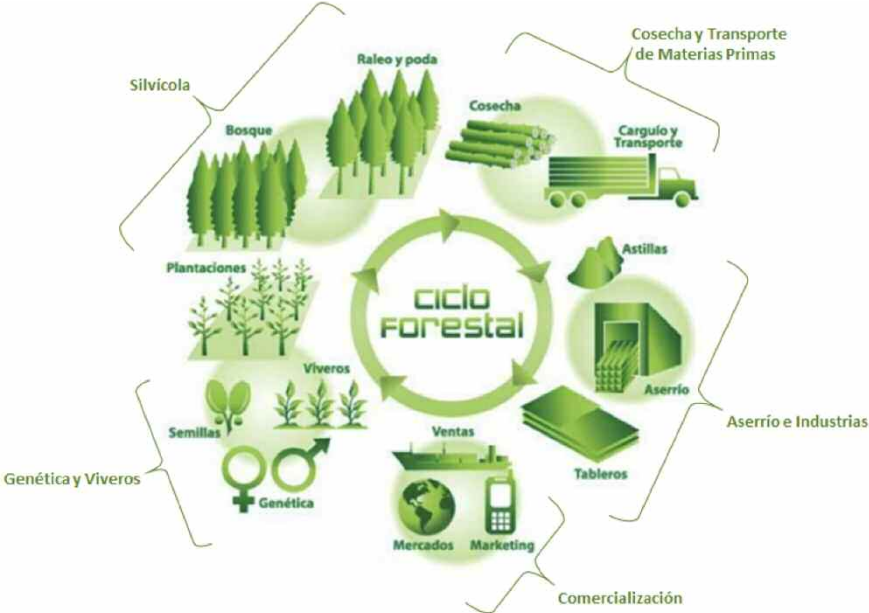
Asia ha resultado ser el bloque económico más dinámico para las exportaciones forestales chilenas. Durante el año 2016 China, Japón y Corea del Sur fueron responsables del 82,6 % del intercambio comercial con ese continente (INFOR, 2017), confirmando la tendencia de ampliación del portafolio comercial y minimización de la dependencia mercantil con los Estados Unidos que está tomando el sector en favor de las economías asiáticas.

Al ser un país pequeño, y a nivel global un tomador de precios, Chile debe contemplar la implementación de grandes esfuerzos en I+D+i en la industria forestal,

para generar y sostener ventajas competitivas, así como acceso a nuevos y más variados mercados. Un rol importante en esto lo cumple la empresa privada y el Estado, a través de sus políticas de incentivo a la innovación y transferencia tecnológica, como medio para la agregación de valor y diversificación del portafolio productivo y de exportaciones.

En el ciclo productivo forestal en Chile (Figura 6) se identifican cinco grandes sub sectores productivos: genética y viveros, silvicultura, cosecha y transporte de materias primas, aserrio e industrias y comercialización.

Figura 6.  
Ciclo Productivo Forestal en Chile.



Fuente: Modificado de Navarro (2010).

A continuación, se describen los actores considerados relevantes en este estudio debido a que, como unidades productivas, poseen un rol más activo en los procesos de transferencia, adopción y difusión para el mejoramiento de la posición competitiva del sector:

1. Subsector Genética-Viveros: unidades encargadas de la producción y comercialización de plantas. Consumidoras de semillas, mejoradas y no mejoradas genéticamente. Ponen en valor las innovaciones tecnológicas asociadas a la mejora genética y a nuevas técnicas de producción. Las semillas mejoradas son desarrolladas por los programas de mejoramiento genético de las principales empresas silvícolas del país, las cuales son de gran tamaño, pertenecen a importantes holdings y dominan el contexto forestal nacional. Por lo general poseen viveros propios y, en casos específicos, ponen en el mercado sus excedentes.

2. Subsector Silvícola: formado principalmente por grandes y medianas empresas, dueñas de patrimonios superiores a las 5.000,0 hectáreas forestadas cada una (INFOR, 2016)<sup>2</sup>, cuya fase productiva comienza con la habilitación de terrenos, forestación y manejos culturales de las plantaciones, para terminar con éstas formadas y disponibles para ser cosechadas. Por su escala de producción, desarrollan y/o adaptan tecnologías. Utilizaron intensivamente los subsidios estatales de fomento a la forestación. Dentro de este subsector existen otros dos tipos de actores considerados importantes, por el rol que desempeñan en el desarrollo silvícola:

- a. Forestadores: Propietarios individuales o pequeños empresarios. Diversificaron sus inversiones forestando parte de sus predios, o adquiriendo terrenos. Son adoptadores de tecnología, para lo cual necesitan ser alcanzados por los medios de difusión y transferencia. Poseen una escala de forestación menor a 5.000,0 hectáreas/forestador (INFOR, 2016). Lo integran también los pequeños propietarios, con escalas de forestación menores a 200 hectáreas (INFOR, 2016) y una escasa capacidad de adopción de tecnologías. El Estado, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), realiza acciones permanentes para mejorar su competitividad, mediante procesos de transferencia que permiten desarrollar e instalar capacidades de adopción de conocimiento y tecnología.
- b. Profesionales y contratistas forestales (PCF): personas individuales o empresas que prestan servicios a los subsectores Silvícola y Cosecha-Transporte de Materias Primas. Extienden su oferta a propietarios y forestadores. Se transforman en importantes agentes de cambio (Roger, 2010) como medio de

---

2• Según INFOR (2016), la propiedad forestal en Chile se segmenta de la siguiente forma: Grandes Empresas, sobre 30.000 hectáreas; Empresas Medianas, entre 5.000 y 30.000 hectáreas; Medianos Propietarios, entre 200 y 5.000 hectáreas y Pequeños Propietarios, aquellos que poseen menos de 200 hectáreas.

difusión del conocimiento y facilitador de la transferencia y adopción de innovaciones. Para el caso del Estado, estos profesionales reciben el nombre de “*extensionistas forestales*” (Banco Mundial [BM], 2018).

3. Sub sector Cosecha-Transporte de Materias Primas: se le considera separado de la fase silvícola. Está relacionado con la cosecha de las plantaciones y el transporte de materias primas a la industria del aserrío y/o celulosa. Por lo general es adoptador de tecnologías, especialmente para sus operaciones y aquellas actividades transversales relacionadas con el cuidado del medio ambiente.

4. Sub sector Industrial: elaborador de productos con valor agregado a partir de la madera de las plantaciones. Es intensivo en adopción y uso de tecnologías no masificadas. En él se identifican tres tipos de industrias complementarias:

- a. Aserraderos: dedicados a la producción de madera aserrada en dimensiones utilizables, principalmente para la industria de la construcción y del mueble, mayoritariamente extranjera. Los más exitosos se encuentran integrados verticalmente en los holdings forestales.
- b. Tableros: industria complementaria a los aserraderos. Utiliza preferentemente desechos de estos para elaborar tableros de alta y media densidad, tanto a base de partículas como astillas.
- b. Celulosa: industria productora de pulpa de papel y textil, complementaria a la industria de aserraderos, tableros y silvícola, ya que utiliza materia prima en diámetros menores proveniente de raleos culturales de plantaciones y desechos del aserrío.

### 3. Metodología

Para efectos de esta investigación, de tipo cualitativa descriptiva, se consideró a los subsectores genética-viveros y silvícola como partes integrantes del Sector Silvícola. Para identificar las innovaciones tecnológicas relevantes en dicho sector y los factores que influyen en las decisiones de su adopción y sus procesos de difusión, considerando el universo de todas las empresas que disponen de funciones de I+D+i, se diseñó una muestra no probabilística con individuos obtenidos del universo, a partir de su intención participativa en el estudio. Los grupos participantes fueron clasifica-

dos según los siguientes criterios: 1) participación en el total del negocio forestal y, 2) representación geográfica. Sobre estos criterios se alcanzó una muestra de entrevistas que incluyó a Gerentes de Investigación y Desarrollo (GID) de empresas que actúan en dicho sector y que tienen implementada la función I+D+i en sus respectivas organizaciones y a Agentes de CONAF (ACF), como representantes del rol del Estado en los procesos de transferencia, adopción y difusión de tecnologías, especialmente destinados a los pequeños y medianos propietarios, así como a los PCF (Tabla 1). Los datos se colectaron usando un cuestionario y una entrevista semi-estructurada (predefinidos como unidades de investigación) que respondió cada GID y ACF y, para el caso del segmento PCF, cada profesional, propietario, gerente o administrador.

**Tabla 1.**  
*Distribución del número de entrevistas por región.*

Tipo de entrevistado	Total	Región			
		Del Maule	Del Bío Bío	De la Araucanía	De Los Ríos
Gerentes de Investigación y Desarrollo (GID)	6	1	3	1	1
Agentes de la Corporación Nacional Forestal (ACF)	14	2	7	3	2
Profesionales y contratistas forestales (PCF)	33	5	12	9	7
Total	53	8	22	13	10
Participación	100 %	15,1 %	41,5 %	24,5 %	18,9 %

En una primera fase, se identificaron las innovaciones más relevantes desarrolladas, adoptadas y en proceso de difusión en los últimos 25 años en el sector forestal chileno (en los subsectores objeto de este estudio). Una innovación o tecnología fue considerada como relevante si cumplía con los siguientes elementos característicos: 1) que sustenten la competitividad del sector (interna y globalmente), y 2) presentar un claro proceso de adopción y difusión, independiente de su ritmo de ocurrencia, desde grandes empresas forestales hacia medianos y pequeños propietarios. Para identificar las tres principales innovaciones tecnológicas consideradas, como esenciales para el desarrollo del sector silvícola chileno, se realizó un análisis de representación basado



en frecuencia y ponderación por participación en el mercado de las exportaciones para el año 2016.

El diseño del segundo instrumento se basó en una revisión bibliográfica que permitió identificar y establecer un número mínimo y validado de factores que influyen en las decisiones de adopción y difusión de innovaciones y/o tecnologías. Estos sirvieron de punto de partida para guiar las entrevistas, así como para abrir espacios de investigación tendientes a validar e identificar otros factores relevantes para el sector que influyen en forma específica en el proceso de adopción y difusión de las innovaciones identificadas en la primera fase de la investigación (Galindo et al., 2012; Montoya, 2004). Para identificar los principales factores que influyen en la adopción y difusión de cada innovación identificada se utilizó el programa de análisis cualitativo de grandes volúmenes de datos, Atlas Ti (Friese, 2014), donde la información de las entrevistas se transcribió en un archivo de texto con formato plano y así lograr el análisis de contenidos, a través de la clasificación de las diferentes categorías. Para ello se efectuó una tipificación por cada innovación relevante identificada.

## 4. Resultados

### 4.1. Identificación de las principales innovaciones tecnológicas en el sector silvícola chileno

Como resultado de los análisis de representación se identificaron tres innovaciones tecnológicas consideradas como esenciales para el desarrollo del sector silvícola chileno. Estas fueron implementación de Programas de Mejoramiento Genético de especies forestales; uso de Sistemas de Información Geográficas e implementación de Sistemas de Gestión Ambiental certificados bajo normas internacionales. Las tres inicialmente fueron desarrolladas y/o adoptadas e implementadas por los más importantes holdings forestales del país. A saber:

- a. *Implementación de Programas de Mejoramiento Genético (PMG) de especies forestales.* Su desarrollo se originó a partir de la creación de la Cooperativa de Mejoramiento Genético Forestal (CMG), que aglomeró a universidades, grandes empresas y a CONAF. A partir de esta iniciativa se gestó un acervo tecnológico, principalmente para las especies *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, que ha fluido, en un proceso difusor, hacia empresas y

usuarios de menor tamaño, por ejemplo, los viveros independientes. Estos comenzaron a acceder a esta tecnología mediante la adquisición de semillas mejoradas (una vez liberadas al mercado por las empresas de esta cooperativa), para posteriormente traspasar dicha innovación, en formato de plantas, a los forestadores independientes. Estos, una vez conociendo las ventajas de dicha innovación, comenzaron a demandar ese valor agregado en las plantas como atributo natural y permanente del producto, segmentando la industria de los viveros y la forestación, apoyados en asesores profesionales forestales con conocimiento de esta tecnología.

Otra vía de difusión ha sido la venta directa de excedentes de plantas y semillas mejoradas genéticamente al público en general por parte de las empresas propietarias de la tecnología, como una forma de optimizar el rédito anual de la inversión en su desarrollo, transformando en ingresos la producción no utilizada en sus propios programas de forestación anual. Actualmente, esta tecnología es utilizada por los subsectores viveros y silvícola.

- b) *Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Esta tecnología se ha constituido en el eje principal que sustenta la información y gestión del proceso productivo forestal, facilitando la toma de decisiones mediante el soporte de información georreferenciada (Mena et al., 2006). Su uso ha permitido a las grandes empresas, primeras adoptadoras o empresas innovadoras (Roger, 1958), implementar procesos de gestión de alta calidad, eficientes, confiables y actualizables en tiempo real. Su espectro de uso parte en la unidad productiva a nivel de campo, con la generación de *geodatos*, y finaliza como información estratégica en las áreas de finanzas y planificación, constituyéndose en una herramienta de gestión transversal a todo el proceso productivo. Ha sido adoptada principalmente por el subsector silvícola, cuyo proceso es liderado por las grandes empresas forestales y, en forma secundaria, por los PCF y forestadores, hacia quienes fluye en desfase, en un activo proceso de difusión.
- c) *Implementación de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) certificados bajo normas internacionales*. La creciente preocupación de los consumidores por la sostenibilidad ambiental ha llevado a las empresas forestales a nivel mundial a implementar procesos y sistemas productivos amigables y seguros con el medioambiente. Implementar un SGA involucra un importante nivel de gestión y un aumento en los costos para la empresa, fundamentado en la internalización de los costos ambientales que causan sus procesos productivos. En Chile estos sistemas son utilizados por las empresas forestales para certificar la cali-

dad y sostenibilidad ambiental de sus procesos, tornándolos comparables internacionalmente al transparentar y estandarizar sus operaciones. Los SGA han sido implementados en los subsectores genética-viveros, silvícola, cosecha e industrias. Los primeros en adoptarlos fueron las grandes empresas, cuya relación es más temprana y directa con el mercado exterior.

4.2. Clasificación de los factores clave para el proceso de adopción y difusión de cada tecnología.

Los factores que inciden en las decisiones de adopción y difusión de las tecnologías identificadas responden a aspectos específicos de cada una de ellas, como también a otros de alcance transversal. En base a la información obtenida de los entrevistados se les clasificó según el ámbito en el cual actúan y a partir de dónde ejercen una mayor influencia sobre dichas decisiones, conservando su especificidad. Estos factores fueron sistematizados desde el punto de vista del mercado; de la empresa forestal como organización; de los viveros forestales; de los profesionales y contratistas y de los forestadores. Un grupo de factores específicos fue identificado para la tecnología SGA (Tabla 4).

*Del mercado.* Los factores incorporados en esta clasificación son señalados por los entrevistados, por una parte, como condiciones del mercado que obligan a reaccionar a las empresas del sector para hacerse más competitivas y/o mantener sus cuotas de mercado, utilizando como estrategia el desarrollo e incorporación de tecnología, especialmente ante el hecho de que el sector actúa como un tomador de precios internacionales y de que empresas globales han tomado la iniciativa de incorporar tecnología en sus procesos. Por otra parte, bajo el enfoque de las oportunidades estratégicas con las que cuenta la industria forestal local para afrontar, de modo conjunto, las "amenazas globales".

*De la empresa forestal como organización.* Los factores en este ámbito se relacionan con el acervo inherente a la organización forestal y su negocio, desde el punto de vista interno y de su capacidad instalada para detectar y adoptar innovaciones tecnológicas. Los factores en esta clasificación fueron considerados relevantes a nivel de organización y gestión de la empresa, los cuales influyen en el proceso de adopción y difusión de las tres innovaciones identificadas.

*De los viveros forestales.* Son destacados por los entrevistados como unidades clave para la difusión de las tecnologías, principalmente las asociadas al mejoramiento genético. Son factores que influyen con especial énfasis en el fomento de su adopción por parte de los forestadores individuales ajenos a las grandes compañías.

*En los profesionales y contratistas.* Según los entrevistados, estos se constituyen, mediante factores específicos, en importantes agentes de cambio para la adop-

ción y difusión de las tecnologías identificadas, especialmente para el caso de las tecnologías SIG y PMG. Prestan servicios y asesoran técnicamente a los forestadores.

*De los forestadores.* Actores individuales, principalmente adoptadores de tecnologías, a modo de "usuario final" y "periférico", desde el punto de vista del flujo de adopción y difusión de innovaciones y tecnologías. Por esto, los factores inherentes a sus decisiones en este ámbito se clasificaron de forma independiente dado que, además, han sido beneficiarios directos de políticas públicas en materias de adopción y difusión tecnológica de apoyo a las pequeñas y medianas empresas.

*Otros factores específicos.* Complementariamente, en las entrevistas se identificó que la tecnología SGA, además de los factores identificados en términos generales en la investigación, depende de otros factores muy específicos, los que principalmente impondrían limitaciones a su adopción.

Los principales factores que permiten o dificultan el flujo difusor de las tecnologías, desde desarrolladores o adoptadores tempranos hacia usuarios individuales no corporativos de carácter periférico en el sub sector silvícola chileno, fueron asociados a los cuatro puntos de vista para el caso de PMG, ya que los entrevistados la señalaron como la más compleja, por la intervención de múltiples factores en su difusión y en las decisiones de su adopción (Tabla 2). Con respecto al uso de SIG, se ha prescindido, por importancia, de los viveros y forestadores, en beneficio de los PCF, quienes han adoptado esta estrategia tecnológica para prestar servicios más competitivos a ambos segmentos, ya sea por decisión propia o por exigencias contractuales (Tabla 3).

Para la implementación de SGA la clasificación de los factores que afectan su adopción y difusión se ha configurado sólo desde el punto de vista del mercado y de la empresa forestal (Tabla 4), ya que los entrevistados sugieren que esta tecnología continúa siendo requerimiento esencial de las medianas y grandes empresas que tienen relación directa con el mercado global. Para esta innovación en particular se identificó un conjunto específico de factores que limitarían su adopción y difusión.

Si bien los resultados por tecnología muestran un nivel importante de especificidad de factores que influyen en su adopción y difusión, el análisis de los resultados permitió la identificación de algunos con alcance genérico y transversal a las tres tecnologías, los cuales preferentemente fueron identificados en los tipos de clasificación de *mercado* y *de la empresa forestal como organización*. No obstante, también fue posible identificar otros factores relevantes que influyen transversalmente tanto en el tipo de clasificación *de los viveros forestales* como en el *de los profesionales y contratistas* (Tabla 5).

**Tabla 2.**  
*Factores que intervienen (filas) en el proceso de adopción y difusión de plantas mejoradas genéticamente provenientes de Programas de Mejoramiento Genético (PMG) según la clasificación realizada por punto de vista (columnas).*

de Mercado	Clasificación (Punto de vista)		
	de la Empresa Forestal como Organización.	de los Viveros Forestales	de los Forestadores
Presiones del mercado	Tamaño de la empresa.	Por tendencias de la oferta de empresas pertenecientes a la CMG, que ponen sus excedentes mejorados en el mercado a través de sus viveros.	Por el tipo de forestador (agricultor, profesional de otra área que adquiere y foresta un predio como inversor, pequeño propietario).
Necesidades de competitividad internacional	Capacidad económica de la empresa.	Oportunidad por outsourcing: los viveros manejan material genético de alto valor entregado por empresas mandantes (que pertenecen a CMG o poseen PMG) para administración delegada.	Por contacto con asesores forestales o "extensionistas" que les han sugerido adoptar dicha tecnología para optimizar el negocio.
Mercados a los cuales atiende la empresa	Necesidad de lograr el cambio tecnológico por visión estratégica.	Por definición estratégica del negocio de producción y venta de plantas focalizado en segmentos de forestadores "tecnológicamente educados".	Por sugerencia de los contratistas forestales.
Subsector dentro del sector forestal en que la empresa desempeña su negocio.	Especies con las que foresta la empresa (para el subsector silvícola).	Por el tipo de formación del gerente/ dueño del vivero.	Por incentivos del Estado a la utilización de plantas genéticamente mejoradas (pagos incrementales en el subsidio al incluir esta variable en los costos de forestación).
Empresas con intereses similares.	Proyecciones y estrategias de cada empresa (esquemas de manejo de plantaciones).	Por iniciativa de sus dueños o gerentes.	Por el grado de dependencia de la tierra para la sobrevivencia, especialmente de pequeños propietarios.

de Mercado	de la Empresa Forestal como Organización.	de los Viveros Forestales	de los Forestadores
Grado de agrupación de las empresas.	Nivel de integración vertical de la empresa.	Por requerimientos de los clientes forestadores en forma directa.	Por necesidad de insumos y combustibles baratos provenientes del autoabastecimiento de árboles (especialmente pequeños propietarios).
Tamaño de la empresa.	Oportunidades de aprovechar la escala en los procesos productivos	Por incentivos del Estado a la utilización de plantas genéticamente mejoradas (por pagos incrementales en el subsidio al incluir esta variable en los costos de forestación).	Por sugerencia de los propios viveristas.
Necesidad de fomentar integraciones verticales más eficientes y competitivas.	Nivel de desarrollo organizacional de la empresa forestal.		Por formación/nivel educacional del forestador.
Integración con empresas internacionales para lograr competitividad regional.	Grado de profesionalización de la empresa.		Por el grado de solvencia económica del forestador.
Grado de conexiones internacionales de la compañía.	Necesidad de un mayor rendimiento del recurso estratégico "suelo".		Por los beneficios propios asociados al rendimiento de las plantaciones forestales.
Desconocimiento por falta de capacidad instalada nacional para su implementación.	Necesidad de un mayor rendimiento del recurso estratégico "tiempo", asociado al número de rotaciones en el largo plazo. Por requerimientos de la industria del aserrío.		Por el objetivo que tenga el forestador para la plantación (aspecto que condiciona el esquema de manejo silvícola).
Cooperativos de Mejoramiento Genético y su implementación.	Desconocimiento inicial de Sistemas Cooperativos de Mejoramiento Genético y su implementación.		Por decidir forestar con especies que poseen tecnología genética Porque el valor/planta se ha tornado más accesible (valor de la tecnología).

de Mercado	de la Empresa Forestal como Organización.	de los Viveros Forestales	de los Forestadores
	<p>Nexo con entidades desarrolladoras de tecnologías (universidades, cooperativas).</p> <p>Por incentivos del Estado a la utilización de plantas genéticamente mejoradas (por pagos incrementales en el subsidio al incluir esta variable en los costos de forestación).</p>	<p>Sólo porque lo han escuchado.</p> <p>Por acceso a cooperativas agrícolas que se han informado complementariamente de dichos beneficios para la rentabilidad integral de sus predios.</p> <p>A través de proyectos de desarrollo e investigación gestionados por universidades o institutos de investigación que consideraran como beneficiarios a este segmento.</p> <p>Por el origen de propiedad de la tierra.</p> <p>Por copia o imitación a otros forestadores.</p> <p>Por acceso a revistas especializadas.</p>	

**Tabla 3.**  
**Factores que intervienen (filas) en el proceso de adopción y difusión de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) según clasificación por punto de vista (columnas).**

de Mercado	Clasificación (Punto de vista)	
	de la Empresa Forestal como Organización	de los Profesionales y Contratistas
Subsector dentro del sector forestal en que la empresa desempeña su negocio.	El subsector forestal involucrado.	Por requerimientos de la administración del Estado para tramitación de subsidios.
Presiones del mercado.	Necesidad de intercambiar información geodotográfica en términos digitales comparables.	Por requerimientos de las empresas mandantes (caso de contratistas).
Necesidad de otorgar confianza a inversionistas actuales y futuros.	Necesidad de disminuir las interfaces entre el dato original en terreno y la decisión estratégica, además de requerirlo en el menor tiempo posible.	Necesidad de intercambiar información geodotográfica en términos digitales comparables.
Necesidad de mantener o acrecentar la posición competitiva.	Difusión de la tecnología desde otras áreas (Minería).	Necesidad de implementar procesos de control de productividad y de gestión.
Necesidad de valorizar la empresa permanentemente ante probables fusiones.	La externalización del servicio a empresas especializadas (decisión facultativa y estratégica).	Necesidad de disminuir las interfaces entre el dato original en terreno y la decisión estratégica, además de requerirlo en el menor tiempo posible.
Por adquisición/fusión de compañías.	Necesidad de asociar información física a softwares administrativo-contables y de gestión estratégica.	Nivel educacional del contratista.
Implementación de esta tecnología por parte de empresas líderes del mercado (seguimiento estratégico).	Necesidad de incorporar la mayor cantidad de información posible a la gestión.	Subsector (dentro del sector forestal) en el que ejerce su labor el contratista.
Necesidad de intercambiar información geodotográfica en términos digitales comparables.	Necesidad de contar con información actualizada.	Su nivel de rentabilidad (competitividad).



Clasificación (Punto de vista)		
de Mercado	de la Empresa Forestal como Organización	de los Profesionales y Contratistas
Necesidad de gestionar el cambio tecnológico.	Necesidad de integrar toda la información en un único sistema de gestión informatizado.	Escala de producción.
Por requerimientos de la administración del Estado para tramitación de subsidios.	Valores de las tecnologías más accesibles.  Generación de softwares más amigables y fáciles de utilizar. Profesionalización del sistema cartográfico.	Capacidad para contar con profesionales competentes en SIG (para el caso específico de contratistas).  Valores de las tecnologías más accesibles.
	Grado de profesionalización de la empresa.	Su solidez económica, para definir el alcance tecnológico (licencias e instrumental computacional y geolocalización, etc.) de los profesionales y contratistas.  Acceso a bases cartográficas actualizadas (masificación).  Acceso a conocimientos cartográficos y de lectura georeferenciada (uso de sistemas de posicionamiento satelital).  Nivel e impacto de los beneficios de su implementación respecto del incremento en productividad.  Apertura de las empresas mandantes a compartir sus bases de datos.  Nivel de confianza de las empresas mandantes con el contratista.  Independencia de empresas de servicios cartográficos.  Tipos de cliente.  Edad del Profesional o Contratista.

**Tabla 4.**  
Factores que intervienen (filas) en el proceso de adopción y difusión de los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) según clasificación por punto de vista (columnas)

de Mercado	Clasificación (Punto de vista)	
	de la Empresa Forestal como Organización	De otros Factores Específicos
Subsector dentro del sector forestal en que la empresa desempeña su negocio.	Política ambiental de la organización.	Visión que poseen los GID y ACF de los Sistemas de Gestión.
Presiones del mercado.	De las proyecciones y estrategias de cada empresa.	Inquietud de los GID y ACF en cuanto a que los SGA, una vez implementados por la empresa, impondrían limitaciones a los procesos generales de innovación, dado que rigidizarían las operaciones, modificando la conducta pro innovación del capital humano.
Realidad y sensibilidad ambiental del país y la zona donde se instalan los complejos industriales y plantaciones de las compañías.	Del compromiso de la gerencia.	
Necesidad de consolidar la competitividad internacional.	Nivel de desarrollo organizacional de la empresa.	
Tamaño de la empresa. de la empresa.	Grado de profesionalización	
Grado de agrupación de las empresas.	Desconocimiento inicial del modelo SGA y su implementación.	
Imagen de la compañía.	Expectativas sobre su implementación y resultados.	
Integración con empresas internacionales para lograr competitividad regional.	Oportunidades y amenazas de su implementación.	
Competitividad interna nacional (otras empresas la adoptan primero).	Posicionamiento social de las empresas.	
Influencia de las políticas nacionales.	Escala y capacidad económica para su implementación y mantención permanente y continua.	
Requerimientos de la legislación.	Especies con las que foresta la empresa (subsector silvícola). Existencia de convenios activos con las universidades y centros de I+D+i nacionales y/o extranjeros.	

**Tabla 5.**

*Factores (filas) identificados como de relevancia transversal en la adopción y difusión de las tecnologías PMG, SIG y SGA según clasificación por punto de vista (columnas).*

Clasificación (Punto de vista)		
de Mercado	de la Empresa Forestal como Organización	Otros Factores Relevantes Viveros, Profesionales y Contratistas
Presiones del mercado.	Solvencia y capacidad económica.	Por incentivos del Estado.
Escala y nivel de integración de las operaciones.	Grado de profesionalización.	Por el tipo de formación o nivel educativo del tomador de decisión.
Políticas y legislación vigente.	Grado de internacionalización.	Acceso a la información.
Grado de internacionalización de la compañía.	Proyecciones y estrategia.	Solvencia y capacidad económica.
	Desconocimiento de las tecnologías.	
	Grado de vinculación con centros tecnológicos y universidades.	

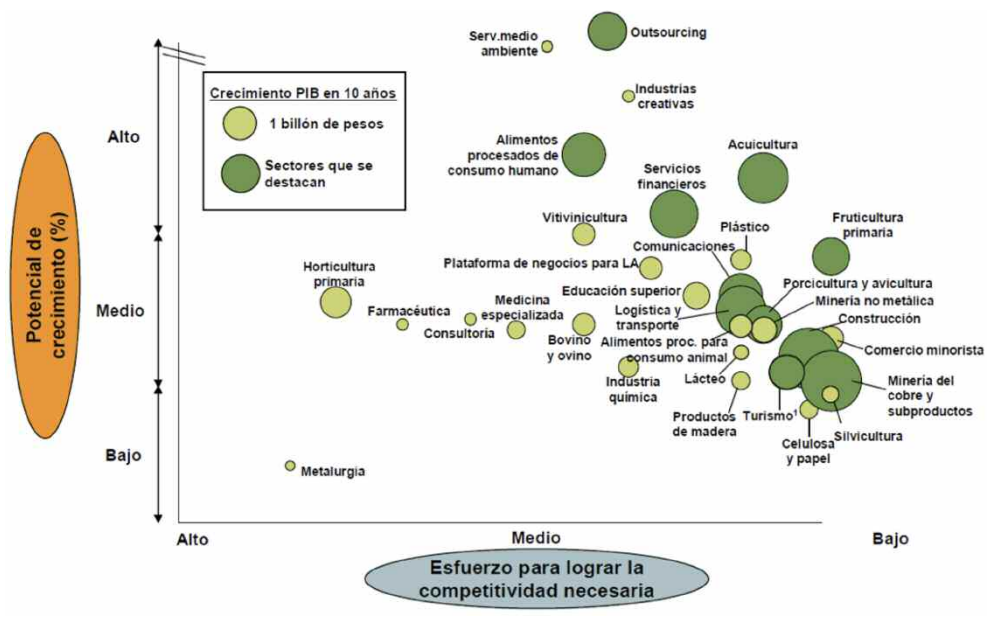
## 5. *Discusión*

El nivel de uso y adopción de tecnologías avanza más rápido en los países en desarrollo que en los países desarrollados (BM, 2008). Sin embargo, los primeros aún deben recorrer un largo camino ya que "...el nivel de tecnología que emplean actualmente equivale a tan sólo una cuarta parte del que se utiliza en los desarrollados" (p. 7). El mismo BM establece que "...la principal diferencia entre los países cuyo PIB *per cápita* viene creciendo a ritmo acelerado desde principios de los años noventa y aquellos cuyo crecimiento ha sido más débil, reside en el ritmo al que avanza la tecnología" (p. 4) La tasa de difusión tecnológica entre países ha aumentado considerablemente, aspecto que no ocurre al interior de los países, fundamentalmente porque no es fácil costear su utilización y porque no existe, especialmente en los países en vías de desarrollo, un suficiente número de empresas y personas con los conocimientos necesarios para ejercer la capacidad de traducción y adopción de las mismas. Esto último concuerda con factores identificados en este estudio, especialmente en el ámbito de

la empresa forestal como organización, por ejemplo, el nivel de profesionalización, el desconocimiento de las tecnologías y el grado de vinculación efectiva con centros tecnológicos y universidades.

El sector forestal, a pesar de su tamaño y competitividad relativa, manifiesta un bajo potencial de crecimiento (Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad [CNIC], 2008). No obstante, requiere de mínimos esfuerzos para lograr la competitividad necesaria. Las grandes compañías lideran las exportaciones, los desarrollos y adopciones de innovaciones tecnológicas. Al tener incorporadas las funciones I+D+i en sus procesos de gerenciamiento, cuentan con capital humano idóneo, ampliando permanentemente la brecha con los actores de menor tamaño. En efecto, dado el alto grado de aglomeración de la industria, estas innovaciones fluyen muy lentamente, desde las grandes empresas, hacia los actores más periféricos. La Figura 7 muestra la posición relativa de los sectores silvícola, productos de la madera y celulosa y papel en el mapa estratégico de los principales clústeres industriales de Chile según CNIC (2008).

**Figura 7.**  
*Tendencias Globales de los Principales Sectores Industriales de Chile*



Fuente: Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2008).

El sector silvícola ocupa una posición intermedia a baja en dicho mapa, presentando una importante oportunidad para incrementar su competitividad mediante el desarrollo, transferencia, adopción y difusión de tecnologías, junto a la implementación de programas y políticas públicas de I+D aplicada, especialmente, y coincidiendo con Acuña (2018), orientadas a pequeños y medianos propietarios, como una vía para fomentar proyectos de agregación de valor, diversificación y sofisticación, en un contexto en que los grupos dominantes se orientan principalmente a la producción de *commodities*.

A pesar de su importancia, el sector forestal manifiesta lentos procesos de cambio tecnológico y adopción de innovaciones, los cuales residen básicamente en las grandes compañías. En general, estos poseen un ritmo menor a otras industrias igualmente relevantes y maduras a escala global, como la agricultura y la farmacéutica (Hammett y Youngs, 2002; Monsalvez, 2017). No obstante, se constata en este estudio, y para las tecnologías identificadas, que los procesos de adopción-difusión, aunque lentos, se encuentran activos, fluyendo hacia los actores más periféricos, asociados principalmente a empresas de servicios, viveros, profesionales y forestadores individuales, en cuyos casos los factores aquí identificados se constituyen en importantes dinamizadores de dichos procesos, como por ejemplo la incorporación de capital humano idóneo.

El análisis de las tres tecnologías identificadas permitió constatar que los actores más periféricos manifiestan un comportamiento innovador de carácter seguidor (Moguillansky et al., 2006; Monsalvez, 2017). Bajo este escenario, resulta clave como dinamizador el Estado y las empresas líderes, en torno a las cuales las periféricas desarrollan su actividad económica, por lo que deben adscribirse a las reglas de actuación y de mercado impuestas por éstas, las cuales a su vez responden a las demandas y desafíos del mercado global, concordando parcialmente con los resultados obtenidos por Monsalvez (2017) y por Silva y Ramírez (2006).

Las tres tecnologías fueron catalogadas como relevantes debido a que sustentan la competitividad del sector, interna y globalmente. Presentan un claro proceso de adopción y difusión desde las grandes empresas forestales hacia los medianos y pequeños propietarios, en un flujo difusor que se hace cada vez más lento hacia la periferia, concordando con lo señalado por el BM (2008). Estas tecnologías se encuentran todavía en proceso de adopción y difusión en los subsectores señalados, razón por la cual todos los factores identificados se encuentran "actuando".

De la variada gama de factores identificados, algunos presentan un marcado carácter transversal y otros resultan de carácter específico, respondiendo fundamen-

talmente a la naturaleza de la tecnología. Suárez et al. (2002) señalan que el éxito de la adopción de tecnologías en sistemas silvopastoriles, depende, además, de los propios factores de éstas. Es decir, de su flexibilidad y de su compatibilidad y divisibilidad, de los costos de su adquisición e implementación, así como del origen de ésta, siendo más rápido y fácil adoptar tecnologías desarrolladas en el propio país. Dichos factores se comportan en coherencia con los detectados para las tecnologías estudiadas, dado que éstas primero son adaptadas a la realidad local, y luego son sometidas al proceso de adopción-difusión. Mención especial requiere la tecnología PMG, la cual es desarrollada íntegramente en el país.

Si bien los factores identificados fueron sistematizados desde los puntos de vista del mercado; de la empresa forestal como organización; de los viveros forestales; de los profesionales y contratistas y de forestadores, no todos estos puntos de vista resultaron comunes a las tres tecnologías identificadas, sino que, por el contrario, como lo plantean Suárez et al. (2002) y Sinde y Diéguez (2005), algunos resultaron específicos a cada tecnología identificada, de acuerdo a sus particularidades y condicionantes, provocando las diferencias entre los puntos de vista considerados y presentados en las tablas 2, 3 y 4, reforzando lo también planteado por Wiig et al. (2009) para el caso de la industria salmonícola chilena.

Los dos primeros puntos de vista en los que se clasificaron los factores (del mercado, de la empresa como organización) mostraron un alcance transversal. Los tres restantes (de los viveros forestales; de los profesionales y contratistas y de los forestadores) fueron definidos en base a las características propias del proceso de adopción y difusión de las tecnologías analizadas. Para el caso de los viveros y de los profesionales y contratistas, estos, además de ser usuarios periféricos, desempeñan complementariamente un rol sistémico de catalizador del proceso de difusión de las tecnologías identificadas, al promover y facilitar su transferencia y adopción por parte de los actores aún más periféricos, como por ejemplo el caso de la tecnología PMG y los forestadores, coincidiendo con Cuevas et al. (2013), Monsálvez (2017) y OCDE (2012).

Es destacable que los factores de mercado, o externos a las compañías, hayan sido identificados en mayor cuantía por los entrevistados respecto de aquellos de carácter interno o propio de la organización. Esto sugiere que, a pesar de su liderazgo y capacidad de detectar la necesidad y oportunidad de incorporar tecnologías e innovaciones a sus procesos, éstas manifiestan un comportamiento innovador basado en adopción de tecnologías, pero no en "...la investigación y desarrollo de soluciones tecnológicas desde adentro de la empresa hacia el mercado en el cual participan" (Monsálvez, 2017, p. 93), revelando una conducta de carácter imitativo-adaptador

temprano de tecnologías desarrolladas fuera del país, concordando con Cuevas et al. (2013) y Moguillansky et al. (2006). Este fenómeno se ve facilitado por la integración de las empresas locales con empresas internacionales, causando la difusión internacional del conocimiento, tecnologías e innovaciones mediante la activación de redes que catalizan su adopción y difusión, facilitando la formación de capacidad local en lugares de producción de bajo costo (OCDE, 2012) La tecnología PMG se identificó como un caso en sentido contrario, una tecnología endógena que se valoriza de lo local a lo global.

En la medida que se identificaron actores más cercanos a la periferia tecnológica, el factor competencias pro adopción de innovaciones y tecnologías instaladas en el capital humano que actúa en el sector apareció con mayor frecuencia en las entrevistas con los GID y ACF, como un aditivo deseable y necesario para gatillar y dinamizar cambios tecnológicos positivos en los procesos productivos de las empresas y actores de servicios forestales. Los estudios de Camagni y Capello (2002), Cuevas et al. (2013), Monsálvez (2017), Planas y Fernández de Lucio (2018), Silva y Ramírez (2006) y Vega y Romero (2006) consideran a este factor como relevante, concordando con lo expresado por los entrevistados. Además, este factor cataliza la puesta en valor de la relación entre los actores del sector y los centros generadores de conocimiento y tecnología para el desarrollo de proyectos de I+D+i, factor también destacado por los entrevistados y altamente valorado en los resultados de Silva y Ramírez (2006) y Wiig et al. (2009). Por el contrario, de este factor adolecen los forestadores individuales y otros actores periféricos del sector, el cual, en parte, es aportado y gestionado por acciones subsidiarias del Estado a través de CONAF.

Con excepción de la tecnología PMG, este estudio evidenció la existencia de una baja capacidad asociativa y la no existencia de una cultura pro innovación, especialmente en los actores más periféricos, que facilite la adopción y difusión de las tecnologías SIG y SGA. Ambos, según Hansen et al. (2014), son elementos deseables que actúan en beneficio de un clima favorable para el éxito de las empresas forestales. Al respecto señalan que "...la cultura y el clima positivo dentro de la empresa e ínter empresas tienen una clara conexión con la innovación y el rendimiento de estas" (p. 1341). Crespell y Hansen (2008) concuerdan señalando que el cambio cultural pro innovación presenta una oportunidad significativa dentro de la industria forestal para esforzarse hacia el desarrollo de nuevos productos, procesos y sistemas comerciales que permitan cosechar los frutos de una mayor competitividad.

En contraste, la forma en que se ha estructurado el sector forestal favorecería la promoción, adopción y difusión de tecnologías, especialmente las tres identificadas en este estudio, concordando con Monsálvez (2017), quien señala que un mercado concen-

trado "...promueve la sofisticación de la competencia empresarial y la circulación de los flujos de conocimiento y actividades de innovación que desencadenen innovaciones" (p. 94), generando una oportunidad para los actores más periféricos del sector.

Finalmente, la estrategia, el tipo de organización y capital humano, el nivel y profundización de las redes, la vinculación con entidades generadoras de conocimiento y tecnología parecen constituirse en factores transversales que hacen de la gestión de la innovación un proceso dinámico y sistémico. Estos, a pesar de su difícil medición, deben ser considerados con su debida ponderación, si lo que se busca es promover procesos de adopción de tecnologías que aseguren una exitosa difusión para el mejoramiento de la competitividad y sofisticación del sector forestal chileno en su conjunto.

## 6. Conclusiones

Este estudio es un primer intento por identificar las innovaciones tecnológicas más relevantes del sector silvícola y sus impactos en los distintos subsectores que lo forman, así como los factores que influyen en el proceso de adopción y difusión de estas tecnologías, como también en la identificación de los principales actores.

Destacan, para las tres innovaciones identificadas, la amplia gama de factores propios de cada una que influyen en su adopción y difusión. Desde estos factores se podrían seleccionar aquellos que inciden positivamente, si se opta por favorecer, mediante acciones provenientes del Estado, políticas públicas de fomento y promoción de tecnologías para su adopción, en beneficio de quienes tienen menos acceso, como una forma promover y acrecentar su relevancia y competitividad.

Los logros de este estudio se consideran significativos, debido a que la literatura científica no ha cubierto suficientemente esta área de investigación para el sector forestal, especialmente el chileno, pese a lo importante y desarrollado que se encuentra y al nivel de reconocimiento internacional que posee, especialmente en el manejo silvícola de la especie *Pinus radiata*, el cual, junto al neozelandés, ejercen el liderazgo mundial.

Estos resultados servirán para futuras investigaciones, específicamente relacionadas con el modelamiento de procesos de difusión y transferencia de tecnologías en el sector forestal, como un aporte al entendimiento de la dinámica del flujo tecnoló-



gico en dicho sector productivo. También servirán para apoyar los procesos de toma de decisiones, privadas y públicas, relacionadas con la gestión tecnológica en el ámbito forestal.

## 7. Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de los CRO, ASF y PCF entrevistados, quienes, con la generosa y anónima entrega de información y de su tiempo, facilitaron la realización de este estudio y el uso de dicha información con fines académicos.

## 8. Referencias

- Acuña, C. (2018). *I+D en Chile: Diagnóstico y Propuestas. (Informe de Análisis)*. Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales. CLAPES UC. Recuperado de: <https://n9.cl/1upcj> (29/10/2020).
- Alcón, F. (2007). *Adopción y difusión de las tecnologías de riego: Aplicación en la agricultura de la región de Murcia*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cartagena (España).
- Banco Mundial (2008). *Conclusiones de informe "Perspectivas económicas mundiales 2008: difusión de la tecnología en los países en desarrollo"*. Recuperado de <https://n9.cl/90wp> (27/06/2019).
- Banco Mundial (2018). *Marco de gestión ambiental y social de la estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales (MGAS-ENCCRV)*. Recuperado de <https://n9.cl/cajmy> (16/09/2019).
- Camagni, R., y Capello, R. (2002). Milieux innovateurs and collective learning: from concepts to measurement. In Z. J. Acs, H. L. F. de Groot, and P. Nijkamp (eds.), *The Emergence of the Knowledge Economy. Advances in Spatial Science* (pp. 15-45). Springer, Berlín, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-24823-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24823-1_2).
- Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2008). *Hacia una estrategia de innovación para la competitividad. Volumen II*. CNIC. Santiago. Chile.
- Crespell, P., y Hansen, E. (2008). Managing for innovation: insights into a successful company. *Forest Products Journal*, 58 (9), 6-17.

- Cuevas, V., Baca, J., Cervantes, F., Espinoza, J., Aguilar, J., y Loaiza, A. (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4 (1), 31-46.
- Freeman, C. (1995). The National System of Innovation in Historical-Perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1), 5-24. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035309>
- Friese, S. (2014). *Qualitative Data Analysis with Atlas.ti. Second Edition*. London: SAGE Publications Ltd.
- Galindo, M. Á., Ribeiro, D., y Méndez, M. T. (2012). Innovación y crecimiento económico: Factores que estimulan la innovación. *Cuadernos de Gestión*, 12, 51-58. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2743/274323552002.pdf> (06/01/2021).
- Hammett, A. L., y Youngs, R., (2002). Innovative forest products and processes: meeting growing demand. *Journal of Forestry*, 100 (4), 6-11.
- Hansen, E., Nybakk, E., y Panwar, R. (2014). Innovation insights from North American forest sector research: a literature review. *Forests* 5 (6), 1341-1355.
- Instituto Forestal (2015). *Propuesta de acciones para minimizar las brechas en el manejo de plantaciones forestales de pequeños y medianos propietarios*. Informe Final. INFOR. Concepción. Chile.
- Instituto Forestal (2016). *Anuario Forestal. Boletín Estadístico*, 159. INFOR. Santiago. Chile.
- Instituto Forestal (2017). *Anuario Forestal. Boletín Estadístico*, 159. INFOR. Santiago. Chile.
- Mena, C., Gajardo, J., Montecinos, R., Morales, y Ormazábal, Y. (2006). Remote sensing and GIS in forestry: experiences in Chile. *Ambiência. Edición especial*, 1 (2), 171-185.
- Moguillansky, G., Cares, G., y Salas, J. (2006). Capacidad de innovación en industrias exportadoras de Chile: la industria del vino y la agroindustria hortofrutícola. *Serie Comercio Internacional*, 79. Santiago, Chile. CEPAL.
- Monsálvez, C. (2017). Características, obstáculos y efectos de la innovación en empresas del sector maderero de la región del Maule, Chile. *Bosque*, 38 (1), 89-95. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000100010>.
- Montoya, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et Technica*, X (25), 209-213. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911685037.pdf> (28/06/2019).
- Navarro, L. (2010). *Análisis metodológico del proceso de transporte forestal y diseño e implementación de un prototipo de software para la asignación de recursos de transporte en una empresa forestal*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia (Chile). Recuperado de: <https://n9.cl/vkb8g> (25/05/2019).
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2018). *El desarrollo forestal. Reflexiones y desafíos al 2030: perspectiva institucional de ODEPA. Primera sección*. Santiago. Chile.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2012). *La innovación y la agenda de desarrollo*. OCDE. México.

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2018). *OECD/Eurostat. Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation, 4th Edition, The measurement of scientific, technological and innovation activities*. Paris: OECD Publishing.
- Planas, L., y Fernández de Lucio, I. (2018). Primeras estrategias regionales de innovación en Chile. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13 (2), 69-81. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242018000200069>.
- Roger, E. M. (2010). *Diffusion of Innovations*. Fifth Edition. New York. Free Press.
- Rogers, E. M. (1958). Categorizing the adopters of agricultural practices. *Rural Sociology*, 23 (4), 345-354.
- Rogers, E. M., (1962). *Diffusion of Innovations*. Third Edition. New York. Free Press.
- Schumpeter, J., (1939). *Business Cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. New York Toronto London: McGraw-Hill Book Company. Recuperado de: <https://n9.cl/ows2> (14/12/2020).
- Silva, S., y Ramírez, A. (2006). Análisis de los factores que influyen en el éxito de la transferencia tecnológica desde los institutos tecnológicos a las pymes: los casos de España y Brasil. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1 (4), 57-70.
- Sinde, A., y Diéguez, M<sup>a</sup>. I., (2005). El estudio de la difusión y adopción de nuevas tecnologías: una revisión de investigaciones empíricas. *Cities in competition. XV Spanish-Portuguese Meeting of Scientific Management (2005)*, p 323-339.
- Suárez, J., Blanco, F., Ibarra, S., Machado, H., y Martínez, A. (2002). Factores que influyen en la difusión de tecnologías apropiadas para la ganadería. *Anales de Estudios Económicos y Empresariales* (15), 49-62.
- Sunding, D., y Zilberman, D. (2001). The agricultural innovation process: research and technology adoption in a changing agricultural sector. In B. L. Gardner, and G. C. Rausser (eds.), *Handbook of agricultural economics* (pp. 207-261). Elsevier, Amsterdam. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(01\)10007-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(01)10007-1)
- Turner, J., Buongiorno, J., Prestemon, J., y Zhu, S. (2005). The U.S. forest sector in 2030: markets and competitors. *Forest Products Journal*, 55 (5), 27-36.
- Vega, A., y Romero, L. (2006). Innovación tecnológica forestal, desarrollo, y desafíos científico-tecnológicos en Chile. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1 (4), 71-82.
- Vial, J. (1996). *Instrumentos económicos en la política forestal chilena*. Santiago, Chile: Editorial CIEPLAN.
- Wiig, H., Astroza, A., y Gulbrandsen, M. (2009). Multinational companies embedded in national innovation systems in developing countries: the case of Norwegian fish farming multinationals in Chile. *GLOBELICS 7th International Conference 2009, 6-8 October, Dakar, Senegal; draft version 31 March 2009*. Recuperado de: <https://n9.cl/8td8d> (23/09/2020).

## Contribuciones de los autores

ITEM	Claudio A. Muñoz	Francisco Juárez
Conceptualización	60 %	40 %
Tratamiento de los datos	65 %	35 %
Análisis formal	60 %	40 %
Acceso financiación	50 %	50 %
Investigación	50 %	50 %
Metodología	40 %	60 %
Gestión del proyecto	70 %	30 %
Recursos	50 %	50 %
Software	60 %	40 %
Supervisión	50 %	50 %
Validación	50 %	50 %
Visualización	60 %	40 %
Redacción (borrador)	60 %	40 %
Redacción final (revisión y edición)	60 %	40 %

Para más información, ir a CRediT: <https://casrai.org/credit/>

## *Extended abstract*

### **1. Introduction and background**

Innovation has driven technological change and brought about irreversible changes in production processes and factors (Schumpeter, 1939), which are classified according to different criteria. A particularly interesting one is that of Robertson (1967). It centres on the group that covers innovation and considers two main groups: one related to consumption innovations and another to company or technological innovations. The first group is subclassified as discontinuous, dynamically continuous and continuous. The second group is subdivided into technical innovations and organisational innovations. The present research work centres on the perspective of the second group. Thus we indiscriminately employ "technological innovation".

Adoption is an individual process of decision making on accepting an innovation. Diffusion is the process of a group of individuals accepting an innovation with time. Adopting and diffusing technologies respond to gradual systematisable processes. Nevertheless, which factors influence and allow this process to gradually taking place more or less quickly are less clear.

In the Chilean silvicultural forest sector, the factors that would have a more weighted impact on its processes of adopting and diffusing technological innovations are generally unknown. The same can be stated of its specific grouping sources, which is a research opportunity in this area that would allow the revitalising elements of the technological processes in this sector to be understood. This study permitted us to identify the three technological innovations that the key stakeholders believed were relevant for, and the chief adoption and diffusion factors, which influence their transfer process from one management level to another.

### **2. Objectives, methodology and sources**

This study was conducted in the forest macrozone of Chile, specifically in regions of Maule, Bío Bío, Araucanía and Los Ríos. It considered the silvicultural sector,

and all the companies that performed R&D&I tasks on the whole. Non-probabilistic sampling took place based on intention to participate in the study. The objective was to identify relevant technological innovations in this sector, as well as the factors that impact the decisions to adopt them and their diffusion processes.

This work consisted in two phases. The first identified the most relevant innovations for the sector in the last 25 years. An innovation was considered relevant if it met the following characteristic elements: 1) it supported the sector's competitiveness (internally and globally); 2) it presented a clear adoption and diffusion process regardless of the rate at which it occurs, from large forest-related companies to small/medium owners.

The second phase consisted in:

i) Design an instrument based on the literature review. This enabled a minimum and validated number of factors that influence decisions to adopt and diffuse innovations and/or technologies to be determined

ii) Conduct interviews to validate and identify other relevant factors for the sector that have a specific influence (Galindo & Méndez, 2012; Suárez, 2004)

iii) Apply a qualitative analysis programme to large volumes of data, Atlas.Ti (Friese, 2014).

iv) Typification for each identified relevant innovation.

### **3. Results**

Three technological innovations considered essential for the Chilean silvicultural sector's development were identified. All three were developed and/or adopted and implemented by the most important forest holdings in the country. They were:

- a) Genetic Improvement Programmes (GIP) of forest species
- b) Using Geographic Information Systems (GIS)
- c) Environmental Management Systems (EMS) certified according to international standards

The main factors that influenced decisions to adopt and diffuse the three technologies were identified. They were classified by each technological innovation according to the area they apply to and according to where their strongest influence on

these decisions took place. These factors were systematised from the market point of view; a forest company as an organisation; forest nurseries; professionals and contractors and foresters. A group of specific factors was identified for the SGA technology. Not all these points of view were common to all three technologies.

Although the results obtained per technology indicated a high level for the specificity of the factors that influence adopting and diffusing technologies, the analysis of the results allowed some with a generic and cross-sectional scope in relation to the three technologies to be identified, and were preferentially identified in the *market* and *forest company as an organisation* classification types. Nonetheless, it was also possible to identify other relevant factors that cross-sectionally influence both the *forest nurseries* and *professionals and contractors* classification types.

#### **4. Discussion**

The Chilean silvicultural sector presents an excellent opportunity to increase its competitiveness by adopting and diffusing technologies, and by adopting applied R&D programmes and public policies that especially address small and medium owners as a way to increase added value and diversification in a context in which the dominant groups are mainly oriented to the production of commodities.

For the identified technologies, the adoption-diffusion processes are active, albeit slow, and work towards the most marginal stakeholders related mainly to service firms, nurseries, professionals and individual foresters. In these cases, the identified factors significantly revitalise these processes.

It is noteworthy that more market factors or those external to companies were identified by the interviewers compared to internal or own organisation factors. This suggests that, despite their leadership, they display an innovation behaviour based on adopting technologies. The PMG technology was identified in the opposite sense: endogenous technology that was valued from a local to a global level.

As those stakeholders closer to the technological domain were determined, the competences factor in favour of adopting innovations and technologies, set up in the human capital acting in the sector, appeared more frequently during interviews as a desirable and necessary addition to trigger technological changes in companies. This factor also catalyses enhancing the relationship between stakeholders from the sector and the centres that generate knowledge and technology to undertake R&D projects.

The strategy, type of organisation and human capital, the level and depth of networks, and the link with organisations that generate knowledge and technology seem to constitute cross-sectional factors that make innovation management a dynamic and systemic process. So despite them being difficult to measure, they must be considered with their due weighting if the intention is to promote processes to adopt technologies that ensure successful diffusion in order to improve the competitiveness and sophistication of the Chilean forest sector on the whole.

## **5. Conclusions**

This study is a first attempt to identify the most relevant technological innovations from the Chilean silvicultural sector and their impacts on the different subsectors comprising it, as well as the factors that influence the process followed to adopt and diffuse these technologies, and to also identify the main stakeholders. The followed methodology proved effective for these purposes.

For the three identified innovations, the wide-ranging typical factors of all three that influence their adoption and diffusion stand out. From these factors, those with a positive impact could be selected if, by means of State action, the taken option is to favour public policies that favour and promote technologies to adopt these factors as a way to encourage and advance in their relevance and competitiveness to benefit whose access is more restricted.

The achievements obtained with this study are considered significant because the scientific literature has not covered this research area enough for the forest sector, especially in Chile, and despite its current importance and development status, and its international acknowledgement, particularly in the silvicultural management of the species *Pinus radiata* which, along with the New Zealand species, is a leading species worldwide.

## **6. Future research lines**

These results will serve future research, especially that related to modelling diffusion and technology transfer processes in the forest sector, as a contribution to understand technology flow dynamics in this production sector. They will also help to support private and public decision-making processes about technological management in the forest domain.