

Ciencia y plantaciones forestales en Chile, ¿algún desencuentro?

Science and forest plantations in Chile: any disagreement?

Víctor Gerding ^a 

Autor de correspondencia: ^a Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Instituto de Bosques y Sociedad, Valdivia, Chile, vgerding@uach.cl

RESUMEN

El modelo forestal con plantaciones que se ha impuesto en Chile se caracteriza por permitir y fomentar extensas plantaciones monoespecíficas coetáneas con manejo simple basado en rotaciones sucesivas y tala rasa. Estas plantaciones han generado beneficios de distinta índole, pero también han traído aparejados problemas ambientales y sociales. Empero, tales conflictos pudieron ser evitados si se hubiesen respetado los fundamentos de las ciencias forestales. Desde hace varias décadas en Chile (y antes en otras regiones del mundo), los científicos han generado y publicado información para gestionar opciones forestales adecuadas en lo ecológico, económico y social; también han alertado sobre posibles consecuencias de no aplicarla. No obstante, tal información científica no ha sido cabalmente considerada, incluso ni en la política forestal vigente, y todavía se presentan problemas en las plantaciones que denotan una escasa aplicación de ciencias forestales. Se discute una insuficiente aplicación de estas ciencias en plantaciones forestales, sus posibles causas y algunas posibles soluciones. Las plantaciones forestales requieren la aplicación de los fundamentos científicos pertinentes y aumento de investigación para su mejoramiento continuo. El conocimiento científico debe promoverse en todos los escenarios de la sociedad y evitar que quede atrapado en el circuito de los científicos. Se propone fortalecer especialmente la interacción de divulgadores científicos con decisores en políticas públicas y forestales.

Palabras clave: ciencias forestales, divulgación, divulgadores.

SUMMARY

The forestry model with plantations that has been imposed in Chile is characterized by allowing and promoting extensive, even-aged, monospecific plantations with simple management based on successive rotations and clear-cutting. These plantations have generated various benefits, but have also entailed environmental and social problems. Nevertheless, such conflicts could have been avoided if the fundamentals of forestry science had been respected. For several decades in Chile (and earlier in other regions of the world), scientists have generated and published information on managing ecologically, economically, and socially appropriate forestry options; they have also warned about potential consequences of not applying it. However, such scientific information has not been fully considered, even in the current forestry policy, and there are still problems in plantations that denote a poor application of science. The insufficient application of these sciences in forest plantations, its possible causes, and some possible solutions are discussed. Forest plantations require the application of the pertinent scientific foundations and increased research for their continuous improvement. Scientific knowledge must be promoted in all scenarios of society and avoid being trapped in the scientists' circuit. It is proposed to especially strengthen the interaction of science disseminators with decision-makers in public and forestry policies.

Keywords: forestry sciences, dissemination, communicators.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales “corresponden a ecosistemas boscosos compuestos por especies arbóreas y/o arbustivas, de una misma especie o combinación de dos o más especies, originados por acciones de forestación y reforestación con el objeto de proveer bienes y servicios ecosistémicos” (CONAF, 2024). En Chile, el modelo económico impuesto se caracteriza por permitir y fomentar extensas plantaciones forestales monoespecíficas, mayoritariamente de especies exóticas de rápido crecimiento, coetáneas, homogéneas y con manejo simple y uniforme

basado en rotaciones sucesivas mediante tala rasa. Estas plantaciones forestales abarcan 3,1 millones de hectáreas que representan el 17 % de las formaciones boscosas de Chile. En esta gran superficie son numerosos los ejemplos de plantaciones forestales sin desarrollo de su potencial, fallidas o generadoras de consecuencias adversas que han desencadenado descontento social en el último medio siglo (Crispi, 1982; Monje-Hernández, 2024). Este tipo de problemas se ha discutido en torno a la política forestal de Chile sin lograr un mejoramiento sustantivo (CONAF, 2016, 2017); también ha sido frecuentemente tratado en la prensa. Sin embargo, la discusión a través de la prensa

con denuncias y explicaciones tardías o insuficientes, confusas o con información falsa, hace perder la confianza de la sociedad frente al manejo de los recursos forestales, con la consecuencia de que, poco a poco, se pierde la licencia social para operar (Stuart et al., 2023). En dicho contexto, se plantea que no se aplica el conocimiento científico pertinente para establecer y manejar muchas de las plantaciones forestales, generándose problemas económicos, sociales y ambientales; pero existe suficiente conocimiento científico (incluso producido en Chile y considerando las ciencias sociales relacionadas) como para hacer bien las cosas con respecto a las plantaciones forestales. El objetivo de este trabajo es discutir sobre posibles causas y posibles soluciones de una insuficiente aplicación de ciencia en plantaciones forestales en Chile.

INSUFICIENTE APLICACIÓN DE CIENCIA

Muchas plantaciones forestales no han sido establecidas ni manejadas utilizando el conocimiento científico apropiado, incumpliendo los propios objetivos declarados para ellas. Por ejemplo, el establecimiento y manejo de plantaciones forestales no siempre discrimina sitios según la productividad o la capacidad de uso del suelo; tampoco distingue objetivos para la sostenibilidad; la intervención en el suelo puede producir su daño estructural, químico y biológico, sin mejorar la productividad; puede ocurrir detrimento ambiental, paisajístico y social; la cosecha a tala rasa no diferencia sitios según susceptibilidad a la degradación del suelo y no considera factores ecológicos y sociales clave (agua, biodiversidad, paisaje, etc.). La legislación y normativa actuales permiten una inadecuada asignación de recursos sin sostenibilidad ecológica, social ni económica, generando problemas en tales factores. Ejemplos de estos problemas han sido denunciados desde hace bastante tiempo por diversos autores, pero siguen ocurriendo (Cuadro 1) (Camus, 2000; Crispi, 1982; El Divisadero, 2021; Espinosa et al., 1990; Gayoso & Iroumé, 1989; Gayoso et al., 1991; Gerding, 1991; Gerding et al., 2014, 2017; Meneses & Guzmán, 2000; Monje-Hernández, 2024; Nambiar, 1999; Niklitschek, 1992; Schirmer, 2007; Unda & Stuardo, 1996).

Al respecto, se constata que existe suficiente conocimiento científico como para establecer y manejar plantaciones forestales productivas que respeten el medioambiente. Con tales evidencias científicas y técnicas, la AIFBN (2019) ha reiterado la necesidad de que el manejo de plantaciones forestales respete: la capacidad de uso del suelo, los objetivos forestales según calidad de sitio, un ordenamiento forestal y territorial, la orientación de recursos hacia quienes los necesitan, la descentralización, la participación local y social, y la sostenibilidad económica, ambiental y social. También, Fuentealba et al. (2021) declaran que las ciencias forestales han estado centradas en diseñar planes de manejo forestal sostenible, apoyar cambios de políticas, conservación de ecosistemas forestales nativos

y restauración de ecosistemas degradados. Chile muestra una producción científica eficiente en consideración a su presupuesto y en comparación con otros países de mayores recursos: aparece en la posición 33 del mundo en el Nature Index (2024), subiendo hasta el puesto 30 según la disciplina relacionada con el campo forestal; en contraste, su presupuesto para investigación y desarrollo es de sólo un 0,36 % del PIB y registra 1,1 científicos por cada 1.000 trabajadores, muy inferior al promedio de los países de la OCDE (2,72 % y 9,2, respectivamente) (ObservaMinCiencia, 2024). El conocimiento científico forestal pertinente se ha evidenciado a través de las Escuelas de Ingeniería Forestal desde hace siete décadas (actualmente existen cinco Escuelas); también en la producción científica (artículos, libros, etc.) tanto de la disciplina forestal como de otras especialidades donde existen varios programas de pregrado y posgrado (ciencias silvoagropecuarias, de la ingeniería, de recursos naturales, sociales, etc.).

El conocimiento pertinente debería llegar a distintos grupos de interés para su aplicación efectiva. Sin embargo, en muchos casos las ciencias forestales no son consideradas y se acometen acciones de manejo que son contrarias al sentido común o que van en contra del conocimiento científico, obteniendo resultados no deseados. Es decir, el valioso trabajo científico no está llegando a donde debería llegar. Para un académico debiese ser motivo de preocupación que el conocimiento científico no sea considerado en la praxis, incluso por sus propios egresados. Por otra parte, en el Parlamento y Ejecutivo se ha discutido muchas veces temas forestales, últimamente sobre plantaciones forestales y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Como ejemplo, entre los años 2022 y 2024 se han abordado propuestas y reformas relacionadas con la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21455) y Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19300) (CDD, 2023; SEA, 2023), con la argumentación de que las decisiones tendrán mejor base en antecedentes técnicos y evidencia científica. Sin embargo, estas discusiones mencionan conceptos sin haberlos definido: monocultivo, monocultivo de especies, plantación de monocultivos forestales y plantaciones forestales de monocultivos. Es decir, la ciencia no está siendo bien escuchada por públicos clave. Ante tal estado de la discusión surgen múltiples voces en diferentes direcciones con más o menos resonancia en la prensa (Tobar, 2024).

POSIBLES CAUSAS DE UNA BAJA APLICACIÓN DE CIENCIA

La insuficiente aplicación de ciencia es un fenómeno generalizado en muchas partes del mundo y discutido desde hace décadas (Malkamäki et al., 2018; Torralba, 2020; Walker, 2021; Wionczek, 1983), no es exclusivo de Chile ni de las plantaciones forestales. Si bien falta por investigar en ciencias forestales, porque ello es de horizonte infinito, la ciencia ha avanzado lo suficiente en plantaciones forestales como para hacer mucho mejor las cosas en compara-

Cuadro 1. Insuficiente aplicación de ciencia en plantaciones forestales: problemas asociados, posibles causas, posibles soluciones y requisitos importantes para la divulgación de ciencia (sin orden de prioridad o importancia).

Insufficient application of science in forest plantations: problems associated with it, possible causes, possible solutions and important requirements for science dissemination (in no order of priority or importance).

Problemas asociados con plantaciones forestales	
<ul style="list-style-type: none">• Del territorio y paisaje: extensión enorme, ocupación de territorio, cambio de paisaje.• De ecosistemas y medioambiente: sustitución de bosque nativo, homogeneidad del paisaje, descuido del medioambiente, incendios forestales, escasez de agua.• De productividad: desaprovechar el sitio potencial, daño al suelo, plagas.• Sociales y económicos: pobreza rural, inequidad, descampesinización pauperizante, migración rural-urbana, mala convivencia social en territorios forestales, indolencia social (maximización del lucro), homogeneización del mercado; conflictos sociales aumentan con el incremento de la superficie de plantaciones: relaciones sociales y económicas, declive de agricultura familiar tradicional, formas de gestión de la tierra.	
Posibles causas	Principal relación
1. Insuficiente acceso a la información científica.	Científicos
2. Desconexión entre investigación y práctica.	
3. Falta de investigación específica.	
4. Falta de colaboración interdisciplinaria.	
5. Falta de capacitación y educación.	
6. Complejidad y dinamismo de ecosistemas forestales.	
7. Priorización de ganancias económicas a corto plazo.	Sector forestal privado
8. Dolo (engaño, fraude, simulación): declarar un objetivo, pero ejecutar otro diferente.	
9. Desconocimiento de la importancia de la ciencia.	
10. Limitaciones de tiempo y recursos.	
11. Costumbres y tradiciones, resistencia al cambio.	
12. Intereses políticos y económicos de corto plazo.	Estado: Ejecutivo, Legislativo
13. Falta de incentivos, incentivos mal enfocado, políticas obsoletas, legislación forestal y ambiental insuficiente.	
Posibles soluciones	
1. Financiamiento para investigación científica y técnica que responda a los problemas locales.	
2. Investigación aplicada.	
3. Colaboración interdisciplinaria.	
4. Colaboración entre científicos y actores del sector forestal.	
5. Acceso a tecnologías avanzadas.	
6. Educación continua para profesionales.	
7. Capacitación y educación/transferencia tecnológica para la diversidad de usuarios.	
8. Políticas, incentivos y controles para prácticas forestales sostenibles; visión de largo plazo.	
9. Gestión para pequeños propietarios de bosques.	
10. Divulgación de la investigación depositada en los artículos científicos, a través de medios idóneos con lenguaje simple. Acción clave para lograr las anteriores.	

Continúa

Requisitos importantes para la divulgación de ciencia
1. Comunicación clara y accesible, lenguaje sencillo.
2. Ejemplos prácticos, relación con la vida cotidiana, asociar con historias.
3. Uso de todos los medios de comunicación.
4. Transparencia y contexto ético: alcances y limitaciones de los hallazgos científicos, explicación de controversias éticas.
5. Interacción y participación del público.
6. Educación continua y programas de alfabetización científica.
7. Enfatizar los beneficios sociales, culturales y económicos.
8. Colaboración con divulgadores de la ciencia (periodistas científicos + científicos divulgadores) = Llegar con efectividad a centros de decisión política y económica; población mejor informada. Requisito clave para lograr los anteriores.

ción a lo ya realizado. Las posibles causas pueden abarcar aquellas mencionadas en el Cuadro 1; dicho enunciado es una simplificación de relaciones entre actores clave y posibles causas. Basta que concurren unas pocas causas para que el conocimiento científico no sea suficiente o que no llegue al público objetivo.

CÓMO AUMENTAR LA APLICACIÓN DE CIENCIA EN LAS PLANTACIONES FORESTALES

Para diseñar soluciones se propone fortalecer e incrementar acciones relacionadas con las causas de una baja aplicación de ciencias forestales (Cuadro 1). Tales acciones son obvias, porque se requiere más ejecución y efectividad de los instrumentos ya conocidos que desarrollar nuevos para probar. La divulgación está entre las acciones más necesarias y factibles de ejecutar para alcanzar buenos resultados de comunicación (Sánchez & Roque, 2011). En dicha acción se centra la discusión siguiente, porque hasta ahora ha sido escasa e inefectiva en el caso de las ciencias forestales.

La creación de conocimiento muchas veces está alejada de las decisiones prácticas; es decir, hace falta que el conocimiento científico -críptico para la mayoría de la población- no se quede atrapado en los artículos científicos y sea divulgado por otros medios masivos o focalizados (medios cada vez más abundantes y variados). Esta debilidad ha sido reconocida en Chile debido a su efecto negativo en el desarrollo de la sociedad, porque la relación entre ciencia y política es evidente y necesaria (Nature, 2020). Así, actualmente está en discusión en el Parlamento un proyecto de ley (Boric, 2024) que dicta normas sobre transferencia de tecnología y conocimiento, definiendo dicha transferencia como el “proceso de transmisión de las tecnologías, conocimientos, capacidades, competencias, procedimientos y/o resultados derivados de la investigación científica y tecnológica al mercado y a la sociedad en general”. Y expresa en el artículo 3 que: “Las instituciones de educación superior promoverán las re-

laciones entre la investigación universitaria, las necesidades sociales y culturales y su articulación con el sistema productivo, atendiendo especialmente a los desafíos sociales, ambientales y económicos del territorio en que están ubicadas. A su vez, impulsarán iniciativas para compartir, difundir y divulgar los resultados de la investigación al conjunto de la sociedad a través de canales idóneos”. Además, según el artículo 5, “provee una serie de deberes positivos del Estado de fomentar la transferencia de la tecnología y el conocimiento con el objeto de que los resultados de las investigaciones sean transferidos a la sociedad, poniendo especial énfasis en aquellos proyectos financiados con fondos públicos”.

Para aumentar la utilidad de la información científica y su comprensión por parte del público general y de grupos de interés específicos, la divulgación de ciencia se entiende como una labor multidisciplinaria para comunicar el conocimiento científico a través de diversos medios, a variados públicos voluntarios, recreando dicho conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible (Lozada-Chávez, 2006) (Cuadro 1). Para la divulgación de ciencia es fundamental contar con divulgadores coordinados con los equipos científicos o que sean parte integrante de estos. Es decir, trabajar con personas adecuadamente preparadas para divulgar el conocimiento científico (Garrido, 2017; Lozada-Chávez, 2006) a diversos públicos y llegar con éxito al mundo político, a los decisores financieros, a usuarios potenciales, al público general o a segmentos específicos. Su habilidad para simplificar conceptos complejos, comunicar de manera efectiva y establecer conexiones emocionales con la audiencia contribuye significativamente a la divulgación exitosa de la investigación científica hacia un público amplio o un segmento específico. Los divulgadores de ciencia juegan un papel fundamental en educación, promoción del pensamiento crítico, facilitación del diálogo público y desarrollo de la cultura científica, impactando positivamente en la sociedad cuando dicha divulgación es permanente y genera en la sociedad el poder del saber (Espinosa, 2010;

Lozada-Chávez, 2006). No es razonable pedirle al científico (académico) que haga divulgación exitosa además de todo el importante trabajo que desarrolla creando nuevo conocimiento y difundirlo en artículos científicos y libros especializados. Siempre hay excepciones y es posible ver a destacados científicos que también realizan divulgación exitosa, pero se requiere de un gran volumen de transferencia y no sólo de excepciones. En el mundo hay temas científicos que han logrado buen posicionamiento en diversos sectores de la sociedad, especialmente para desarrollar políticas públicas (DePaul, 2024). Por ejemplo, en salud pública debido a la pandemia de COVID-19 (Yin et al., 2021) y con respecto al cambio climático mediante instancias internacionales (Nature, 2022; Valdés, 2023).

Este planteamiento no es nuevo, pero permite discutir una conformidad impávida de los científicos que dan por concluida su labor al publicar el artículo científico, aunque mucho de ese conocimiento no llega donde se le necesita. Según las tendencias mundiales, el futuro se prevé con mayor cantidad de científicos incorporados a los equipos de asesoramiento en la política. Para ello se están desarrollando diversas metodologías de participación y divulgación que permitan transmitir el mensaje científico necesario en el lenguaje adecuado, con confianza y credibilidad, para públicos de la política y decisores específicos (Hartmann, 2021; Martin et al., 2023). Un ejemplo de dicha tendencia lo propone Dworkin (2024) para las políticas públicas, las cuales pueden ser mejoradas con base en evidencia, a través de científicos que dediquen un período importante de su tiempo (año sabático, por ejemplo) para trabajar en organismos del Estado donde tengan cabida sus investigaciones científicas.

La disciplina que mejor hace la divulgación del escrito de un autor hacia el público es la música: el compositor de una nueva pieza (Ludwig van Beethoven: el autor) plasma su obra en partituras (Sinfonía N° 9 “Coral”: el artículo científico) que son apropiadas para un reducido grupo de especialistas e intérpretes (músicos, instrumentistas). El contenido de las partituras debe ser divulgado al público a través de un lenguaje de la música que todos puedan comprender y disfrutar; para ese proceso imprescindible están los intérpretes, instrumentistas, orquestas o grupos musicales (Orquesta Sinfónica de Chile: el divulgador). A través de tales divulgadores el público toma conocimiento y juzga la obra del autor. Este conjunto de personajes y roles es natural y consustancial a la música. Un proceso análogo debe ser desarrollado para la ciencia, de tal modo que su divulgación sea consustancial y natural para llegar al público objetivo con el lenguaje preciso, sin quedar circunscrito al artículo científico. Parece del todo razonable que esta relación virtuosa se inicie desde los científicos para que sus obras lleguen efectivamente al público destinatario. Es una tarea que puede ponerse en práctica en el corto plazo, pero que tendrá efectos en el largo plazo con una base social sólida: comunidades educadas ejerciendo pensamiento crítico.

FINANCIAMIENTO

Este trabajo no recibió apoyo financiero alguno, ni de instituciones ni de personas.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a Alberto Peña, Eloi Escáñez, Erico Kutchartt, Federico An der Führen, Félix Mauts-Echaiz, Jan Bannister, Luis Apiolaza, Luis Orlandini y Marcos Cárcamo por sus aportes para este trabajo.

REFERENCIAS

- AIFBN (Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo). (2019). *Chile necesita un nuevo modelo forestal, ante los desafíos climáticos, ambientales y sociales*. (L. Astorga & H. Burschel, Eds.). LOM Ediciones.
- Boric, G. (2024). *Mensaje de S.E. el Presidente de la República con el que inicia un proyecto de ley de transferencia de tecnología y conocimiento* (Boletín N.º 16686-19). Cámara de Diputadas y Diputados de Chile. <https://www.camara.cl/legislacion/ProyectosDeLey/tramitacion.aspx?prmID=17258&prmBOLETIN=16686-19>
- Camus, P. (2000). Innovación agroproductiva y ordenamiento del territorio: El caso del desarrollo forestal chileno. *Scripta Nova*, 69(85), 1–10. <https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/58835>
- CDD (Cámara de Diputadas y Diputados de Chile). (2023). *Modifica la ley N° 19.300 sobre Bases Generales de Medio Ambiente, para someter los monocultivos forestales al sistema de evaluación de impacto ambiental* (Boletín N.º 16665-12). <https://www.camara.cl/verDOC.aspx?prmID=77416&prmTipo=FICHAPARLAMENTARIA&prmFICHA TIPO=DIP&prmLOCAL=0>
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). (2016). *Política forestal 2015–2035*. https://oficinavirtual.conaf.cl/recursos/videos/Politica_Forestal_2015-2035.pdf
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). (2017). *Protocolo de plantaciones forestales: Política forestal 2015–2035* (Consejo de Política Forestal). <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/766b2e30-ac15-4cfd-9590-6a34e4ccb754/content>
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). (2024). *Plantaciones forestales*. <https://www.conaf.cl/manejo-de-ecosistemas/gestion-forestal-suelos-y-agua/plantaciones-forestales/>
- Crispi, J. (1982). El agro chileno después de 1973: Expansión capitalista y campesinización pauperizante. *Revista Mexicana de Sociología*, 44(2), 481–514. <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistamexicanadesociologia/1982/vol44/no2/6.pdf>
- DePaul, A. (2024). Science-policy advisers shape programmes that solve real-world problems. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-03040-x>
- Dworkin, J. (2024). How to boost your research: take a sabbatical in policy. *Nature*, 626, 694. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00479-w>
- El Divisadero. (2021). Sociedades científicas cuestionan forestación con especies exóticas en sector Coyhaique Alto. *Diario El Divisadero*. <https://www.eldivisadero.cl/noticia/Sociedades-cient%C3%ADficas-cuestionan->

- [forestaci%C3%B3n-con-especies-ex%C3%B3ticas-en-sector-Coyhaique-Alto-/NjM2ODE=](#)
- Espinosa, V. (2010). Difusión y divulgación de la investigación científica. *Idesia* (Arica) 28(3): 5-6. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300001>
- Espinosa, M., Escobar, R., & Drake, F. (1990). Silvicultura de las plantaciones forestales en Chile: Pasado, presente y futuro. *Agro-Ciencia*, 6(2), 131-144.
- Fuentealba, A., Durán, L., & Morales, N. (2021). The impact of forest science in Chile: History, contribution, and challenges. *Canadian Journal of Forest Research*, 51, 753-765. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-047> (<https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-047>)
- Garrido, E. (2017). Difusión científica vs Divulgación científica. *La ciencia de la divulgación científica*. <https://divulgaciondelacienciablog.wordpress.com/2017/04/01/difusion-cientifica-vs-divulgacion-cientifica/#more-64> (Consultado: Octubre 01, 2024).
- Gayoso, J., Ellies, A., & Iroumé, A. (1991). *Degradación de suelos forestales asociada a operaciones de cosecha* (10 pp.). Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Gayoso, J., & Iroumé, A. (1989). Daño en suelos forestales asociado a faenas de maderío. *Medio Ambiente*, 10(1), 70-79.
- Gerding, V. (1991). Manejo de las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Chile. *Bosque*, 12(2), 3-10. <https://doi.org/10.4206/bosque.1991.v12n2-01>
- Gerding, V., Thiers, Ó., & Schlatter, J. E. (2017). Ciencia en las plantaciones forestales en Chile: El futuro de un pasado olvidado. In *Seminario Plantaciones Forestales en el Nuevo Ciclo de Desarrollo Forestal* (Bloque 1: Plantaciones forestales y sociedad, pp. 1-27). Concepción: INFOR. https://www.infor.cl/images/pdf/Seminario_Plantaciones/1-1_Ciencia_en_las_plantaciones_forestales_en_Chile.pdf
- Gerding, V., Thiers, Ó., Schlatter, J. E., & Sanzana, J. (2014). Suelos ñadi para una producción forestal sostenible: Principales problemas, causas y propuestas de solución. *Revista Bosque Nativo*, 53, 36-43. https://issuu.com/bosquenativo/docs/revista_bosque_nativo_53
- Hartman, H. (2021). Forestry needs new roots. *Max Planck Research*, (3/2021), 16-21. https://www.mpg.de/18066647/W001_Viewpoint_016-021.pdf
- Lozada-Chávez, I. (2006). *Divulgación científica*. Centro de Ciencias Genómicas, UNAM. <http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/panel/8/divulgaci%C3%B3n-cient%C3%ADfica>
- Malkamäki, A., D'Amato, D., Hogarth, N. J., Kanninen, M., Piirard, R., Toppinen, A., & Zhou, W. (2018). A systematic review of the socio-economic impacts of large-scale tree plantations worldwide. *Global Environmental Change*, 53, 90-103. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.001>
- Martin, P. A., Christie, A. P., Shackelford, G. E., Hood, A. S. C., Wang, S., Li, B., Morgan, W., Lee, M., Aldridge, D. C., & Sutherland, W. J. (2023). Flexible synthesis can deliver more tailored and timely evidence for research and policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 120(26), e2221911120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2221911120>
- Meneses, M., & Guzmán, S. (2000). Productividad y eficiencia en la producción forestal basada en las plantaciones de pino radiata. *Bosque*, 21(2), 3-11. <https://doi.org/10.4206/bosque.2000.v21n2-01>
- Monje-Hernández, Y. (2024). *Bosques, comunidades y monocultivos: Transformaciones de la industria forestal desde el sur de Chile (1974-2010)*. Santiago: Ariadna Ediciones. <https://ariadnaediciones.cl/index.php/catalogo/276-bosques-comunidades-y-monocultivos>
- Nambiar, E. K. S. (1999). Productivity and sustainability of plantation forests. *Bosque*, 20(1), 9-21. <https://doi.org/10.4206/bosque.1999.v20n1-02>
- Nature. (2020). Science and politics are inseparable. *Nature*, 586, 169-170.
- Nature. (2022). A big chance for science at the heart of global policymaking. *Nature*, 610, 232.
- Nature Index. (2024). *2024 Research Leaders: Leading countries/territories*. <https://www.nature.com/nature-index/research-leaders/2024/country/all/all>
- Niklitschek, M. (1992). *Tamaño de la tala rasa en plantaciones forestales: Efectos y regulación*. Santiago: Universitaria.
- Observa-MinCiencia. (2024). *Gasto en I+D respecto al PIB*. Observatorio del Sistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Ministerio de Ciencia, Chile. <https://observa.minciencia.gob.cl/indicadores/comparacion-internacional/gasto-en-id-respecto-al-pib> (Consultado: Octubre 01, 2024).
- Sánchez, Y., & Roque, Y. (2011). La divulgación científica, una herramienta eficaz en centros de investigación. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 7, 91-94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5704469>
- SEA (Servicio de Evaluación Ambiental). (2023). *Reforma a la Ley N°19.300. Consejo de Ministros aprueba proyecto que fortalece y hace más eficiente el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*. <https://www.sea.gob.cl/noticias/consejo-de-ministros-aprueba-proyecto-que-fortalece-y-hace-mas-eficiente-el-sistema-de>
- Schirmer, L. (2007). Plantations and social conflict: Exploring the differences between small-scale and large-scale plantation forestry. *Small-scale Forestry*, 6, 19-33. <https://doi.org/10.1007/s11842-007-9001-7>
- Stuart, A., Bond, A., Franco, A. M. A., Baker, J., Gerrard, C., Danino, V., & Jones, K. (2023). Conceptualising social licence to operate. *Resources Policy*, 85(Part A), 103962. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103962>
- Tobar, I. (2024). Buscan legislar para que cultivos forestales se sometan al SEIA. *Trade Digital News*. <https://trade-news.cl/2024/04/01/buscan-legislar-para-que-cultivos-forestales-se-sometan-al-seia/> (Consultado: Octubre 01, 2024).
- Torrallba, J. M. (2020). El sistema de ciencia e innovación: principales problemas y algunas soluciones. *Universidad: El blog de Studia XXI*. <https://www.universidadsi.es/el-sistema-de-ciencia-e-innovacion-principales-problemas-y-algunas-soluciones/> (Consultado: Septiembre 30, 2024).
- Unda, A., & Stuardo, A. (1996). *Chile: Expansión forestal en la Novena Región y desarrollo sustentable* (84 pp.). Santiago: ONU-ETM, Instituto Forestal.
- Valdés, L. (2023). La ciencia como pieza clave en la consulta y elaboración de políticas por parte de las organizaciones intergubernamentales. In V. Pavone, J. Molas, J. Brandts & R. Serrano (Coords.), *Ciencia para las políticas públicas. Informe de transferencia de conocimiento* (pp. 22-30). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. https://digital.csic.es/bitstream/10261/329667/3/01_S4P_CIENCIA_PARA_POLITICAS_DIGITAL.pdf

- Walker, K. (2021). Cuando plantar árboles es perjudicial. *DW Español*. <https://www.dw.com/es/cuando-plantar-%C3%A1rboles-es-m%C3%A1s-perjudicial-que-be-neficioso/a-56960325> (Consultado: Septiembre 30, 2024).
- Wionczek, M. S. (1983). Obstáculos para la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo económico y social de los países menos desarrollados. *El Trimestre Económico*, 50(4), 519–538. <https://repositorio.esocite.la/409/1/Wionczek1983-ObstaculosAplicacionCienciaTecnologia.pdf>
- Yin, Y., Gao, J., Jones, B., & Wang, D. (2021). Coevolution of policy and science during the pandemic. *Science*, 371(6525), 128–130. <https://doi.org/10.1126/science.abe3084>

Recibido: 15.12.2024

Aceptado: 10.07.2025

