

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA FORESTAL, DESARROLLOS Y DESAFIOS CIENTÍFICO TECNOLÓGICOS EN CHILE.

Alejandro Vega Muñoz, Leonora Romero Muñoz.
Facultad de Ingeniería – Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC)
Teléfono 56-41-2735331. alejandrov@ucsc.cl

Abstract: This article presents an analysis compared of situation of Chile in the Forestal Technological Innovation, based in the endogenous development of new knowledge and incorporating like central line of this publication the achievements reaches on the subject of forestal biotechnology by our country.

For which, it has to use the worldwide base of references of mainstream ISI, as another references of secondary character, on the basis of an aggregate of generic terms like: Innovation, technology and biotechnology; and specific terms of the sector. Detecting the main sources of worldwide knowledge and examining its coherence and relation with the scientific and technological Chilean duty.

About this article we concluded that the great quantity of forestal resources of Chile doesn't bear relation with the quantity of scientific production leagued to the innovation and technology fields and particularly the biotechnology; developed around this sector. Neither itself have relation with ties established with the principal referring worldwide and its subjects areas of development.

Keywords: Technology Innovation, Biotechnology, Forest.

Resumen: Este artículo presenta un análisis comparado de la situación de Chile en la Innovación Tecnológica Forestal, basada en el desarrollo endógeno de nuevos conocimientos e incorporando como línea central de esta publicación los logros alcanzados en materia de biotecnología forestal por nuestro país.

Para lo cual, se ha recurrido a la base mundial de referencias de corriente principal ISI, así como a otras referencias de carácter secundario, en base a un conglomerado de términos genéricos como: innovación, tecnología y biotecnología; y términos específicos del sector. Detectando las principales fuentes de conocimiento a nivel mundial y analizando su coherencia y relación con el quehacer científico y tecnológico chileno.

Concluyendo que la gran cantidad de recursos forestales de Chile, no guarda relación con la cantidad de producción científica ligada a los campos de la innovación, la tecnología y en particular de la biotecnología; desarrollada en torno a este sector. Tampoco se condice con nexos establecidos con los principales referentes mundiales y sus áreas temáticas de desarrollo.

Palabras Claves: Innovación Tecnológica, Biotecnología, Forestal.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Sector Forestal Chileno

En la actualidad el sector forestal en Chile ha logrado posicionarse, entre los principales componentes de la política exportadora del país, con tasas de participación

promedio superiores al 10% del total exportado (Banco Central de Chile 2005). Logrando contribuir en forma importante al desarrollo del país en el campo económico, social y ambiental.

Chile dispone de materia prima; bosques sostenibles, nativo y plantaciones, que permiten incrementar sustancialmente la producción maderera, no maderera y de servicios

ambientales. Sin embargo, la actual tasa de forestación es insuficiente para utilizar la superficie con aptitud forestal hoy improductiva. Además, el desarrollo científico y tecnológico requiere de nuevas definiciones para contribuir al mejoramiento competitivo del sector. Puesto que, la falta

de coordinación de la investigación y desarrollo de productos, en el campo de nuevos bienes y servicios finales, lleva a perder sinergias en el rendimiento económico, social y ambiental del sector forestal (Cerde et al. 2004).

Tabla 1: Características de los bosques y otros terrenos de actitud forestal

Categorías de las Áreas de Recursos Forestales 2005	Área (1000 hectáreas)					
	Bosques			Otros terrenos de actitud forestal		
	1990	2000	2005	1990	2000	2005
Primarias	4.152	4.145	4.142	0	0	0
Natural modificada	9.344	9.309	9.292	16.039	13.764	13.185
Semi-natural	26	26	26	0	0	0
Plantación productiva	1.741	2.354	2.661	26	42	56
Plantación de protección	0	0	0	0	0	0
Total	15.263	15.834	16.121	16.065	13.806	13.241

Fuente: FAO, 2005.

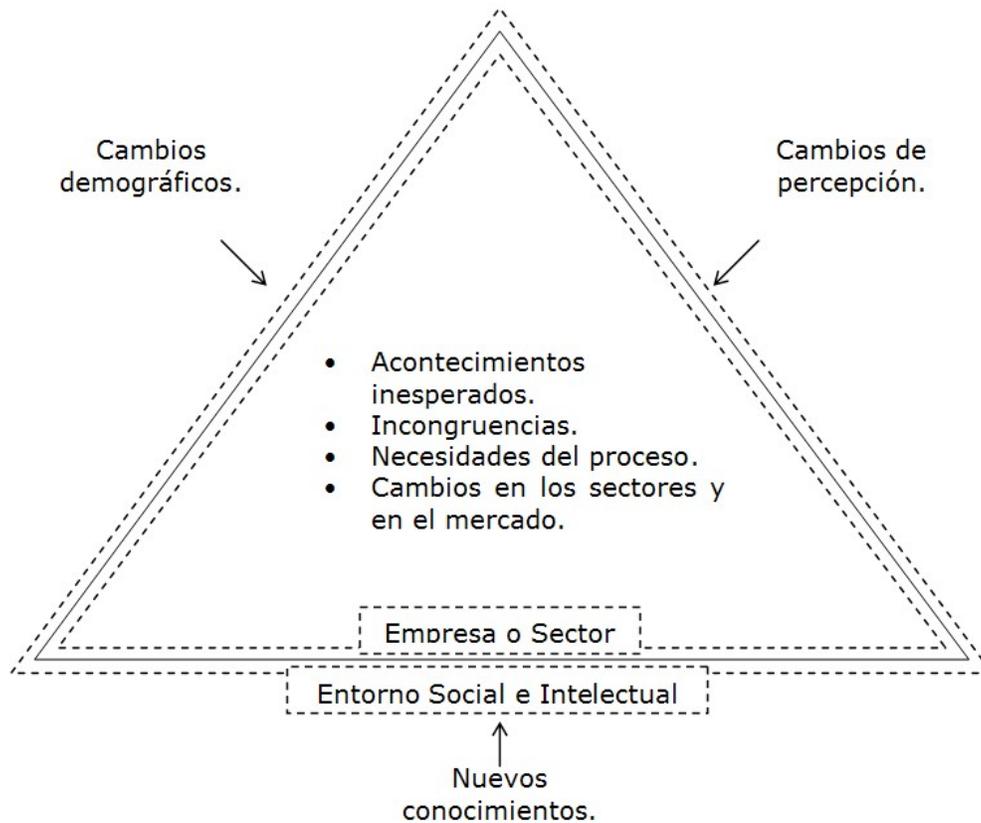
1.2 El Concepto de Innovación

La innovación es el esfuerzo de utilizar un nuevo conocimiento para realizar un cambio orientado e intencional, en el potencial económico o social de la empresa, constituyéndose así en el medio con el que el emprendedor crea nuevos recursos productores de riqueza o potencia los ya existentes, para ofrecer un nuevo producto o servicio o una mejora de los ya existentes, en función de lo que desean los clientes. (Drucker 1998), (Afuah 1999), (Cotec 2001), (DTI 2003).

La innovación tecnológica es un concepto de mayor complejidad, dado que presenta una gran variedad de facetas, ligadas comúnmente a la tecnología y solamente en ciertas ocasiones a la ciencia. Entendiendo como tal, el resultado del desarrollo tecnológico, que se genera sobre

productos (bienes y servicios) o procesos mejorados o completamente nuevos, mediante la utilización de tecnología (Mandado y Fernández 2003), (Cotec 2001). Siendo, las innovaciones de productos las que introducen nuevos bienes o servicios para satisfacer una necesidad externa y de mercado, y las innovaciones de procesos las que incorporan nuevos elementos que se introducen en las operaciones de producción o servicio de una organización: materiales de insumo, especificaciones de tareas, mecanismos de trabajo y flujo de información, y equipo utilizado para producir un producto o prestar un servicio (Afuah 1999). Lo cual implica, que las innovaciones tecnológicas en el campo de los productos, no alcanzan su generación efectiva, si no hasta que son comercializadas y en el caso de las innovaciones tecnológicas de productos, esto no ocurre hasta su primera aplicación de orden industrial (Mandado y Fernández 2003).

Figura 1: Fuentes de la innovación



Fuente: Elaboración propia, basado en Drucker 1998.

1.3 La Innovación Forestal

Los bosques y la silvicultura han sido vistos por mucho tiempo, como recursos potenciales para el desarrollo de las comunidades rurales y como lugares para disminuir el desempleo (Song et al. 2004).

En relación al contenido tecnológico de los productos forestales chilenos, se observa una tendencia de avance en el proceso de industrialización de las exportaciones, aunque todavía este esfuerzo se percibe como insuficiente, razón por la cual el sector forestal es excesivamente vulnerable a los cambios del mercado externo, pues gran parte de los bienes industrializados que se exportan se basan en la abundancia de recursos naturales y poseen bajas características diferenciadoras (Menéndez 2005).

1.4 Biotecnología Forestal

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (1992 citado en FAO 2006) se entiende por biotecnología como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos, para usos específicos”.

La aplicación en el sector forestal ha sido una experiencia certera para el aumento de productividad y calidad de los recursos forestales existentes en el país.

Una particularidad importante, en el desarrollo de la capacidad innovadora del sector forestal chileno es que la herramienta biotecnológica más utilizada, con fines productivos, es el mejoramiento genético. Sin duda la aplicación de biotecnología se ha concentrado fuertemente en el apoyo de programas de mejoramiento genético que están permitiendo masificar la producción y aumentar la

calidad de variedades no solo de especies exóticas sino también nativas de alto interés comercial (Ministerio de Economía de Chile 2003).

En el área forestal, la investigación biotecnológica tiene dos corrientes principales. Por una parte, las empresas forestales focalizan sus esfuerzos en el estudio de la micropropagación de pino, eucalipto y especies nativas y en el control biológico de plagas. Por otro lado, la industria de la celulosa se interesa particularmente en el biopulpaje (Gil et al. 2002).

2 METODOLOGÍA

La construcción de los Mapas Científicos comienza por la selección de las fuentes de información, etapa clave en la calidad de los resultados finales (IALE 2005).

El conocimiento científico y técnico se difunde y acumula a través publicaciones (artículos, review,...). La observación y tratamiento matemático y estadístico de los datos bibliográficos incluidos en publicaciones puede utilizarse para analizar la actividad científica desarrollada por un país, autor, institución, en particular. Esta actividad recibe el nombre bibliometría (Mancebo 2005).

```
TS=((biotechnology* AND lumber*) OR (biotechnology* AND wood*) OR (biotechnology* AND forest*) OR (biotechnology* AND sawmill*) OR (biotechnology* AND pulp*) OR (innovat* AND lumber*) OR (innovat* AND wood*) OR (innovat* AND forest*) OR (innovat* AND sawmill*) OR (innovat* AND pulp*) OR (technology* AND lumber*) OR (technology* AND wood*) OR (technology* AND forest*) OR (technology* AND sawmill*) OR (technology* AND pulp*)) NOT AU=[ANON]
```

Cuadro 1. Filtro de selección para las principales fuentes de conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Estas palabras claves fueron introducidas en la búsqueda avanzada de la base de datos *ISI Web of Knowledge*. De la cual, se extrajeron los principales países de producción científica en el tema forestal, las principales fuentes de publicación, publicaciones por año, y las principales instituciones que publican sobre estos temas, principales categorías científicas. Para este estudio, en el filtro se descartaron los autores clasificados como anónimos y se seleccionaron sólo los documentos del tipo artículo.

Para el análisis de los datos fueron seleccionados aquellos que cumplieron con los siguientes requisitos.

- Aquellos datos que superan el 1% de participación en número de artículos sobre el total; ya sea el total de publicaciones de un país, o el total artículos publicados en el mundo.

2.1 Base de datos de publicaciones científicas

La base de datos de publicaciones científicas utilizada es ISI considerada como la primera referencia en ciencia y tecnología del mundo. ISI es una plataforma de base de datos integrada, proporciona el contenido de alta calidad y las herramientas de acceso, análisis, y manejo de información de la investigación; la cual posee registros desde 1987 hasta el 2006, los que son actualizados diariamente (ISI 2006).

2.2 Construcción de filtro

Las primeras actividades que permitieron construir un filtro útil para el análisis; fue la búsqueda las palabras claves que encierran el ámbito el tema de interés, generando combinaciones de palabras genéricas como: innovación, tecnología y biotecnología; con palabras sectoriales específicas, tales como: madera, pulpa, bosque, etc. y cuyo resultado se muestra a continuación.

- En el caso que la selección no cuenta con el 1% del total de publicaciones se tomara aquellos que superen un número de 5 artículos.
- Para las principales instituciones se tomo como referencia aquellas que poseían mayor o igual a 20 artículos.

3 RESULTADOS

Del filtro anterior, resultó un total de 3.072 artículos sobre la combinación de las palabras claves consideradas.

Obteniendo, como principales fuentes de publicación, las revistas en las cuales fueron publicadas más del 1% de los artículos sobre el sector forestal, tal como se muestra en la Tabla 2.

Este tipo de artículos, han sido publicados en 1.074 revistas, de lo cual se puede calcular que el promedio es de

3 artículos por revista, con valor máximo de 93 Canadá”.
publicaciones asociados a la Revista “Pulp & Paper –

Tabla 2. Principales fuentes de publicación.

Título de la Fuente	Artículos	% de 3072
Pulp & Paper-Canada	93	3,03%
Forest Products Journal	86	2,80%
Forestry Chronicle	74	2,41%
Tappi Journal	74	2,41%
Paperi Ja Puu-Paper And Timber	72	2,34%
Biomass & Bioenergy	69	2,25%
Journal of Forestry	53	1,73%
Wochenblatt Fur Papierfabrikation	46	1,50%
Agroforestry Systems	41	1,33%
Water Science and Technology	41	1,33%
Forest Ecology and Management	40	1,30%
Holz Als Roh-Und Werkstoff	36	1,17%
Papier	35	1,14%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

Los principales países de producción científica en el ámbito forestal son descritos en el Tabla 3. Donde, Chile ocupa el lugar 30 con 0.4% de participación del total de artículos

publicados a nivel mundial (15 artículos). Siendo el líder Estados Unidos con 1076 publicaciones.

Tabla 3. Principales países de producción científica

País	Artículos	% de 3072	País	Artículos	% de 3072	País	Artículos	% de 3072
Estados Unidos	1076	35,03%	Japón	86	2,80%	China	51	1,66%
Canadá	391	12,73%	India	80	2,60%	Suiza	48	1,56%
Alemania	200	6,51%	Francia	76	2,47%	Austria	43	1,40%
Reino Unido ¹	170	5,53%	Italia	64	2,08%	Nueva Zelanda	42	1,37%
Finlandia	135	4,39%	España	64	2,08%	Sudáfrica	35	1,14%
Suecia	118	3,84%	Holanda	56	1,82%			
Australia	96	3,13%	Brasil	54	1,76%			

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

¹ El numero de artículos del Reino Unido (United Kingdom), fue compuesto por la suma de los artículos de Inglaterra (England), Escocia (Scotland) y Gales (Wales)

En referencia a los Principales autores, en el total de artículos publicados sobre el sector forestal han participado 7.414 autores, participando 2 autores en promedio por publicación. En este caso, como ninguno de los autores

logro alcanzar el 1% de participación, se seleccionaron sólo aquellos autores que han participado en 5 o más artículos, como se presenta a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Principales autores.

Autor	Artículos	% de 3072	Autor	Artículos	% de 3072
Parajo, JC	8	0,26%	Jonsson, AS	5	0,16%
Smith, RL	8	0,26%	Kappel, J	5	0,16%
Kline, DE	7	0,23%	Lundstrom, K	5	0,16%
Kordsachia, O	7	0,23%	Marttila, R	5	0,16%
Vlosky, RP	7	0,23%	Meyers, WJ	5	0,16%
Akhtar, M	6	0,20%	Nair, PKR	5	0,16%
Beck, M	6	0,20%	Pandey, A	5	0,16%
Blanchette, RA	6	0,20%	Pizzi, A	5	0,16%
Cohen, DH	6	0,20%	Pregitzer, KS	5	0,16%
Duran, N	6	0,20%	Reader, A	5	0,16%
Evtuguin, DV	6	0,20%	Sinclair, SA	5	0,16%
Patt, R	6	0,20%	Slade, AH	5	0,16%
Sixta, H	6	0,20%	Smith, DW	5	0,16%
Smith, PM	6	0,20%	Socol, CR	5	0,16%
Berry, RM	5	0,16%	Wyman, CE	5	0,16%
Jensen, AS	5	0,16%			

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

El número de instituciones que se encuentra sobre el 1% de participación no sobrepasa las 5 instituciones, todas ellas radicadas en Norteamérica; por lo tanto, se incorporaron adicionalmente aquellas que poseen una cantidad mayor o

igual a 20 artículos publicados; las que se presentan en la tabla 5, donde la presencia de las Universidades de los Estados Unidos se observa con gran relevancia.

Tabla 5. Principales instituciones

NOMBRE INSTITUCION	ARTICULOS	% of 3072	NOMBRE INSTITUCION	ARTICULOS	% of 3072
US FOREST SERV	78	2,54%	VIRGINIA POLYTECH INST & STATE UNIV	27	0,88%
UNIV BRITISH COLUMBIA	54	1,76%	UNIV FLORIDA	24	0,78%
UNIV WISCONSIN	45	1,46%	UNIV TORONTO	24	0,78%
OREGON STATE UNIV	34	1,11%	UNIV WASHINGTON	24	0,78%
USDA	33	1,07%	N CAROLINA STATE UNIV	23	0,75%
UNIV ALBERTA	30	0,98%	HELSINKI UNIV TECHNOL	22	0,72%
UNIV MINNESOTA	30	0,98%	PENN STATE UNIV	20	0,65%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

La Tabla 6 muestra las publicaciones del sector en forma longitudinal, entre los años 1987 y 2006², siendo a la fecha el año 2005 en el que se han publicado más artículos alcanzando un total de 295.

² La información del año 2006, sólo se encuentra considerada hasta Septiembre, por lo que ha sido incluida únicamente con fines referenciales.

Tabla 6. Distribución de los años de publicación

AÑO	ARTICULOS	% of 3072	AÑO	ARTICULOS	% of 3072	AÑO	ARTICULOS	% of 3072
2006	195	6,35%	1999	191	6,22%	1992	111	3,61%
2005	295	9,60%	1998	198	6,45%	1991	111	3,61%
2004	285	9,28%	1997	149	4,85%	1990	23	0,75%
2003	245	7,98%	1996	155	5,05%	1989	14	0,46%
2002	240	7,81%	1995	160	5,21%	1988	10	0,33%
2001	194	6,32%	1994	149	4,85%	1987	5	0,16%
2000	205	6,67%	1993	137	4,46%			

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

El sector forestal involucra múltiples disciplinas las que son observadas en la Tabla 7. Pudiéndose distinguir el mayor protagonismo de las disciplinas asociadas al estudio de: la Ciencia de los Materiales de papel y madera, la Silvicultura,

y las Ciencias Medioambientales; con más del 18%, 16% y 10% de los artículos considerados en este estudio, respectivamente.

Tabla 7. Principales categorías

Categoría De Materia	Art.	% De 3072	Categoría De Materia	Art.	% De 3072
Materials Science, Paper & Wood	582	18,95%	Multidisciplinary Sciences	53	1,73%
Forestry	498	16,21%	Planning & Development	52	1,69%
Environmental Sciences	333	10,84%	Meteorology & Atmospheric Sciences	51	1,66%
Energy & Fuels	192	6,25%	Geography, Physical	48	1,56%
Biotechnology & Applied Microbiology	173	5,63%	Chemistry, Applied	46	1,50%
Ecology	168	5,47%	Agriculture, Soil Science	45	1,46%
Engineering, Chemical	151	4,92%	Materials Science, Multidisciplinary	44	1,43%
Engineering, Environmental	129	4,20%	Thermodynamics	43	1,40%
Agronomy	114	3,71%	Geography	42	1,37%
Plant Sciences	107	3,48%	Imaging Science & Photographic Technology	41	1,33%
Agricultural Engineering	105	3,42%	Engineering, Mechanical	40	1,30%
Water Resources	92	2,99%	Anthropology	39	1,27%
Food Science & Technology	86	2,80%	Polymer Science	37	1,20%
Agriculture, Multidisciplinary	77	2,51%	Engineering, Industrial	35	1,14%
Environmental Studies	76	2,47%	Biodiversity Conservation	34	1,11%
Economics	68	2,21%	Biochemistry & Molecular Biology	33	1,07%
Geosciences, Multidisciplinary	64	2,08%	Computer Science, Interdisciplinary Applications	33	1,07%
Engineering, Civil	61	1,99%	Chemistry, Multidisciplinary	32	1,04%
Remote Sensing	54	1,76%			

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

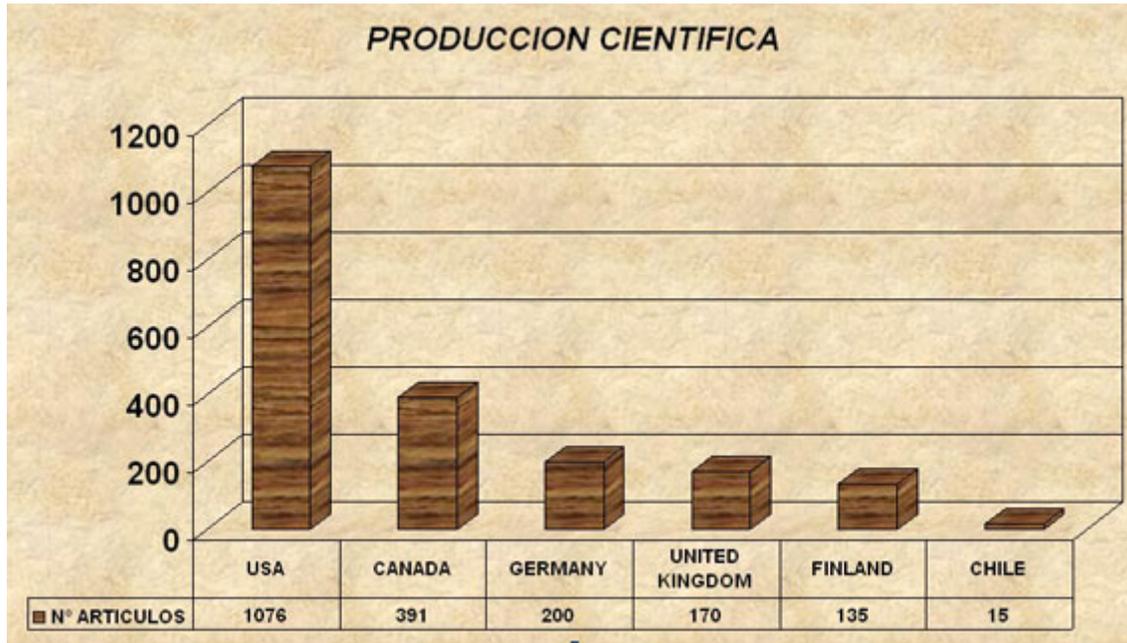
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para efectuar el análisis de la producción científica forestal se seleccionaron los 5 países con mayor número de publicaciones y Chile, con el objeto de poder comparar este último con las principales potencias mundiales en esta materia, lo cual se presenta en el Gráfico 1.

Pudiéndose observar que la ubicación de estos países, con mayor producción científica en el sector forestal, es el hemisferio norte. Lo cual, tiene su explicación dado que el

hemisferio norte concentra a los países de tecnologías más avanzadas, la producción con mayor valor agregado y a los mayores recursos económicos, con un PIB per cápita a PPP que para el caso de los países seleccionados es superior al triple del promedio mundial.

Gráfico 1. Países con mayor producción científica forestal.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

A nivel país, los 5 principales productores de publicaciones científicas en los ámbitos de estudio son: Estados Unidos, Canadá, Alemania, Reino Unido y Finlandia. Entre ellos destaca la participación de los países Norteamericanos con una participación de 35% de los Estados Unidos y 13% de

Canadá, respecto al total mundial de las publicaciones consideradas.

En contraste, Chile participa en menos del 0,5% de las publicaciones mundiales, ubicándose en el lugar número 30.

Tabla 8. Participación científica por país.

País	N° Artículos	N° Art. Mundial	Participación	PIB per Capita (PPP) en USD	N° Autores por Millón de habitantes de la PEA
Mundo	3072	3072	100,00 %	9500	2,47
Estados Unidos	1076	3072	35,03 %	41800	18,23
Canadá	391	3072	12,73 %	34000	59,39
Alemania	200	3072	6,51 %	30400	11,61
Reino Unido	170	3072	5,53 %	30300	15,80
Finlandia	135	3072	4,39 %	30900	119,92
Chile	15	3072	0,49 %	11300	9,84

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006 y CIA 2006.

Los autores con mayor producción científica de los países antes señalados, se concentran mayoritariamente en los Estados Unidos, como se muestra en la Tabla 9. Cabe señalar, que a nivel individual, también se destaca la participación del autor PARAJO, JC de España con 8 artículos, cuyo país ha sido excluido de esta tabla por

encontrarse en el lugar 12 con el 2,08% de participación mundial.

Tabla 9. Principales autores y país asociado

Autor	Artículos	País	Autor	Artículos	País
Smith, Rl	8	Estados Unidos	Patt, R	6	Germany
Kline, De	7	Estados Unidos	Meyers, Wj	5	Estados Unidos
Vlosky, Rp	7	Estados Unidos	Nair, Pkr	5	Estados Unidos
Kordsachia, O	7	Alemania	Pregitzer, Ks	5	Estados Unidos
Akhtar, M	6	Estados Unidos	Reader, A	5	Estados Unidos
Beck, M	6	Estados Unidos	Sinclair, Sa	5	Estados Unidos
Blanchette, Ra	6	Estados Unidos	Wyman, Ce	5	Estados Unidos
Smith, Pm	6	Estados Unidos	Berry, Rm	5	Canadá
Cohen, Dh	6	Canadá	Smith, Dw	5	Canadá

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

Como se ha presentado con anterioridad, Chile tiene una participación sólo del 0,49% de los artículos científicos con un total de 15 publicaciones; la participación de sus autores representa sólo el 0,29% de los artículos científicos

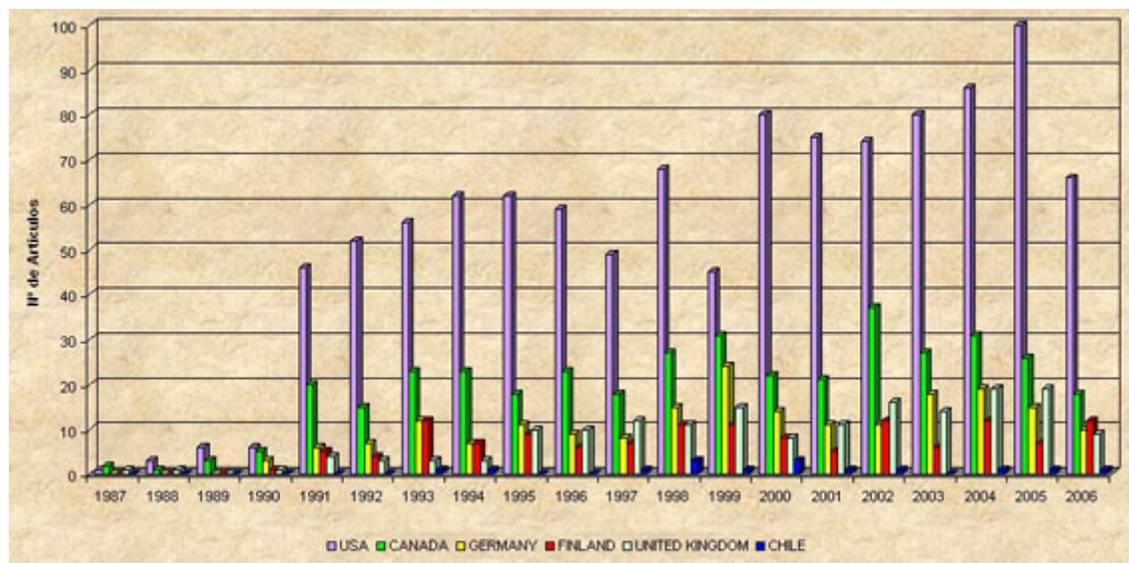
generados en la temática de estudio a nivel mundial. El gráfico 2 nos permite observar en forma longitudinal las publicaciones de los 5 países principales y las de Chile.

Tabla 10. Participación científica mundial de los autores por país

País	Nº Artículos	Nº Autores	Participación por Artículo	Participación del País	Participación Científica
Mundo	3072	7414	0,414	100,00%	100,00%
Estados Unidos	1076	2721	0,395	35,03%	33,43%
Canadá	391	968	0,404	12,73%	12,41%
Alemania	200	503	0,398	6,51%	6,25%
Reino Unido	170	524	0,431	5,53%	4,33%
Finlandia	135	313	0,324	4,39%	4,57%
Chile	15	62	0,242	0,49%	0,29%

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

Gráfico 2. Trayectoria de las publicaciones de los principales países y Chile



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

De los 15 artículos con participación de autores chilenos, 7 de ellos se vinculan con otros países tales como: Estados Unidos (2), Canadá (2), Alemania (1), Brasil (1), España (1) y Francia (1); aunque estos artículos no están vinculados en forma directa con ninguno de los 18 autores relevantes a nivel mundial de los principales países, presentados en la Tabla 9 (ni tampoco con los 31 autores relevantes, de cualquier país, presentados en la Tabla 4), los otros 8 artículos con participación de autores chilenos, han sido generados con independencia de autores de otros países.

En relación, a las materias de interés de los 18 autores considerados como de mayor relevancia mundial, sólo 6 de

los 15 artículos chilenos se relacionan con estas temáticas; de estos 3 de ellos fueron publicados en alguna de las fuentes presentadas en la Tabla 2, las que corresponden en este caso a las revistas: Pulp & Paper-Canada, Forest Ecology and Management y Holz Als Roh-Und Werkstoff; tal como se observa en la Tabla 11.

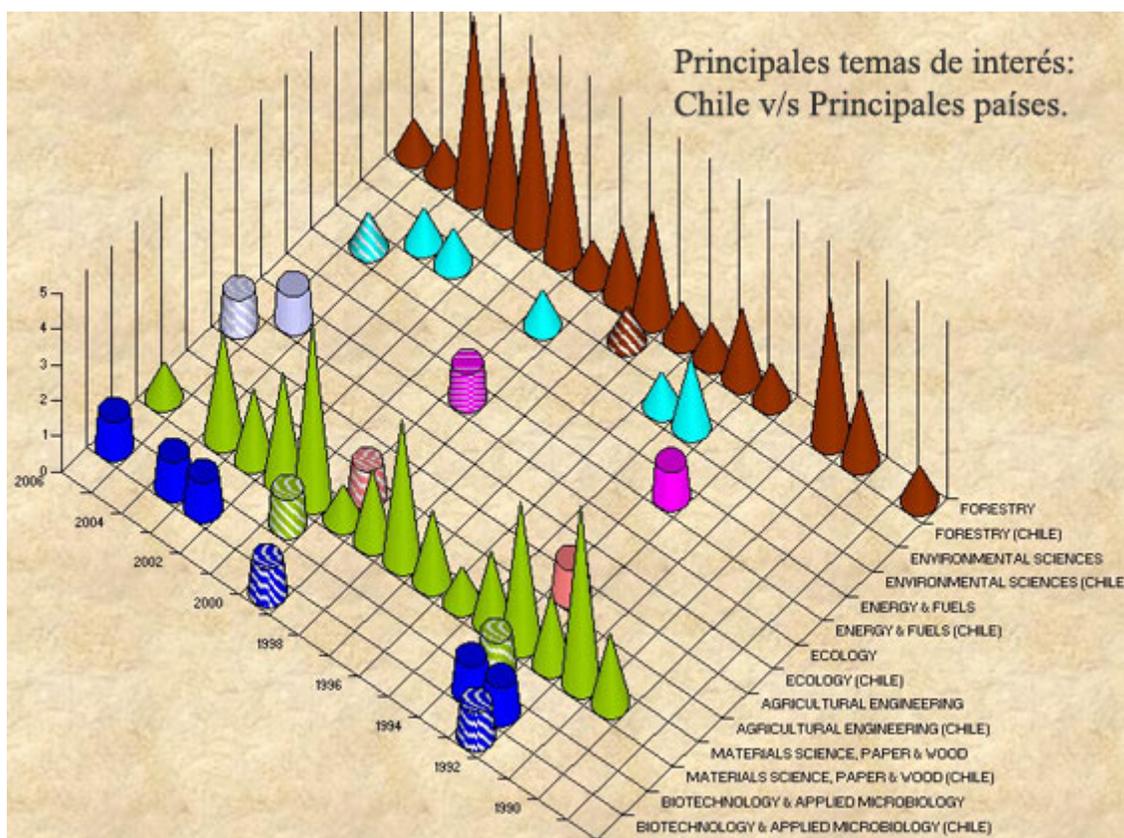
En forma complementaria, el Gráfico 3 nos permite observar la participación de los artículos chilenos asociados a las áreas de interés de los autores de relevancia mundial en forma longitudinal.

Tabla 11. Participación científica mundial de los autores por país

Año	Categorías De Materia	Autor Principal	Institucion Autor Principal	Otros Países Vinculados	Revista
2005	Environmental Sciences	Orrego, R.	Concepcion Univ, Akuat Syst Res Unit Eula	---	Environmental Toxicology And Chemistry
2001	Materials Science, Paper & Wood	Gomez, Co.	Mcgill Univ, Dept Min & Met Engn	Canadá	Pulp & Paper-Canada
2000	Agricultural Engineering; Biotechnology & Applied Microbiology; Energy & Fuels	Ferraz, A.	Fac Engn Quim Lorena, Dept Biotecnol	Brasil	Bioresource Technology
1998	Forestry	Arredondo, S.	Ecole Natl Genie Rural Eaux & Forets	Francia	Forest Ecology and Management
1994	Materials Science, Paper & Wood	Niemz, P.	So Univ Chile, Inst Tecnología Prod Forestales	Alemania	Holz Als Roh-Und Werkstoff
1993	Biotechnology & Applied Microbiology	Aguilera, Jm.	Catholic Univ, Dept Chem Engn	---	Journal Of Biotechnology

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

Gráfico 3. Publicaciones chilenas en relación a los principales temas de interés mundial.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos de ISI 2006.

Del presente estudio se puede concluir que la producción científica en innovación y tecnología del sector forestal con énfasis en el área de la biotecnología, es realizada principalmente por países con un alto ingreso per capita, ubicados en el hemisferio norte, lo cual implica que a mayores recursos económicos mayor es la producción científica en el área de estudio.

De estos países prácticamente el 50% de la producción científica mundial sobre el tema en estudio se encuentra concentrada en América del Norte, principalmente por la participación de Estados Unidos y Canadá.

REFERENCIAS:

Afuah, A., 1999. La Dinámica de la Innovación Organizacional: El concepto para lograr ventajas competitivas y rentabilidad. México: Oxford University Press México S.A.

5 CONCLUSIONES

A pesar, de la gran cantidad de recursos forestales de Chile, existe una pequeña cantidad de producción científica ligada a los campos de la innovación, la tecnología y en particular de la biotecnología; con sólo 15 artículos en prácticamente 2 décadas. A lo cual, se suma la falta de nexos con autores e instituciones que se encuentren en un lugar de máxima referencia mundial. Ante tal realidad, este artículo permite dar luces respecto a los principales referentes, tanto institucionales como individuales, y áreas temáticas en las cuales los científicos Chilenos deberían enfocarse, para alcanzar una relevancia acorde a su patrimonio forestal.

Banco Central de Chile. 2005. Exportación del Sector Forestal, Indicadores de Comercio Exterior, Segundo Trimestre de 2005, pp. 11 – 23. [online]. Disponible en: http://www.bcentral.cl/esp/pub/estad/ext/ext03_2005.htm, [visitado en Diciembre de 2005].

Cerda, I., López, A. y Miquel, C., 2004. Informe Nacional Chile: Estudio de tendencias y perspectivas del Sector

- Forestal en América Latina, Documento de Trabajo FAO, Roma. [online]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/j2576s/j2576s00.htm>, [visitado en Marzo de 2006].
- CIA. 2006. World of Factbook [on line]. Disponible en: <https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/geos/ci.html>, [visitado en Octubre de 2006].
- Cotec. 2001. Innovación Tecnológica: Ideas Básicas, Colección Innovación Práctica, Fundación Cotec para la Innovación, Madrid, Disponible en: www.cotec.es, [visitado en Julio de 2005].
- DTI (2003). Innovation Report: "Competing in the Global Economy: the Innovation Challenge", Disponible en: <http://www.dti.gov.uk/innovationreport/index.htm>, [visitado en Mayo de 2006].
- Drucker, P.F., 1998. The discipline of innovation, Harvard Business Review, Noviembre – Diciembre; Reimpreso en español en: Creatividad e Innovación, Harvard Business Review, Ediciones Deusto, 2000.
- FAO. 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales [online]. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/site/32185/sp/chl>, [visitado en Mayo de 2006].
- FAO. 2000. Declaración de la FAO sobre biotecnología [online]. Disponible en: <http://www.fao.org/BIOTECH/stat.asp?lang=es>, [visitado en Junio de 2006].
- Gil, L., Martínez, V. y Domberger, U., 2002. Caracterización de la Industria Biotecnológica Chilena, [online]. Disponible en: http://www.uni-liepzig.de/seot/downloads/Biotecnologia_Chile_2002.pdf, [visitado en Mayo 2006].
- IALE. 2005. Identificación de Oportunidades de Negocios Globales en Base a Tecnologías para el Cluster Acuícola y Relacionados. Estudio desarrollado para el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología Préstamo BIRF N° 7172-CH. Chile. [online]. Disponible en: <http://www.kawax.cl/observatorio/5.htm>, [visitado en Marzo de 2006].
- ISI. 2006. ISI Web of Knowledge [on line]. Disponible en: <http://portal.isiknowledge.com/portal.cgi>, [visitado en Octubre de 2006].
- Mancebo, Nuria., 2005. El comportamiento innovador de la empresa industrial: Un modelo de análisis a partir de la encuesta del INE. Tesis de Doctorado Departamento de Organización, Gestión Empresarial y Diseño de Productos de la Universidad de Girona. Disponible en: <http://www.tdx.cesca.es>, [visitado en Marzo de 2006].
- Mandado, E. y Fernández, F.J., 2003. Fundamentos de la Innovación: Técnica, Ciencia, Tecnología e Innovación; en Mandado E., Fernández F.J., Doiro M. (Eds.) *La Innovación Tecnológica en las Organizaciones*, Primera Edición, Madrid: Thomson Editores. 2003, pp. 3 – 31.
- Menéndez J., 2005. La industria forestal exportadora de la Región del Bío Bío: Marco de incentivos, contenido tecnológico y ordenamiento territorial, Estudios Regionales, N°27, Junio.
- Ministerio de Economía de Chile. 2003. La Industria Biotecnológica Aplicada a los Sectores Hortofrutícola y Forestal .Disponible en: www.ppt.cl/archivos/Diagnostico_BT_aplicada_a_IHF_e_I_F.pdf, [visitado en Mayo 2006].
- Song, Y., Wang, G., Burch, W.R. y Rechlin, M.A., 2004. "From innovation to adaptation: lessons from 20 years of SHIFT forest management system in Sanming, China", *Forest Ecology and Management*, **191**, pp. 225 – 238.