

SERIE DOCUMENTOS
DEL REPORTE ANUAL 2014
Recursos Naturales y Desarrollo

ESTUDIO PAÍS N° 4: URUGUAY

Innovación y redes de conocimiento: el caso de una empresa del sector forestal en Uruguay

Diego Aboal, Flavia Rovira y Federico Veneri



**RED
SUR**
Red Sudamericana
de Economía Aplicada



 **IDRC | CRDI**

International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international

Canada

INSTITUCIONES MIEMBROS DE RED SUDAMERICANA DE ECONOMÍA APLICADA / RED SUR >

ARGENTINA

Centro de Estudios de Estado y Sociedad (CEDES)
Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT)
Instituto Torcuato Di Tella (ITDT)
Universidad de San Andrés (UDES)

BRASIL

Instituto de Economía, Universidade Estadual de Campinas (IE-UNICAMP)
Instituto de Economía, Universidade Federal de Río de Janeiro (IE-UFRJ)
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)
Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (FUNCEX)

PARAGUAY

Centro de Análisis y Difusión de Economía Paraguaya (CADEP)
Desarrollo, Participación y Ciudadanía (Instituto Desarrollo)

URUGUAY

Centro de Investigaciones Económicas (CINVE)
Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales,
Universidad de la República (DECON-FCS, Udelar)
Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración (IECON-CCEE,
Udelar)

TÍTULOS DE LA SERIE RED SUDAMERICANA DE ECONOMÍA APLICADA / RED SUR >

- El Boom de Inversión Extranjera Directa en el Mercosur
- Coordinación de Políticas Macroeconómicas en el Mercosur
- Sobre el Beneficio de la Integración Plena en el Mercosur
- El desafío de integrarse para crecer: Balance y perspectivas del Mercosur en su primera década
- Hacia una política comercial común del Mercosur
- Fundamentos para la cooperación macroeconómica en el Mercosur
- El desarrollo industrial del Mercosur
- 15 años de Mercosur
- Mercosur: Integración y profundización de los mercados financieros
- La industria automotriz en el Mercosur
- Crecimiento económico, instituciones, política comercial y defensa de la competencia en el Mercosur
- Asimetrías en el Mercosur: ¿Impedimento para el crecimiento?
- Diagnóstico de Crecimiento para el Mercosur: La Dimensión Regional y la Competitividad
- Ganancias Potenciales en el Comercio de Servicios en el Mercosur: Telecomunicaciones y Bancos
- La Industria de Biocombustibles en el Mercosur
- Espacio Fiscal para el Crecimiento en el Mercosur
- La exportación de servicios en América Latina: Los casos de Argentina, Brasil y México
- Los impactos de la crisis internacional en América Latina: ¿Hay margen para el diseño de políticas regionales?
- La inserción de América Latina en las cadenas globales de valor
- El impacto de China en América Latina: Comercio e Inversiones
- Los desafíos de la integración y los bienes públicos regionales: Cooperación macroeconómica y productiva en el Mercosur
- Enrique V. Iglesias. Intuición y ética en la construcción de futuro
- Los recursos naturales como palanca del desarrollo en América del Sur: ¿ficción o realidad?
- Los recursos naturales en la era de China: ¿una oportunidad para América Latina?
- ¿Emprendimientos en América del Sur?: La clave es el (eco) sistema
- Uruguay + 25. Documentos de Investigación
- Reporte Anual y Resumen Ejecutivo "Recursos Naturales y Desarrollo" > Edición 2014

La Red Sudamericana de Economía Aplicada/Red Sur es una red de investigación formada por universidades públicas y privadas, y centros de producción de conocimiento de la región. Sus proyectos son regionales e involucran permanentemente a investigadores/as de varios países de América del Sur.

La misión de la Red es contribuir al análisis y el debate socioeconómico regional identificando respuestas a los desafíos del desarrollo. Promueve, coordina y desarrolla estudios conjuntos desde una perspectiva independiente y rigurosa sobre la base de metodologías comunes desde una visión regional. Integra las dinámicas globales y analiza las lecciones aprendidas de otras experiencias y regiones, para atender las prioridades para el crecimiento inclusivo y sustentable en América del Sur.

Desde sus inicios, la Red ha tenido el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC de Canadá).



Edificio Mercosur,
Luis Piera 1992, 3^{er} piso
11200, Montevideo – Uruguay
Tel: (+598) 2410 1494
www.redsudamericana.org
coordinacion@redmercosur.org

Este estudio se realizó en el marco del proyecto “Oportunidades para generar valor en la producción de recursos naturales: actividades de innovación y redes de conocimiento en el Cono Sur” y forma parte de los documentos base del Reporte Anual de Recursos Naturales y Desarrollo 2014 de la Red Sudamericana de Economía Aplicada/Red Sur.

Este estudio tiene como objetivo fundamental analizar las redes de conocimiento generadas en torno a las actividades de innovación en una empresa multinacional del sector forestal. Se mostrará a partir de este caso las diferencias que existen en cuanto a la vinculación y el flujo de información con diferentes actores en la red de conocimientos entre proyectos que podríamos denominar incrementales (incorporación de tecnología y conocimiento en la instalación de un nuevo vivero) y los que, en línea con la literatura, podrían llamarse de innovación avanzada o radical (programa de desarrollo genético). La hipótesis de partida es que los proyectos del primer tipo estarán relacionados a vínculos discretos y con la generación de conocimiento a partir fundamentalmente de la interacción con proveedores y otros actores del sector privado nacional e internacional, mientras el segundo surgirá del resultado de un intercambio continuo, en cuyo entramado institucional participarán con mayor peso agencias de investigación y universidades, y otros agentes locales y regionales.

Los autores agradecen de forma muy especial la colaboración de UPM Forestal Oriental y en particular del Ing. Agr. Federico Rey, jefe de Viveros de dicha empresa, sin la cual este trabajo no hubiera sido posible. También la colaboración y tiempo de los distintos entrevistados, cuya lista aparece al final de este informe y los comentarios de Valeria Arza y la asistencia de Maren Vairo. La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá), en el marco del proyecto “Pequeñas y medianas empresas, creación de empleo y sostenibilidad: Maximizando las oportunidades del auge de los commodities en América del Sur”. Además, contó con el apoyo de Pérez-Guerrero Trust Fund for South-South Cooperation, Group of 77, Naciones Unidas, en el marco del proyecto “Integración regional e infraestructura para el desarrollo en América Latina”.

ESTUDIO PAÍS N° 4: URUGUAY

Innovación y redes de conocimiento: el caso de una empresa del sector forestal en Uruguay

Diego Aboal, Flavia Rovira y Federico Veneri
CINVE



1 - INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años, la actividad forestal uruguaya ha tenido un crecimiento sostenido, y los productos derivados de esta actividad se han posicionado crecientemente como una fuente importante de divisas a partir de las exportaciones. En 2012, se ubicaron como el tercer rubro más importante de exportación luego de la carne y la soja, y se prevé que próximamente la producción forestal pasaría a constituir el primer producto de exportación del país.¹ El sector se caracteriza por un dinamismo productivo y exportador que configuran un ambiente auspicioso para las inversiones y esfuerzos de innovación tecnológica y organizacional.

En el caso uruguayo, las actividades y los activos del sector se concentran en la fase primaria de la cadena de valor y en la primera etapa de transformación industrial (Anlló *et al.*, 2013), siendo la primera el foco de estudio de este trabajo. Gran parte de los esfuerzos innovativos en esa etapa se destinan a la adaptación a condiciones locales tanto de tecnologías como de insumos traídos del exterior, en este último caso mediante la mejora genética para adaptar las especies importadas a las condiciones climáticas nacionales. La mejora genética en el sector forestal es más costosa e incierta respecto a sectores agrícolas cuya producción responde a ciclos más cortos, por lo tanto se realiza un importante esfuerzo innovativo en los procedimientos y tecnología para asegurar la transmisión de material genético óptimo mediante generación de híbridos, micropropagación y clonación.²

En Uruguay es evidente la inexistencia de un entramado institucional para el desarrollo de innovaciones y nuevo conocimiento en este sector, al menos con la profundidad con la que se puede ver en otros sectores agrícolas del país. Existen iniciativas para poder consolidar estas redes de cooperación para temas de innovación, pero aún son incipientes. Por otra parte, uno de los desafíos más importantes que deben enfrentar las empresas del sector forestal en materia de innovación se vincula a la variabilidad climática. Ambos aspectos motivan este trabajo, y en particular el estudio de caso que analizaremos a partir de la sección 4.

El objetivo de este trabajo está en línea con el estudio de Totdling (2009), quien analiza en qué medida los diferentes tipos de innovación dependen de fuentes de conocimiento y vínculos específicos. Las innovaciones más avanzadas por un lado

1. Uruguay XXI (2013).

2. En el estudio de Anlló *et al.* (2013) se afirma que en el caso de las mejores genéticas por parte de las empresas, "la integración vertical, el secreto comercial y los contratos proveen las condiciones necesarias de apropiabilidad para que inviertan en actividades de reproducción".

pueden estar basadas en conocimiento científico generado en universidades y en organizaciones de investigación; tal conocimiento es habitualmente intercambiado en forma de interacciones personales a nivel local o regional. Las innovaciones incrementales y la adopción de nuevas tecnologías, por otro lado, tienden a ocurrir generalmente en interacción con socios del sector empresarial, y son según Feldman (2000) uno de los mecanismos más importantes de transferencia de tecnología a nivel internacional, lo que permite anticipar un entramado de actores más dispersos geográficamente. Asimismo, en el sector productivo, el rol de los clientes es muchas veces determinante de sus actividades de innovación, e incluso lo es más el rol de competidores en el mercado local en las actividades de innovación (Porter, 1998; Malmberg y Maskell, 2002).

Más precisamente, este estudio tiene como objetivo fundamental analizar las redes de conocimiento generadas en torno a las actividades de innovación en una empresa multinacional del sector forestal. Se intentará ilustrar a través del análisis de este caso de estudio si existen diferencias, en cuanto a la vinculación y el flujo de información con diferentes actores en la red de conocimientos, entre proyectos que podríamos denominar *incrementales* (incorporación de tecnología y conocimiento en la instalación de un nuevo vivero) y otro que, en línea con la literatura, podría llamarse de *innovación avanzada o radical* (el programa de desarrollo genético).³ La hipótesis de partida es que los proyectos del primer tipo estarán relacionados a vínculos discretos y a la generación de conocimiento a partir fundamentalmente de la interacción con proveedores y otros actores del sector privado nacional e internacional, mientras el segundo surgirá del resultado de un intercambio continuo, en cuyo entramado institucional participen con mayor peso agencias de investigación y universidades, y otros agentes locales y regionales.

Para la identificación del caso de estudio, se mantuvieron entrevistas con el organismo público rector de la actividad forestal: la Dirección General Forestal perteneciente al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, y con el Ministerio de Industria, Energía y Minería. De estas primeras entrevistas exploratorias se dedujo que si bien existe un entramado institucional que abarca tanto a entidades públicas como privadas y de investigación, y un ámbito creado para la articulación entre los diferentes agentes -el Consejo Sectorial Forestal-Madera (CSFM)- las principales innovaciones llevadas a cabo dentro del sector se dan por fuera de este marco, al interior de las grandes empresas y en algunos casos en forma

3. Estos términos los usamos de forma poco precisa en el documento. Sin embargo, entendemos por innovación incremental aquella vinculada al vivero Santana que contribuye a la productividad en el marco de mejoras continuas de la empresa, mientras que por innovación radical entendemos la introducción de nuevas especies (en particular la introducción del *Eucaliptus Dunnii*) que implica cambios radicales no solo en la productividad sino también en los procesos de producción de la empresa.



conjunta con instituciones académicas y de investigación, en particular con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Actualmente, el material genético desarrollado por INIA es utilizado principalmente por los pequeños productores forestales, mientras las grandes empresas tienen su propio programa de reproducción.

El caso de estudio elegido incluye como actor central a una de las grandes empresas del sector forestal a nivel nacional e internacional (UPM), cuya actividad de explotación de recursos naturales se encuentra integrada verticalmente a la etapa industrial de la firma multinacional. En particular se estudiarán las redes de conocimiento generadas alrededor del proyecto de *maximización de la productividad forestal en zonas frías* llevado adelante por UPM Forestal Oriental.⁴ Al interior de este caso de estudio, el interés se centra en dos proyectos innovativos: la instalación reciente de un vivero y el programa de mejoramiento genético, que tiene un carácter más permanente. La elección de estos dos proyectos dentro del caso de estudio, tiene la intención de aportar evidencia empírica -para un caso de producción de recursos naturales en Uruguay- sobre algunas de las preguntas que se plantean en la literatura, como fue mencionado anteriormente.

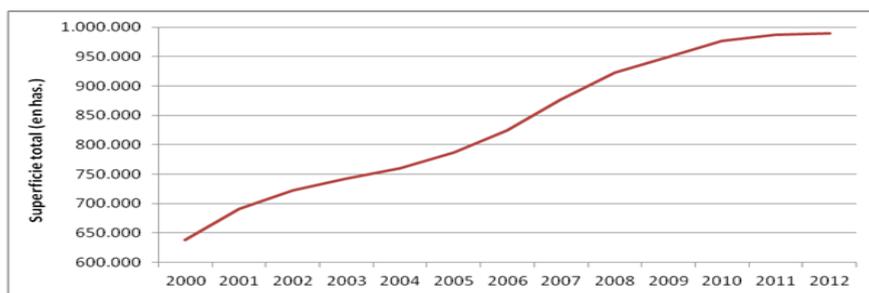
El trabajo tiene la siguiente estructura. En la sección 2 hacemos una breve caracterización del sector forestal en Uruguay. En la sección 3, con el objetivo de analizar los patrones de comportamiento innovador en el sector forestal, se abordará, en base a datos de la Encuesta de Innovación Agropecuaria, el análisis de los tipos de actividades de innovación desarrollada, los resultados e impactos percibidos por los productores, los obstáculos a la innovación, los recursos humanos dedicados al rubro y las estrategias de vinculación para la innovación. En la sección 4 se describe la metodología seguida en el estudio de caso. En la sección 5 se describe el caso de estudio. En la sección 6 se caracterizan los actores de la red y el tipo de vínculo que se establece, así como sus motivaciones. En la sección 7 se identifica el rol particular que tiene la empresa en la red y las potencialidades de derrames al sector y otros sectores. Finalmente, en la sección 8 se concluye.

4. Un programa análogo es realizado en el vivero de la empresa Montes del Plata.

2 - EL SECTOR FORESTAL

El sector forestal ha tenido un crecimiento sostenido en producción en los últimos 20 años. En 2012 la superficie de bosque plantada con destino industrial fue cercana al millón de hectáreas (6% de la superficie agropecuaria total de Uruguay), a lo que se le suman 750.000 de bosque nativo.

Figura 1. Superficie forestada, en hectáreas. Uruguay, período 2000-2012.



Fuente: Dirección General Forestal, MGAP.

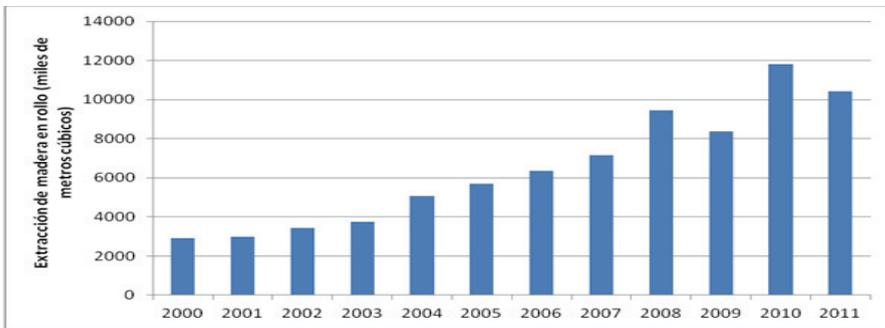
Por su parte, conforme con el crecimiento en la superficie forestada, los últimos años han asistido a un proceso de crecimiento en la extracción de madera en rolo. Así, mientras la extracción era de aproximadamente 3 millones de metros cúbicos en el año 2000, dicho rubro ascendía a 10 millones de metros cúbicos en el año 2011, con lo que la extracción se multiplicó por más de 3 en el período 2000-2011.

El principal destino de la madera en rolos extraída es la producción de pulpa de madera (64% del volumen en 2009), y los otros destinos son la producción de chips (16%), madera aserrada (14%), y exportación de rollizos pulpables y aserrados (6%).

Las exportaciones de productos de base forestal han tenido un crecimiento importante en los últimos 10 años y en particular a partir de 2007 (Figura 4). En 2012 se exportaban productos de base forestal por 1103 millones de dólares, de los cuales 72% provenían de UPM. Dicho nivel de exportación colocaba a los productos forestales como el tercer producto más exportado de Uruguay (luego de la carne y la soja). No obstante, una vez comenzada la producción de Montes del Plata en 2013, se estima que dicha empresa genere ingresos por exportaciones de 729 millones de dólares (según Uruguay XXI, 2013), con lo que la producción forestal pasaría a constituir el primer producto de exportación del país.⁵

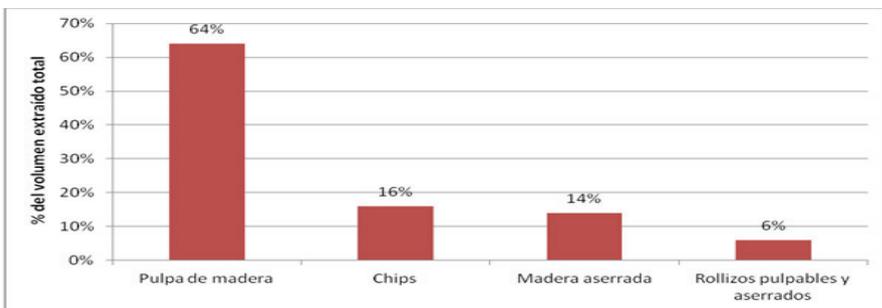
⁵ Estos datos se basan en una estimación en la que se supone que Montes del Plata exportará el 75% de su capacidad productiva.

Figura 2. Extracción de madera en rolo, en miles de metros cúbicos. Uruguay, período 2000-2011.



Fuente: Dirección General Forestal, MGAP.

Figura 3. Distribución de la madera en rolo por destino productivo. Año 2009



Fuente: Dirección General Forestal, MGAP.

Este rubro se caracteriza por una trayectoria de expansión reciente y con ciertas fortalezas en torno a tres aspectos de la fase productiva. Estas fortalezas son: (i) las ventajas comparativas en la producción primaria con suelos con aptitud forestal y área disponible de expansión, (ii) un marco legal e institucional favorable, (iii) la existencia de iniciativas privadas que fomentan la actividad forestal (Mantero *et al.*, 2008).

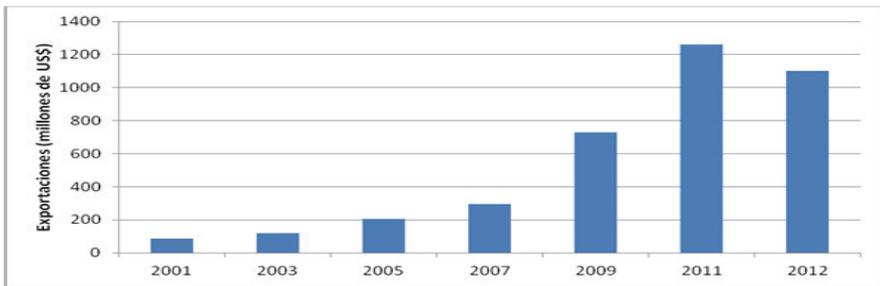
En el análisis de crecimiento de productividad agropecuaria realizado por Bervejillo *et al.* (2011), se concluye que el mismo está explicado en mayor medida por las actividades agrícolas (cultivos) y forestales.

El período de referencia para la Encuesta de Innovación Agropecuaria (EIA) (2007-2009), cuyos resultados para el sector forestal se comentarán en la próxima sección,

se caracteriza por un dinamismo productivo, de plantaciones y exportador que configuran un ambiente auspicioso para las inversiones y esfuerzos de innovación tecnológica y organizacional.

La crisis financiera internacional de 2008, si bien despertó alerta en este rubro por la posible reducción de la demanda internacional de los productos de base forestal como madera aserrada, no se tradujo en un deterioro en los indicadores de exportación.

Figura 4. Exportación de productos de base forestal. Uruguay, período 2001-2012.



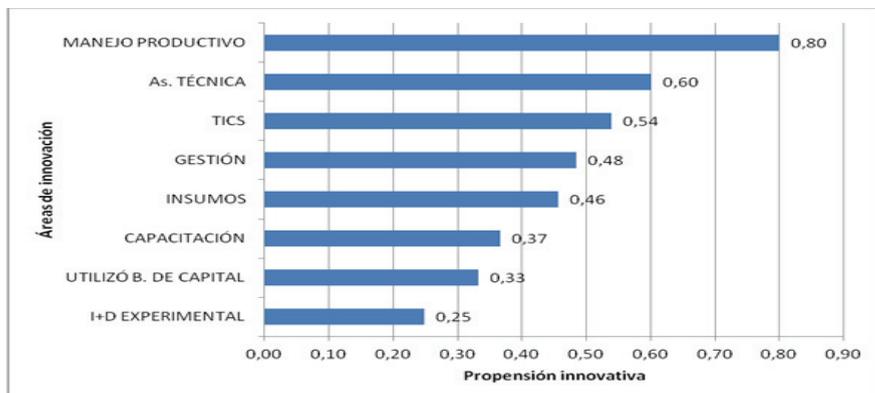
Fuente: Dirección Nacional de Aduanas, Uruguay.

3 - LA INNOVACIÓN EN EL SECTOR FORESTAL⁶

En esta sección, en base a datos de la EIA, se hace una descripción de la performance en materia de innovación del sector forestal en Uruguay. El análisis se realiza en base a las respuestas de 64 establecimientos pertenecientes a una muestra de 80, representativa de una población de 773 en el sector. La descripción que se presenta a continuación utiliza los datos expandidos de la encuesta.

La Figura 5 muestra las áreas en las que las empresas realizaron al menos una actividad de innovación en el período 2007-2009.⁷ La propensión innovativa fue superior a 0,40 en la mayoría de las áreas relevadas con excepción de *Capacitación, Bienes de Capital e I+D* —donde la propensión innovativa fue de 0,37; 0,33 y 0,25 respectivamente—.

Figura 5. Áreas de innovación realizadas por las explotaciones forestales, 2007-2009.



Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

La propensión innovadora de las explotaciones forestales es de 0,27 (Tabla 1). La misma se computa como la proporción de explotaciones que consideran que las actividades de innovación realizadas implicaron cambios en productos, procesos, organización interna, o comercialización.⁸

6. Esta sección está basada en el análisis realizado por investigadores de Cinve para la ANII (Mondelli *et al.*, 2012). A diferencia de dicho estudio, acá utilizamos los datos expandidos. El texto de Mondelli *et al.* (2012) fue reescrito allí donde era necesario para acomodarlo a las nuevas cifras que implicaba el utilizar los datos expandidos.

7. Las áreas de innovación están compuestas por una serie de actividades de innovación.

8. Es importante aclarar que las preguntas sobre resultados de innovación fueron realizadas únicamente al 50% de las explotaciones (las cuales incorporaron por primera vez al menos una actividad de innovación entre 2007 y 2009).

El tipo de innovación predominante fue el de *innovaciones en procesos* (0,25), seguido por *innovaciones en la organización interna* de la explotación (0,13), *innovaciones en comercialización* (0,10) e *innovaciones en productos* (0,06). La menor propensión hacia innovaciones en productos puede deberse al mayor ciclo biológico y, por lo tanto, al mayor tiempo necesario para la obtención de resultados.

Tabla 1. Conducta innovadora de las explotaciones. Forestal, período 2007-2009.

Conducta Innovadora	Propensión innovadora de las explotaciones
- Propensión innovadora	0.27
En productos	0.06
En procesos	0.25
Organizacional	0.13
De comercialización	0.10
Sólo tecnológicas	0.12
Sólo no tecnológicas	0.02
Tecno-no tecno	0.13
Integrales	0.02

Notas: (i) Propensión *innovadora* se calcula como la proporción de explotaciones que consideran que las actividades de innovación realizadas implicaron cambios en productos, procesos, organización interna o comercialización. Esto es, que respondieron afirmativamente a si *las actividades de innovación dieron como resultado alguna de las siguientes opciones: la incorporación de procesos nuevos o significativamente mejorados; cambios significativos en la organización interna (gestión); cambios significativos en la comercialización; productos nuevos o significativamente mejorados.* (ii) Propensión *innovadora sólo tecnológica* se calcula como la proporción de explotaciones que en el período considerado indican que las actividades de innovación realizadas implicaron cambios en productos y/o procesos. *No tecnológica*: en organización interna y/o comercialización. *Tecno-no tecno*: en producto y/o procesos y en organización y/o comercialización. *Integrales*: en los cuatro tipos (en productos, procesos, organización interna y comercialización).

Fuente: CINVE en base a datos de la EAI (2007-2009), ANII.

Cuando se evalúan los desempeños en más de un tipo de innovación, se tiene que la propensión hacia *innovaciones sólo tecnológicas* (en productos y/o procesos) fue de 0,12; mientras que la propensión hacia *innovaciones no tecnológicas* (en organización y/o comercialización) es marginal (de 0,02). La propensión hacia hacer ambos tipos de innovaciones es de 0,13; esto capta a las explotaciones que innovaron en producto y/o procesos y en organización y/o comercialización; en tanto la propensión hacia *innovaciones integrales* (es decir que realizaron los cuatro tipos de innovación) fue de 0,02. Estos últimos indicadores revelan que no son frecuentes en el rubro las habilidades para generar resultados innovadores en aspectos tecnológicos y no tecnológicos simultáneamente.

Para profundizar en el análisis del comportamiento innovador de las explotaciones forestales, se distingue las mismas según estrato de tamaño (tabla 2). La proporción

de explotaciones cuyas actividades de innovación efectivamente han derivado en resultados aumenta con el tamaño de la explotación (0,16 en las pequeñas, 0,42 en las medianas y 0,49 en las grandes).

Asimismo, el aumento de propensión innovadora con el tamaño de la explotación se registra para todos los tipos de innovación. Del mismo modo, las capacidades para conjugar resultados en aspectos tecnológicos y no tecnológicos a la vez, resultan evidentemente crecientes con la escala de la explotación.

Tabla 2. Conducta innovadora según tamaño de la explotación. Forestal, período 2007-2009.

Conducta innovadora	Propensión innovadora según tamaño		
	Pequeña	Mediana	Grande
- Propensión innovadora	0.16	0.42	0.49
En productos	0.02	0.11	0.13
En procesos	0.13	0.42	0.49
Organizacional	0.08	0.17	0.45
De Comercialización	0.06	0.14	0.40
Sólo tecnológicas	0.05	0.23	0.34
Sólo no tecnológicas	0.03	0.00	0.00
Tecno-no tecno	0.08	0.19	0.45
Integrales	0.00	0.06	0.25

Nota: El tamaño de la explotación se define de acuerdo al número de hectáreas forestadas: pequeña, aquella con menos de 100 há forestadas; media, entre 100 y 1000 há forestadas; y grande, más de 1000 há forestadas.

Fuente: CINVE en base a datos de la EIA (2007-2009), ANII.

La tabla 3 presenta la conducta innovadora según origen del capital (nacional o extranjero). Para las explotaciones de origen nacional, la propensión *innovadora* fue de 0,23. Los resultados son un tanto superiores para las explotaciones con capital extranjero: la propensión *innovadora* fue de 0,46. Esta tendencia se mantiene para todos los tipos de innovaciones, excepto para las *innovaciones integrales*, en las cuales las explotaciones nacionales tienen mejores desempeños. UPM, que será objeto de estudio en las próximas secciones, es una empresa grande y exportadora, por tanto está dentro del grupo de empresas que más innovan en el sector en Uruguay.

Cabe aclarar que de las explotaciones relevadas, apenas 17% declaran tener participación extranjera en su capital. Aun así, dada la importante escala de las explotaciones extranjeras, éstas concentran 54% de la superficie forestada total.

Tabla 3. Conducta innovadora según origen del capital de la explotación. Forestal, período 2007-2009.

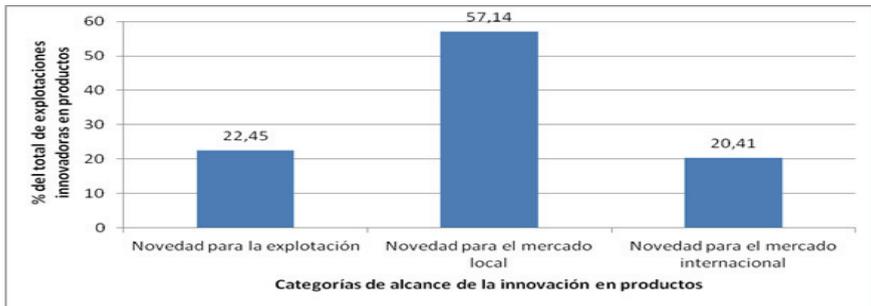
Conducta innovadora	Explotaciones con capital extranjero	Explotaciones con capital nacional
- Propensión innovadora	0.46	0.23
En productos	0.14	0.05
En procesos	0.46	0.20
Organizacional	0.14	0.13
De comercialización	0.10	0.09
Sólo tecnológicas	0.31	0.07
Sólo no tecnológicas	0.00	0.02
Tecno-no tecno	0.14	0.13
Integrales	0.00	0.03

Nota: Del total de explotaciones del rubro, 20% declara tener participación extranjera en su capital, de las cuales ocho declaran una participación del 100% del capital de origen extranjero.

Fuente: CINVE en base a datos de la EIA (2007-2009), ANII.

La encuesta permite conocer la opinión de los productores respecto al alcance de las *innovaciones en productos* realizadas. Como se mencionó anteriormente, el 6% de las explotaciones forestales declara haber tenido resultados en productos (nuevos o mejorados), de las cuales el 22% considera que dichas innovaciones son novedosas únicamente a nivel de la explotación, el 57% considera que las mismas resultan novedosas para el mercado local, y otro 20% opina que son una novedad para el mercado internacional (Figura 6). Cabe señalar que el grado de novedad para el mercado internacional observado en este rubro resulta notoriamente más elevado que lo que se verifica a nivel de otros rubros del sector agropecuario. Posiblemente, esta característica esté vinculada a la fuerte inserción exportadora que detenta este rubro, estando sujeto a exigencias provenientes de los mercados de destino.

Figura 6. Alcance de la innovación en productos. Forestal, período 2007-2009



Nota: Se releva el alcance sólo para el caso de Innovación en Productos.

Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

Los impactos más relevantes que tuvieron las innovaciones desarrolladas por las explotaciones forestales se reportan por tipo de innovación en la Tabla 4. Estos resultados revelan que los distintos tipos de innovaciones tienen impactos positivos en *rentabilidad*, *calidad del producto*, y *condiciones de trabajo*; siendo que entre el 43% y el 100% de las explotaciones consideran tener impactos positivos en estos factores. En particular, se destaca que el 100% de las explotaciones *innovadoras en productos* califican como positivos sus impactos en *rentabilidad* y *calidad del producto*.

En relación al impacto de las innovaciones en los factores de *calidad del agua y suelo*, y *manejo de efluentes*, los impactos son menores aunque igualmente relevantes (los reportan entre 14% y 50% del total de las explotaciones).

Para todos los factores relevados, las explotaciones *innovadoras no tecnológicas* son las que alegan tener menores impactos en cualquiera de ellos.

Para las explotaciones que han incorporado actividades de innovación entre 2007 y 2009 (*innovativas recientes*), los principales obstáculos percibidos fueron la *variabilidad climática* y la *inestabilidad económica*. La variabilidad climática es el principal obstáculo identificado en la mayoría de los rubros relevados y, en general, aparece identificado con alta importancia con mayor frecuencia por parte de las explotaciones relevadas. Como se analizará con más detalle en las siguientes secciones, éste es uno de los factores que explica la innovación que es objeto de estudio en este trabajo.

Tabla 4. Porcentaje de explotaciones innovadoras en cada tipo de innovación que clasifica el impacto como positivo. Forestal, período 2007-2009.

Impacto	Innovación en PROCESOS	Innovación en ORGANIZACIÓN	Innovación en COMERCIALIZACIÓN	Innovación en PRODUCTOS
Rentabilidad (Resultado económico)	76%	43%	93%	100%
Calidad del producto	54%	43%	81%	100%
Condiciones de trabajo	87%	81%	59%	63%
Calidad del agua y suelo	48%	14%	32%	47%
Manejo de efluentes	15%	14%	24%	47%
Otros factores	100%	--	--	--

Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

La inestabilidad económica puede estar asociada a la incertidumbre que enfrentaba el sector forestal, en particular, el subsector vinculado a los productos de madera aserrada, asociado a la crisis financiera internacional y consecuente perspectiva de demanda de estos productos. Un segundo grupo de obstáculos fueron la *poca información sobre la tecnología disponible*, la *infraestructura inadecuada*, el *alto riesgo y/o baja rentabilidad de la inversión*, la *escasez de personal capacitado* y las *dificultades de acceso al financiamiento*. Por otro lado, los restantes obstáculos reportados son percibidos por menos del 15% de las explotaciones, y por lo tanto se les puede asignar menor importancia relativa.

Las capacidades y habilidades de los productores y los trabajadores de las explotaciones son un aspecto relevante para incorporar prácticas innovativas y obtener resultados en las actividades productivas y comerciales. Los recursos humanos de las explotaciones relevadas fueron clasificados en el formulario en diversas categorías como profesionales y/o técnicos, personal especializado, personal no especializado, entre otros. Con base en esas categorías se reporta en la siguiente figura el comportamiento innovador según la relación de profesionales y técnicos en el total de trabajadores del rubro.

Figura 7. Factores que obstaculizan las innovaciones según conducta innovadora de las explotaciones. Período 2007-2009.



Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

El grupo de explotaciones con una proporción mayor de profesionales y técnicos en el total de recursos humanos empleados (mayor a 33%) no necesariamente tiene un mayor comportamiento innovador. En particular, este grupo parece presentar especiales dificultades en lo que refiere a la obtención de resultados en materia de innovación. Se encuentra una mayor propensión innovadora en el caso de la franja intermedia (aquellas explotaciones con una proporción de técnicos y profesionales mayor a 0% pero menor a 33%). En conjunto, estos resultados indican que otros factores diferentes del nivel de instrucción pueden estar explicando mayores diferencias en el comportamiento innovador de las explotaciones forestales.

Tabla 5. Comportamiento innovador según porcentaje de profesionales y/o técnicos en el total de recursos de la explotación. Forestal, período 2007-2009.

Porcentaje de profesionales y/o técnicos en el total de recursos de la explotación	Total explotaciones	Propensión innovadora
0%	19%	0.17
1% - 33%	33%	0.41
Más de 33%	49%	0.20
Total	100%	0.27

Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

Al analizar las estrategias adoptadas por las explotaciones forestales sobre vinculación con el sistema de innovación, se observa en primer lugar, que son las empresas innovadoras quienes muestran mayores niveles de vinculación para

todos los tipos de agentes considerados. Las explotaciones no innovadoras, por el contrario, tienen un muy bajo grado de vinculación.

Figura 8. Vínculos con el Sistema de Innovación según agente y conducta innovadora de la explotación. Forestal, período 2007-2009.



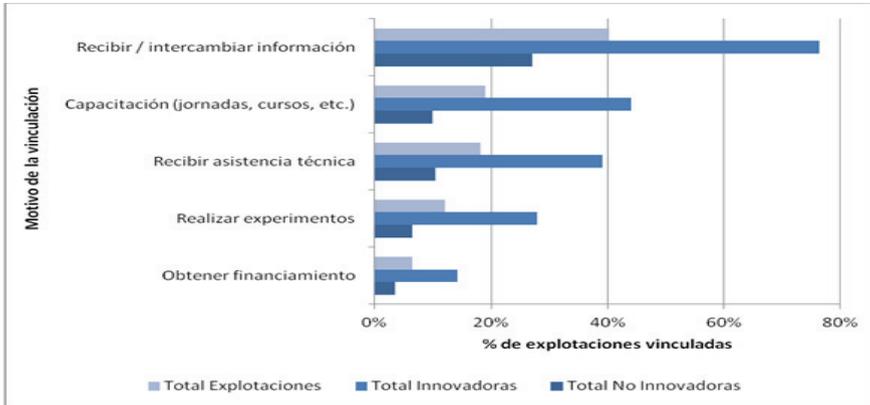
Nota: Los agentes se ordenan en el gráfico según el siguiente criterio de agrupación: vínculos verticales (*compradores* y *proveedores*), instituciones de investigación (*laboratorios públicos y/o privados*, *universidades* e *INIA*), instituciones públicas, vínculos horizontales (*otros grupos de productores*; *gremiales agropecuarias*, *soc. fomento, etc.*; *grupos CREA*; y *productores individuales*), y entidades financieras.

Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

Algunos agentes que desempeñan un rol relevante en el establecimiento de vínculos en el rubro forestal son los *productores individuales* y los *compradores*, los cuales establecieron vínculos con el 30-50% de las explotaciones forestales vinculadas.

Por otro lado, la Figura 9 muestra los motivos perseguidos por las explotaciones forestales a la hora de llevar a cabo sus estrategias de vinculación. En general, se observa que el principal motivo es *recibir/intercambiar información*, puesto que el 40% de las explotaciones vinculadas identifican a este factor como incentivo a la vinculación. Por otra parte, la capacitación, la asistencia técnica, el financiamiento y la experimentación desempeñan un papel secundario en la estrategia de vinculación del rubro.

Figura 9. Vinculación con el Sistema de Innovación según motivo de la vinculación y conducta innovadora de la explotación. Forestal, período 2007-2009.



Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

La tabla 6 sintetiza la información aportada por las dos figuras anteriores. En términos generales, se observa que las explotaciones *innovadoras* muestran niveles de vinculación mayores que las *no innovadoras*. Este resultado indica una relación positiva entre la intensidad de los vínculos establecidos con el sistema de innovación y la obtención de resultados de innovación. Además, estas diferencias registradas en el rubro forestal son mayores que en otros rubros (por ejemplo, frutales de hoja caduca, agricultura de secano).

Tabla 6. Agentes según motivo de vinculación y conducta innovadora de la explotación. Forestal, período 2007-2009.

	Recibir / intercambiar información		Capacitación (jornadas, cursos, etc.)		Recibir asistencia técnica		Obtener financiamiento		Realizar experimentos	
	NO Innovadoras	Innovadoras	NO Innovadoras	Innovadoras	NO Innovadoras	Innovadoras	NO Innovadoras	Innovadoras	NO Innovadoras	Innovadoras
<i>Vínculos verticales</i>										
Proveedores	73%	58%	63%	58%	83%	53%	75%	66%	86%	82%
Compradores	69%	52%	63%	63%	56%	59%	50%	83%	42%	91%
<i>Instituciones de investigación</i>										
INIA	37%	76%	71%	79%	61%	59%	100%	83%	100%	82%
Universidades (Fac. Agronomía, Veterinaria, etc.)	27%	61%	45%	79%	53%	65%	50%	83%	86%	100%
Laboratorios públicos y/o privados	35%	42%	36%	52%	36%	53%	25%	83%	58%	74%
Instituciones Públicas (Ministerios, Intendencias, Plan Agrop., etc.)	61%	40%	64%	32%	83%	30%	50%	66%	72%	42%
<i>Vínculos horizontales</i>										
Productores individuales	80%	79%	63%	63%	73%	59%	73%	59%	42%	42%
Grupos CREA	3%	9%	9%	16%	8%	0%	25%	0%	14%	0%
Gremiales agropecuarias, soc de fomento, etc.	23%	46%	54%	42%	25%	41%	50%	83%	42%	33%
Otros grupos de productores	65%	46%	63%	37%	53%	53%	50%	66%	86%	58%
Entidades financieras	10%	15%	27%	11%	17%	6%	75%	83%	28%	9%

Fuente: CINVE en base a datos de la Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009), ANII.

Por otra parte, se observa que los productores individuales, el INIA, los proveedores y los **compradores** surgen como las principales fuentes para el intercambio de información (declarado como principal motivo para la vinculación). En particular, se verifica una importante intensidad en la vinculación con **otros productores** para el intercambio de información, siendo estos vínculos adoptados por el 80% de las explotaciones innovadoras vinculadas. En este sentido, los vínculos forjados en este rubro adoptan cuatro principales modalidades: una de tipo “horizontal” (con productores individuales del rubro), otra “hacia atrás” (con proveedores), otra “hacia adelante” (con compradores), y otra dada por el vínculo con organizaciones de investigación (las universidades y el INIA).

A continuación se presenta un modelo econométrico⁹ que relaciona el número de actividades de innovación que realizan las empresas con una serie de factores que presumiblemente están asociados con este número. El objetivo fundamental es ver cómo distintas variables de vinculación inciden en el número de actividades de innovación realizadas por las empresas.

En la columna (1) los vínculos aparecen de forma más agregada. Allí se puede observar que los vínculos que aparecen asociados positivamente y significativamente con el número de actividades de innovación realizadas por las empresas son los vínculos horizontales, es decir los vínculos con productores individuales y con grupos de productores, y la vinculación con el objetivo de realizar investigación y desarrollo. Otras variables, como el tamaño de la empresa (aproximada por el logaritmo del número de empleados) y que el rubro principal de la empresa sea el forestal, también están positivamente asociados a la performance en materia de actividades de innovación.

Cuando abrimos las vinculaciones para captar cuáles son los vínculos que están asociados significativamente con un mayor número de actividades innovativas, se destacan aquéllos relacionados con cooperación en I+D, con otros productores o grupos de productores y con proveedores. El tamaño y el que sea rubro principal de la empresa siguen estando positivamente correlacionados con el número de actividades de innovación desarrolladas en la empresa.

La evidencia recogida a partir de la encuesta de innovación parece ser consistente con la que surgirá del estudio de caso en las próximas secciones. En particular, los vínculos con empresas del propio sector parecen ser muy importantes para la introducción de innovaciones en los establecimientos forestales. También son importantes los proveedores como fuente de innovación.

9. Modelo Poisson para datos de conteo.

Tabla 17. Actividades de innovación y tipos de vinculación para la innovación

VARIABLES	(1) Actividades de innovación	(2) Actividades de innovación
Tamaño	0.0973*** (0.0298)	0.0868*** (0.0313)
Propiedad extranjera	0.198 (0.163)	0.110 (0.195)
Financiamiento público	-0.0536 (0.238)	-0.122 (0.246)
Cooperación I+D	0.277* (0.151)	0.455** (0.187)
Vinc. productores ind.		0.259* (0.133)
Vinc. grupo productores		0.671*** (0.163)
Vínculo proveedores		0.342** (0.162)
Vínculo clientes		-0.113 (0.184)
Vínculo INIA		0.0101 (0.153)
Vínculo universidades		-0.0582 (0.220)
Vínculo laboratorios		-0.00354 (0.172)
Vínculo sect. pub.	0.186 (0.118)	0.191 (0.145)
Es rubro principal	1.444*** (0.330)	0.794*** (0.301)
Productores profesionales o técnicos	-0.0948 (0.159)	-0.0641 (0.195)
Profesionales/Total empleados	-0.286 (0.246)	-0.238 (0.283)
Trab. especializados/Total empleados	-0.0272 (0.277)	0.251 (0.324)
Vínculos inst. Científicas	0.221 (0.166)	
Vínculos verticales	0.127	



	(0.145)	
Vínculos horizontales	0.846***	
	(0.230)	
Vínculos sect. financiero	-0.0665	
	(0.158)	
Constante	-0.643**	0.0638
	(0.288)	(0.240)
Observaciones	62	62
Errores estándares robustos entre paréntesis.		
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

4 - METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CASO

El trabajo de relevamiento de los actores principales del sector forestal en Uruguay, del marco institucional, de los casos innovativos y la revisión bibliográfica aplicada al sector forestal se llevó a cabo entre los meses de noviembre y diciembre de 2013.

A partir de este relevamiento, en enero de 2014 se mantuvieron entrevistas exploratorias con el organismo público rector de la actividad forestal: la Dirección General Forestal perteneciente al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, y con el Ministerio de Industria Energía y Minería. Como consecuencia de estos intercambios, se obtuvo información sobre algunas actividades de innovación en el sector que estaban siendo llevadas a cabo por las empresas forestales más grandes y que podrían ser de interés para analizar las redes de generación de conocimiento.

De esta forma se coordinó una reunión con representantes de UPM-Forestal Oriental¹⁰, para identificar dentro de los proyectos innovativos recientes, cuál podría adaptarse al objetivo de este trabajo. Se seleccionó el proyecto de instalación del Vivero de Santana debido por un lado a su impacto en la capacidad de producción de la empresa, por otro a que para su diseño, construcción y puesta en funcionamiento se requirió de interacción con varios agentes locales e internacionales generando condiciones propicias para el derrame de conocimiento hacia el sector y otros sectores, y finalmente porque el proceso implicó no sólo innovación material sino también capacitación en el área de influencia del vivero (que se caracteriza por ser una zona rural cuya actividad giraba en torno a otras actividades agrícolas, mayormente zafrales y con un porcentaje alto de masculinización de la fuerza laboral).

Con este proyecto definido, el equipo de trabajo concurrió a las instalaciones del nuevo Vivero en Guichón, y mantuvo una nueva entrevista con los responsables directos¹² para conocer con mayor profundidad el caso de estudio, que hasta entonces era la instalación del Vivero de Santana. Al entender el impacto del nuevo vivero en la actividad de la empresa, su aporte a la cadena de producción y fundamentalmente, las motivaciones que llevaron a su construcción, pareció evidente que el nuevo vivero es un hito (muy importante) en un proyecto más amplio dentro la empresa.

10. Entrevista con Alberto Brause, director de Relaciones Corporativas y Desarrollo de Negocios de UPM-Forestal Oriental.

11. Forestal Oriental es propiedad de UPM y se encarga básicamente de las actividades relacionadas a la fase primaria de la producción.

12. Entrevista con Ricardo Methol, Gerente de Desarrollo Técnico y Planeamiento y con Federico Rey, Jefe de viveros.

Por lo tanto, con el fin de obtener un panorama más profundo y no únicamente de un hito, se decidió tomar como proyecto de estudio la maximización de productividad forestal en zonas frías, que involucra un proceso de innovación continuo y de largo plazo y uno más puntual. El primero de ellos es el programa de mejoramiento genético de la empresa (para adaptar y mejorar las especies al clima frío uruguayo) que es una actividad que se realiza tanto en campo como en el laboratorio de micropropagación del Vivero San Francisco. En particular nos centramos en las investigaciones que condujeron a la introducción en el país de una nueva especie de eucaliptus (el eucaliptus *Dunnii*) que logra un buen desempeño en zonas frías. El segundo es la instalación del Vivero Santana. Ambos son, para los efectos de este trabajo, parte del caso de estudio¹³ y se consideran como una misma unidad.

A partir de esta entrevista inicial, se solicitó a la contraparte un listado de todas las instituciones y empresas directamente vinculadas al proyecto, esto es todas aquellas instituciones con las que hubo un intercambio de conocimientos en la etapa de instalación del vivero y las que se han vinculado directamente con la empresa para el programa de mejoramiento genético (que en algunos casos coinciden con las anteriores). De esta forma, el límite de los vínculos directos de la red fue establecido en los hechos por la propia empresa.

Con la recepción del listado de las 23 empresas vinculadas directamente se cerró la etapa de entrevistas en profundidad, que abarcó el período de enero y mitad de febrero. Esto dio inicio al trabajo de campo mediante entrevistas semi-estructuradas, que abarcó los meses de marzo y abril.¹⁴

Si bien se hicieron varios intentos para obtener respuesta de las 23 empresas de la red centrada o primaria (se llama en adelante con estos términos a las empresas de la lista original de contactos de UPM-Forestal Oriental), se concretaron entrevistas presenciales o vía telefónica con 17 de ellas¹⁵.

Estas instituciones a su vez fueron consultadas sobre los vínculos con el resto de los actores de la red centrada, y sobre vínculos con otras empresas o instituciones fuera de dicho círculo, con la restricción de que estuvieran relacionados al proyecto de mejora genética de la especie *E. Dunnii* o instalación del Vivero Santana, ya ambos conforman el caso de estudio.

13. En la sección siguiente se explica cómo se insertan el programa de mejoramiento genético y la instalación del Vivero Santana en el programa de maximización de la productividad forestal en zonas frías.

14. Sobre el final del trabajo y luego de finalizado el estudio de campo, fue informada una empresa más, responsable del montaje del Vivero. Esta empresa no fue contactada para entrevistas pero sí se agregó a la última versión de la red.

15. El listado de empresas entrevistadas se presenta en el Anexo.

La anexión al listado original de los nuevos actores nombrados por las 17 instituciones que conforman la red centrada permitió definir una red ampliada, integrada por 48 agentes nuevos, es decir que vincula en total a 65 instituciones o empresas. Debe señalarse que estos nuevos agentes no fueron entrevistados, sino que únicamente se relevó el tipo de actividad que desempeñan, y la conexión únicamente con la institución que los nombró en la mayoría de los casos¹⁶. Esto significa que la red ampliada no refleja los posibles vínculos que tienen los 48 actores adicionales, tanto entre ellos como con los demás agentes de la red primaria, y como consecuencia, en las próximas secciones el énfasis no se pone sobre esta red, sino sobre la red centrada.

16. En algunos casos específicos, la institución que nombró a los actores vinculados (fuera del listado original) también hizo explícito el vínculo entre estos actores secundarios, lo que se reflejó en la red construida, pero esto fue la excepción, e incluso en estos casos la información es incompleta y únicamente a través del testimonio del actor entrevistado, que puede ignorar otros tipos de vínculos.



5 - DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio seleccionado refiere a dos actividades de innovación asociadas al objetivo de *maximización de la productividad en la etapa primaria de la actividad forestal* realizadas por UPM Forestal Oriental. Los esfuerzos de innovación en un país en el que la actividad forestal no está concentrada en la tala de bosques naturales, sino en plantaciones introducidas con fines productivos, se destinan en gran parte a la adaptación de especies traídas del exterior a las condiciones locales.

Como parte de este proceso, pero con un objetivo más amplio (optimizar la calidad/cantidad de materia prima forestal para los siguientes eslabones de la cadena), el mejoramiento genético permite la identificación y reproducción de especies cuya madera tiene características de excelencia debido a su mayor densidad y rendimiento pulpable, así como resistencia al frío y enfermedades.

Los ciclos de producción en la forestación son mayores a los de otro tipo de plantaciones, por lo cual el trabajo de mejoramiento genético debe realizarse tempranamente a partir de estudios que anticipen la calidad de la madera paralelamente al seguimiento de los árboles en los campos de ensayo de la empresa, en los que existe un sistema de trazabilidad que permite evaluar la calidad de los árboles maduros que son entregados a planta. En la figura 10 se resume el esquema de la cadena forestal y cómo se inserta el proceso de mejoramiento genético.

El mejoramiento genético a través de híbridos y clones tiene un componente importante de trabajo en campo en el caso de estudio (500 a 600 hectáreas de ensayo). Las etapas de este proceso se pueden presentar como: identificar la especie que se va a poner a ensayo,¹⁷ establecer poblaciones de cría, identificar los mejores padres, realizar cruzamientos mejorados (híbridos), seleccionar las descendencias de esos cruzamientos (candidatos a clones), identificar aquellos árboles superiores como clones, y finalmente la evaluación clonal. En estas etapas hay una continua interacción con los laboratorios para examinar la potencialidad y calidad de la madera.

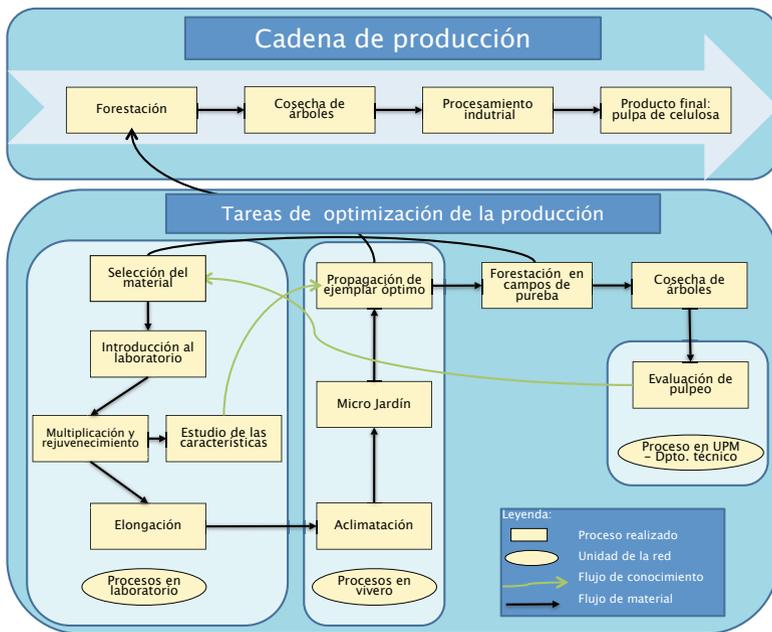
La Tabla 17. representa esquemáticamente este proceso. La figura 11 brinda información adicional de cada etapa.

17. De hecho, en estas pruebas hace 20 años Forestal Oriental descubrió que la especie de eucalipto *Dunnii* podría adaptarse a las condiciones uruguayas, siendo que hasta entonces esta especie no estaba en la Ley Forestal.

La micro-propagación se compone de un conjunto de técnicas mediante las que un tejido u órgano vegetal se cultiva asépticamente en un medio de composición química definida y se incuba en condiciones ambientales controladas (ver Figura 11). Esta técnica permite alcanzar incrementos exponenciales, permitiendo mayor volumen en un corto período de tiempo y en un espacio reducido.

La micro-propagación no cambia la genética del material. Es una técnica que permite reducir el tiempo desde la selección del árbol, hasta llevarlo a la fase comercial. Para llevar a la fase comercial hay que producir cientos de miles de plantas madres y, dado que en un principio la curva de propagación es muy chata, ésta permite acelerar la propagación final del árbol. Esto se logra a partir del manejo de hormonas, por las que el árbol deja de comportarse como un árbol (que crece recto hacia arriba) y se transforma en un arbusto, lo que produce muchos brotes, y eso permite aumentar la tasa de propagación –de una planta se pueden hacer 10 en aproximadamente un mes, y así continuar exponencialmente–.

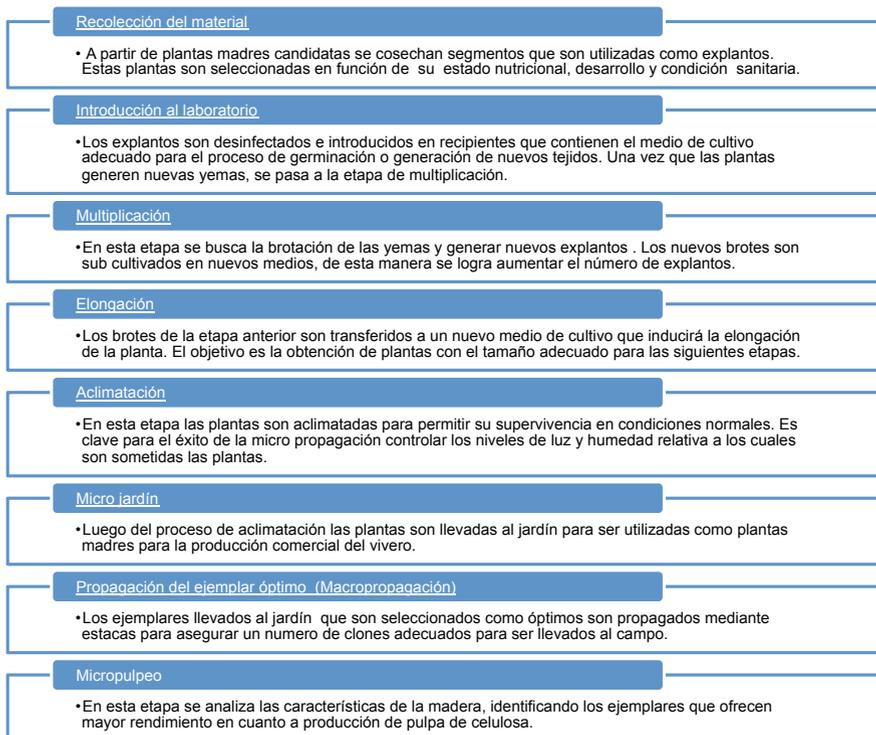
Figura 10. Esquema de la cadena forestal y proceso de mejora



Los nuevos brotes se transfieren a un medio de cultivo nuevo, con diferente balance hormonal, lo que induce nuevamente a una elongación. Finalmente, en la etapa de aclimatación, las plantas micropropagadas se adaptan al ambiente donde crecerán.

Una vez que se selecciona el clon final, la premultiplicación anticipada asegura que exista una cantidad razonable de plantas madres para el proceso de reproducción por estacas, es decir que gracias a la tarea de micropropagación en laboratorio se puede llevar al vivero varios miles de plantas. En el vivero, el objetivo central es, a partir de los clones de las plantas madres seleccionadas, generar miles de plantines, que éstos enraícen y que estén lo suficientemente desarrollados para llevarlos posteriormente al campo donde están las plantaciones de la empresa.

Figura 11. Esquema de las etapas del proceso



Un aspecto importante para potenciar el enraizamiento en el vivero es que los plantines deben ser fisiológicamente jóvenes, mediante la producción de nuevos brotes el laboratorio de micropropagación cumple con el rol de rejuvenecimiento de material. Adicionalmente la utilización de contenedores adecuados para la propagación y el control de los factores ambientales en la etapa de aclimatación juegan un rol fundamental para asegurar una mayor tasa de enraizamiento.

Para analizar el proceso que desencadenó las innovaciones antes mencionadas es necesario establecer el orden cronológico de los acontecimientos relevantes. La Figura 12 presenta esquemáticamente los hitos y actores involucrados; a continuación se describe brevemente los principales puntos.

El programa de mejoramiento genético de la empresa comenzó en 1990, tres años después de aprobada la Ley Forestal,¹⁸ cuando Shell y UPM_Kymmene crearon la empresa Forestal Oriental. En 1991 se instala el vivero San Francisco en Paysandú. El proyecto de mejoramiento genético tenía un alto componente de innovación, y desde su instalación la empresa comenzó con la introducción de nuevas especies.

En 1997 la empresa concretó un primer convenio con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Departamento de Micropropagación). El objetivo de este convenio era agregar a la selección propia que existía en Uruguay nuevo material traído del exterior. Por motivos de cuarentenarios los clones propagados eran recibidos in vitro. Una segunda etapa del convenio se centró en el rejuvenecimiento de los materiales de Forestal Oriental en los que la empresa tenía interés en mejorar su enraizamiento.

Adicionalmente la empresa inició los contactos con los departamentos forestales de INIA y de la Facultad de Agronomía. Con el primero se llevó a cabo la categorización del material genético, investigaciones en sanidad forestal y transferencia tecnológica en temas de biomasa. En el segundo caso el vínculo fue principalmente con investigadores y para tareas puntuales. La empresa también puso a disposición de los estudiantes de la universidad los campos experimentales y el vivero para estudios de tesis y otras investigaciones.

El vivero San Francisco comenzó la producción clonal en el año 1997 al tiempo que se asentaban los vínculos con empresas brasileñas que utilizaban dicha técnica en sus viveros: Fibria y Suzano. El contacto con estas empresas continúa hasta la actualidad, habiendo existido un proceso que comenzó con visitas e intercambios

¹⁸ Ley N° 15.939.

de conocimiento y más adelante, en el año 2009, se formalizó al compartir con estas empresas (y otras 20 empresas más, incluyendo la uruguaya Montes del Plata¹⁹), proyectos de investigación en temas de clonación y otros en el marco del convenio con el IPEF de Brasil (Instituto de Pesquisas e Estudos Forestais, luego daremos más detalles sobre este instituto).

En el año 1997-98, se toma el primer contacto con los ingenieros que luego conformarán la empresa RR Agroflorestal. Los ingenieros agrónomos, en el marco de su trabajo en el IPEF, desarrollaron el concepto de micro jardines clonales de eucaliptus en canaletas con sustrato de arena, el cual sería luego adaptado como el estándar por las empresas forestales.²⁰

En el año 2003 la empresa finlandesa Botnia compra el paquete accionario de Shell, y dos años después termina la construcción de la planta de celulosa en la ciudad de Fray Bentos. La planta incorporó un laboratorio de I+D, posibilitando que parte del trabajo de análisis de micro pulpeo, es decir la producción de celulosa en condiciones de laboratorio para caracterizar mejor la madera del árbol, se comience a realizar en el país, en lugar de enviar las muestras al laboratorio de la casa matriz.

En el año 2004, la empresa intensificó la expansión de sus plantaciones, y zonas de ensayo experimental. Para la extensión a nuevas zonas de plantación, los estudios fueron realizados por parte del equipo de planeamiento de la empresa, consultando a especialistas nacionales en geología y suelos. En esta etapa la empresa se vinculó con el asesor externo Ing. Eduardo Guerra. Entre 2004 y 2006 su vinculación con la empresa se centró en la ampliación del vivero San Francisco y posteriormente se realizó la prospección de lugares aptos para la instalación del vivero Santana.

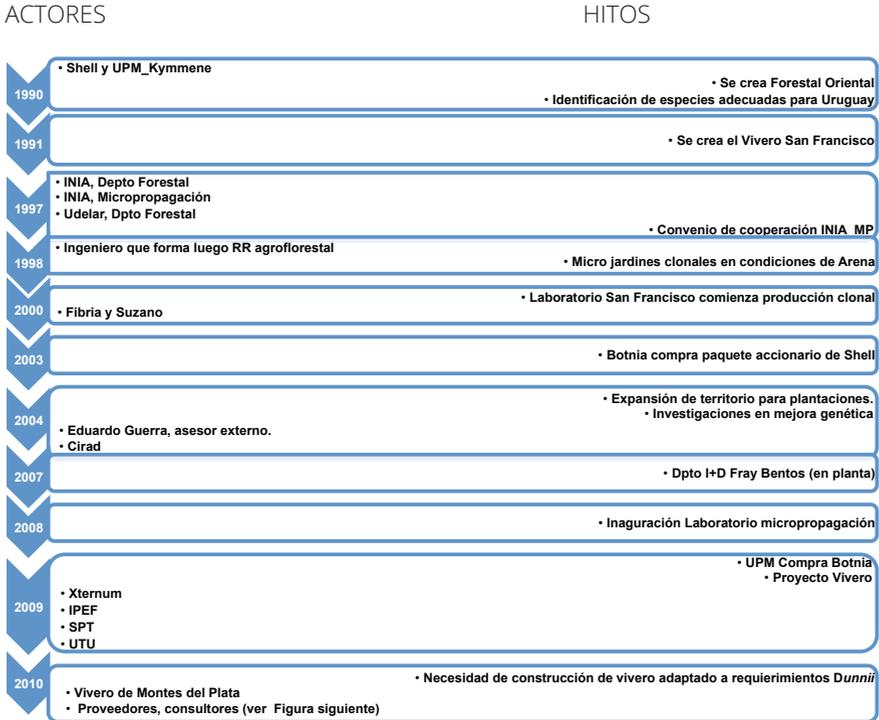
Durante 2004 se comenzó el contacto con la institución francesa Cirad, con la que se llevaron adelante investigaciones en el área de mejoramiento genético.

El proceso de ampliación de capacidad para la propagación clonal llevado adelante por la empresa tiene un hito fundamental en 2008 con la inauguración del laboratorio de micropropagación en el vivero San Francisco. Su cometido principal era el de apoyar el rejuvenecimientos de clones E. Dunnii y de esta manera mejorar el enraizamiento de los ejemplares.

19. Montes del Plata es otra empresa líder del sector forestal y única competidora de porte en el mercado nacional.

20. Esto fue parte de su trabajo de doctorado, y derivó en la apertura de una nueva empresa.

Figura 12. Cronología de hitos e ingreso de actores a la red de conocimiento generada para el desarrollo de especies forestales para zonas frías.



Con este laboratorio la empresa buscó cumplir con tres objetivos principales: la premultiplicación de clones promisorios en evaluación por el Programa de Mejoramiento Genético, el establecimiento del banco de germoplasma de clones elite, lo que permitió intercambios sanitariamente permitidos con clones de otros países y la producción de plantas madres revigorizadas y rejuvenecidas.²¹

En el año 2009, UPM compra la mayoría del paquete accionario de Botnia y el 100% de Forestal Oriental. Durante este año también comienza el contacto con una empresa consultora especialista en la gestión de recursos humanos, Xternum, para optimizar la gestión de los recursos humanos del vivero. En ese mismo año se incorporan también a la red de conocimientos una consultora chilena, especialista

21. Pilar Gasparri, UPM Forestal Oriental en el trabajo de INIA (2012).



en temas de fisiología vegetal: SPT. También en 2009 UPM se une a la red de empresas que financian la investigación en el instituto brasileño IPEF que funciona en el campus de la Universidad de San Pablo. El conocimiento generado en dicho instituto está orientado en gran parte a la aplicación al sector productivo.

Hacia el año 2010, los adelantos en materia genética como resultado de la secuencia de acciones y vínculos detallados en la figura 12, despertaron la necesidad de construir un nuevo vivero para capitalizar el programa de mejoramiento genético, permitiendo llevar los desarrollos al campo y asimismo cumplir con la escala de producción en una etapa de expansión y en pleno funcionamiento de la planta industrial. Un segundo motivo para la construcción del nuevo vivero fueron las características de la especie *E. Dunnii*, que requerían de tecnología distinta a la existente en el antiguo vivero. En primer lugar, mientras la especie *E. Grandis* permitió la obtención de semillas locales a partir de las semillas traídas desde el exterior y finalmente, luego de la selección de los mejores especímenes, se lograron obtener clones, en el caso de la especie *E. Dunnii* se pasó directamente al proceso de clonación²² para capitalizar las mejoras genéticas, ya que las semillas que se pueden adquirir en el mercado son de baja mejora genética y no aseguran los genotipos adecuados para los requerimientos de la empresa y las condiciones climáticas y de suelos nacionales.

En segundo lugar, la especie *E. Dunnii* tiene menor enraizamiento que otras especies, lo que en la práctica significaba que la empresa tenía identificados los clones, pero no estaban las condiciones dadas para lograr una propagación exitosa y llevarlos a campo.²³

La inversión del Vivero Santana fue promovida por la Ley de Inversiones y se llevó a cabo durante el año 2011 y comienzos de 2012, demandando 18 millones de dólares. La tecnología provino de varios países: los invernaderos de Francia y Brasil, el sistema de riego y control de humedad y calefacción de Israel, el sistema de envases en los cuales se desarrollan los plantines de Dinamarca, mientras el sistema de calefacción y caldera de Biomasa es nacional.

22. Fue señalado en las entrevistas que la reproducción por semillas o clones tienen ambos beneficios y perjuicios respecto al otro. En particular, la reproducción por semillas resiste más las variaciones del tiempo y los lugares nuevos, lo que le da más robustez a la propagación. Por otro lado, los clones permiten perpetuar la bondad de genotipos seleccionados, le dan uniformidad a la producción, y permiten trabajar únicamente con el primer percentil de especies en cuanto a calidad, minimizando dispersión en esta variable.

23. En el 2004 por ejemplo, la especie *Dunnii* enraizaba al 20%; a partir de la instalación del vivero Santana, el enraizamiento alcanzó al 50%, lo que significa poder llevar 2,5 veces más las nuevas especies al campo, redundando en una mayor productividad en la cadena. En 2012, a partir de la puesta en operación del vivero, se logró llevar a campo unas 2000 has. de *Dunnii* (e híbridos tipo *Dunnii*) propagados vegetativamente (por estacas).

El 90% de la innovación y la generación de conocimiento se realizó antes de poner en marcha el proyecto. En la figura 13 se resumen algunas de las principales innovaciones que involucró la construcción del vivero y la incorporación de los distintos actores a la red de conocimiento generada en torno a este emprendimiento, desde la visión del proyecto hasta su puesta en funcionamiento. En una primera etapa se debió identificar el lugar ideal para la instalación del nuevo vivero, para lo cual un equipo conformado por ingenieros de la empresa y asesores externos relevó condiciones de abastecimiento de agua y topografía en varias zonas del país. Asimismo, se contó con un trabajo de consultoría sobre el impacto social que generaría el proyecto en las posibles zonas de instalación.

En la etapa de diseño del vivero se recurrió en primer lugar al propio *knowhow* de la empresa generado por la experiencia del vivero anterior,²⁴ que se trasladó a requerimientos específicos al momento de interactuar con los proveedores y consultores. Como fue mencionado, la dificultad de enraizamiento de la especie que se produciría en este vivero obligaba a establecer la infraestructura que permitiera controlar los factores que afectan la tasa de éxito de la propagación. En términos de requerimientos para el diseño del vivero, esto se tradujo en la incorporación de un sistema de calefacción a partir de caldera, el diseño de un sistema específico de riego, entre otros aspectos.

Adicionalmente, a partir de la experiencia anterior, el diseño del nuevo vivero buscó mejorar la productividad del trabajo, reduciendo las distancias entre los distintos módulos de las instalaciones, lo que se tradujo finalmente en una reducción en cinco veces de la cantidad de metros que caminan los trabajadores del vivero por día.

Otra fuente muy importante de conocimiento provino de los vínculos informales que mantuvieron con Montes del Plata. Las empresas vivieron un proceso paralelo en la instalación de sus respectivos viveros y se buscó sinergias en particular con los proveedores, lo cual se ve reflejado en que ambas empresas comparten vínculos con proveedores.

Adicionalmente al *knowhow* propio, el vínculo con la consultora chilena especialista en fisiología (SPT) iniciado en 2009 también sirvió como insumo para el diseño del nuevo vivero a partir de un diagnóstico de problemas identificados en el vivero anterior, en particular en cuanto a los requerimientos para el nuevo sistema de riego y de nutrición.

24. Es destacable que la experiencia de más de 20 años en Uruguay en reproducción de especies forestales a través del sistema de reproducción por estaca se esté trasladando a otros países. Expertos uruguayos de la empresa están trabajando en proyectos internacionales en África.

Para el diseño del nuevo vivero se contrató un consultor brasileño que es referente en esta materia (Theobaldus Julken), el que debió adaptar la tecnología de los viveros brasileños (que son pensados para zonas cálidas) a un nuevo prototipo que fuera funcional en el clima de Uruguay.²⁵ En esta etapa hubo una importante interacción con el vivero de Montes del Plata, ya que ambas empresas construyeron viveros similares en forma casi simultánea. La interacción entre las dos empresas fue continua en todo el proceso de instalación del Vivero Santana, como se mencionará más adelante.²⁶

Una vez definido el diseño, la empresa contrató a una consultora nacional en ingeniería (CSI Ingenieros) para gerenciar la ejecución del proyecto, la que se encargó de realizar los pliegos de las licitaciones con los proveedores (Cirturboflow, Netafim y otros), así como participar en las mesas de trabajo en las sucesivas etapas de instalación. La empresa Acopema²⁷ fue la proveedora de la estructura del vivero.

Dada la relevancia del sistema de riego para la especie en la que se especializaría el vivero, en la etapa de diseño y ejecución del proyecto se puso especial énfasis en este tema. Para ello, se contrató a una empresa israelí líder (Netafim) que operó desde su filial en Argentina. La tecnología incorporada permite un sistema controlado de riego, utilizando diferentes temperaturas y sistemas de humedad del ambiente en las diferentes etapas de crecimiento del plantín. Una segunda innovación respecto al vivero anterior se relaciona a la minimización de efluentes (agua con fertilizante) que se emiten al medio ambiente, para lo cual se diseñó el sistema de forma de reutilizar el agua para riego.

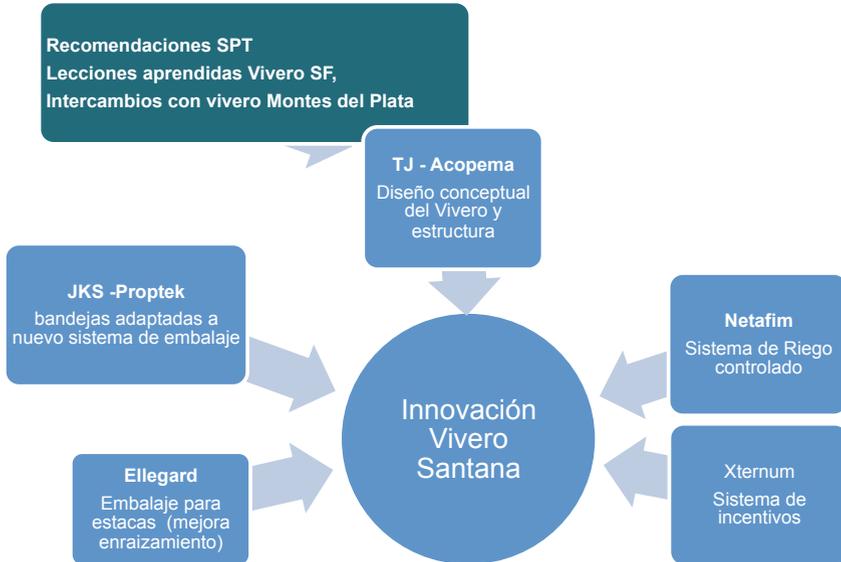
Asimismo, UPM y Montes del Plata colaboraron estratégicamente en el desarrollo de una mejora tecnológica para la etapa de macropropagación. Este desarrollo lo comenzó la segunda empresa al contratar una firma danesa (Ellegaard), inventora del sistema de producción Ellepot. El sistema permite el desarrollo radicular de los plantines; por otra parte, la automatización del procedimiento de envasado de los platines permite reducir los tiempos de trabajo así como uniformizar la producción.

25. Posteriormente, otros viveros de la zona sur de Brasil aprovecharon estos nuevos diseños para potenciar su productividad.

26. La cooperación entre ambas empresas es más amplia. Por ejemplo, durante 2012 se desarrolló un proyecto de investigación en conjunto involucrando a la Universidad de la República para analizar la distribución regional de la biodiversidad y determinar las zonas y unidades de manejo más relevantes desde el punto de vista de la conservación de las especies.

27. Empresa que no pudo ser entrevistada

Figura 13. Innovaciones introducidas a partir de la construcción del Vivero Santana, 2010-2012



Este desarrollo además implicó el diseño de una bandeja que sostuviera el papel en forma óptima, para lo cual hubo un intercambio entre las empresas uruguayas (que inició Montes del Plata), la empresa inglesa que diseñó el prototipo de la bandeja (Proptek) y el productor JKS, para llegar a un nuevo producto. La nueva bandeja producida por JKS tiene como objetivo permitir la poda en aire de las raíces, técnica que logra mejorar el enraizamiento de los plantines, al estimular el crecimiento de raíces secundarias más vigorosas mediante sucesivas podas.²⁸

En las etapas finales de la instalación del vivero, se llevó a la práctica la capacitación de recursos humanos en la zona de influencia, para lo cual la empresa firmó un convenio con Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU) a partir del contacto iniciado en 2009, creando el curso “Producción de plantines por estacas de Eucaliptus”, bajo organización y dirección conjunta de la empresa y la institución, mediante el cual se capacitaron más de 120 personas de la zona, en seis cursos teórico-prácticos de 34 horas cada uno.

Finalmente, en la etapa de producción, se introdujeron innovaciones desde el punto de vista organizativo. Se creó, en conjunto con la empresa Xternum, un tipo de contrato para las empresas prestadoras de servicio de personal tercerizado, que incentiva tanto la productividad como la calidad del trabajo.

28. Además esta técnica está catalogada como la de menor daño ambiental.



6 - RESULTADOS DESCRIPTIVOS DEL CASO ESTUDIADO

6.1 - Actores de la red

En la sección precedente se presentó en detalle el caso de estudio e indirectamente se presentaron los actores que jugaron un rol destacado en el proceso de instalación del vivero y del mejoramiento genético para maximizar la productividad en zonas frías. A partir de las entrevistas con los agentes principales surgieron vínculos secundarios destacados por los entrevistados, por lo que se amplió el listado original, conformando así una lista extendida de empresas.

Una caracterización primaria permite distinguir tres tipos de actores que colaboran en las actividades de innovación de esta investigación. Por un lado las empresas proveedoras de tecnología, asesoría y consultoría. En segundo lugar, organismos de investigación nacionales y extranjeros incluyendo las universidades. En tercer lugar, empresas competidoras en el producto final y del sector forestal. A continuación se describen algunas características particulares de cada grupo para el listado primario²⁹, y se presenta una síntesis de estos resultados en las figuras 14 y 15; y tablas 8, 9 y 10.

Dentro de los proveedores de insumos y tecnología, se encuentran empresas nacionales y extranjeras. En este último grupo se ubica Ellegard, dedicada a la producción de insumos para la propagación de plantas, y la empresa israelí Netafim, dedicada a la provisión de soluciones de riego sustentables. Ambas empresas declaran llevar adelante tanto actividades productivas como de investigación. Estas empresas se destacan dentro del listado en cuanto a resultados, ya que son las únicas que han desarrollado nuevos prototipos y los han logrado patentar. La empresa nacional Turboflow se especializa en la producción e instalación de equipos para generación térmica, calderas e intercambiadores de calor, lo que le permite realizar proyecto "llave en mano". Ésta realiza actividades de investigación al interior de la empresa; si bien han desarrollado nuevos prototipos, no declaran haber obtenido patentes sobre ellos.

En cuanto a la capacitación de sus recursos humanos, las unidades proveedoras que desarrollan tareas de investigación y que obtienen productos altamente especializados se caracterizan por tener menores dimensiones que la empresa nacional y contar con una proporción mayor de personal formado a nivel terciario

29. Las empresas del listado secundario no fueron entrevistadas y por lo tanto no se tiene una caracterización suficiente de éstas como para incorporar al análisis.

o técnico y universitario. Esto en parte puede deberse a que una proporción significativa del personal de la empresa nacional está abocado a tareas de producción e instalación de los equipos.

En cuanto a las empresas consultoras, en general se trata de firmas relativamente pequeñas y en su mayoría son prestadores de servicios intensivos en conocimiento (KIBS, por sus sigla en inglés), por lo que la proporción de personal sin formación superior es baja en términos relativos al resto de los actores de la red, incluso comparado con los centros de investigación. Esto da la pauta del rol de estos grupos de agentes en lo que refiere a la generación y transferencia de conocimiento, en la medida en que cuentan con capital humano para desempeñar, al menos potencialmente, tales actividades.

Dentro de estas unidades se puede realizar una distinción de acuerdo a su origen, nacional o extranjero, y una segunda distinción entre las especializadas en brindar servicios generales y las unidades que brindan conocimiento más específico al sector de recursos naturales.

Dentro del primer grupo se encuentra CSI Ingenieros, que ofrece asesoramiento de ingeniería, cuyo rol en el caso de estudio fue realizar el proyecto ejecutivo y dirección de obra del Vivero Santana; y la empresa Xternum, que brinda servicios de consultoría vinculados a la eficiencia en la gestión y control de recursos.

Se identificaron dos consultoras nacionales con especialización en temas relacionados al sector de recursos naturales. En primer lugar Geoambiente, dedicada a brindar asesoramiento en temas de geología y medio ambiente con especialización en estudios sobre contaminación de aguas y suelos. En cuanto a sus capacidades de investigación, la empresa declara contar con equipamiento relativamente nuevo y campos de prueba. En segundo lugar, el Ing. Agr. Eduardo Guerra, quien se especializa en el servicio de topografía y a través de la empresa Geofly, brinda servicio de vigilancia de cultivos y cartografía mediante vehículos aéreos no tripulados.

En el caso de las consultoras extranjeras, la empresa chilena SPTConsultores³⁰ se especializa en la transferencia de tecnología en el área de la fisiología vegetal. Su modelo de desarrollo y transferencia está basado en el desarrollo de protocolos que aseguren los resultados de los procesos, y la implementación se realiza mediante la asistencia de agrónomos guía en campo. Los desarrollos son el resultado de la

30. La empresa realiza tanto actividades de transferencia tecnológica como investigación y desarrollo. Según el caso, trabajan con una de las dos empresas que pertenecen al mismo grupo: SPT o Alto La Cruz. Por simplicidad se hará referencia a esta empresa como SPT.



interacción de SPT con dos instituciones del listado secundario, la universidad de Talca y el Instituto Volcani. En los últimos diez años han logrado desarrollar tanto prototipos nuevos como servicios o productos; sin embargo, dado su modelo de desarrollo, no realizan publicaciones académicas o de divulgación. Esta unidad tuvo un rol importante en el caso de estudio mediante el asesoramiento para alcanzar mejores tasas de propagación de la especie *E. Dunnii*. A partir del análisis de los procesos colaboraron en reducir falencias en infraestructura y *knowhow*.

Dentro del mismo grupo también se encuentra Theobaldus Jauken, consultor brasilero que tiene como área de especialidad el diseño conceptual de viveros. Su actividad en el ramo se inició en la producción de flores de calidad, siendo el diseño de viveros un *spin off* de la actividad anterior. Se trata de una empresa unipersonal donde su único integrante posee formación a nivel universitario, siendo este un referente en el diseño de viveros. En cuanto a su producción científica, en los últimos años ha elaborado productos no académicos orientados a la divulgación (por ejemplo, participando en seminarios del IPEF como expositor).

En la segunda categoría se encuentran los centros de investigación y universidades. Los centros relevados tienen una representación relativamente alta de trabajo no calificado combinado con una sobrerrepresentación de personal de alto nivel educativo, cuando se realizan tanto tareas de investigación como producción.

Dentro de este grupo de agentes se destaca el departamento forestal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República.³¹ El 100% del personal se encuentra abocado mayoritariamente a tareas de investigación y su personal está integrado por profesionales universitarios, encontrándose casos de especialización a nivel de maestría o doctorado. En cuanto a la capacidad tecnológica para realizar investigación, cuenta con superficies de laboratorio y campo, pero declara que el equipamiento es relativamente viejo y no es adecuado para llevar adelante las tareas de investigación. Respecto a las técnicas aplicadas, declaran especializarse en la optimización de técnicas de riego.

En los últimos diez años, los departamentos Forestal y de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía han realizado proyectos de I+D con financiación externa así como puesto en práctica nuevos productos, procesos o servicios. El resultado de su actividad se ha visto consolidado en publicaciones arbitradas de divulgación, no académicas, así como actividades de extensión.

31. Se mantuvo entrevistas además con el Dpto. de Suelos y Agua de la Facultad, que realiza actividades en conjunto con el Dpto. Forestal, así como investigaciones con UPM Forestal Oriental y otras empresas del sector, pero sin embargo no cuentan con conexión relevante en la materia de estudio del proyecto específico. En cuanto a la capacidad tecnológica para investigación, la respuesta es similar a la del Departamento Forestal.

Como centro educativo, figura también la UTU, que detenta un rol importante dentro de los vínculos que permitieron la puesta en funcionamiento del Vivero Santana, a través de su Unidad de Acreditación de Saberes. La institución se destaca por haber creado los programas de formación para capacitar a los trabajadores del vivero en técnicas de macropropagación. Los resultados de su actividad han sido el desarrollo de nuevos programas de capacitación así como productos de divulgación y jornadas de extensión.

Otros centros de investigación identificados en la red primaria funcionan en la órbita del INIA a partir de dos departamentos que se consideran unidades independientes en este caso de estudio: el Departamento Forestal y el Laboratorio de Micropropagación. Ambos agentes constituyen unidades pequeñas (seis y 25 integrantes respectivamente) y se dedican a actividades de investigación y transferencia de tecnología. Las áreas de especialidad del primero son el mejoramiento genético, la sanidad forestal y manejo de biomasa, mientras que el segundo es un laboratorio especializado en tejidos vegetales. En cuanto al personal ocupado, si bien ambos se destacan por presentar una proporción significativa de personal capacitado en niveles de posgrado, también presentan personal sin formación o con formación técnica. Esto se debe a que un porcentaje importante del personal se dedica a tareas de producción en el caso del laboratorio de micropropagación, y a otras tareas en el caso del departamento forestal.

En términos de capacidad de investigación, ambas unidades cuentan con equipamiento relativamente nuevo y adecuado para sus tareas en laboratorios y áreas de prueba en campo en el caso del Departamento Forestal. Al consultarle respecto a las técnicas utilizadas, este último investiga y aplica técnicas relacionadas al ADN/ARN y bioinformática, mientras que el Laboratorio de Micropropagación investiga y aplica técnicas de reproducción in vitro o micro propagación, y técnicas de reproducción por estaca. Ambos han llevado adelante programas de I+D con financiamiento externo en los últimos cinco años, así como desarrollado nuevos servicios o procesos en los últimos diez. Su trabajo se ve reflejado en publicaciones académicas y en actividades de divulgación no académica y extensión.

Al interior de la empresa UPM es posible identificar el Laboratorio del Departamento Técnico localizado en Fray Bentos. Su rol ha sido fundamental al caracterizar los especímenes en función de su capacidad de producción de pulpa de celulosa, servicio que anteriormente se realizaba en el exterior, en laboratorios de UPM Finlandia, lo que implicaba una demora en la obtención de resultados así como mayores costos. Para el análisis de la red es tratado como una unidad independiente. Esta unidad se caracteriza por su pequeño tamaño



y el alto grado de formación del personal empleado, todos ellos dedicados principalmente a tareas de investigación aplicando técnicas de micropulpeo.

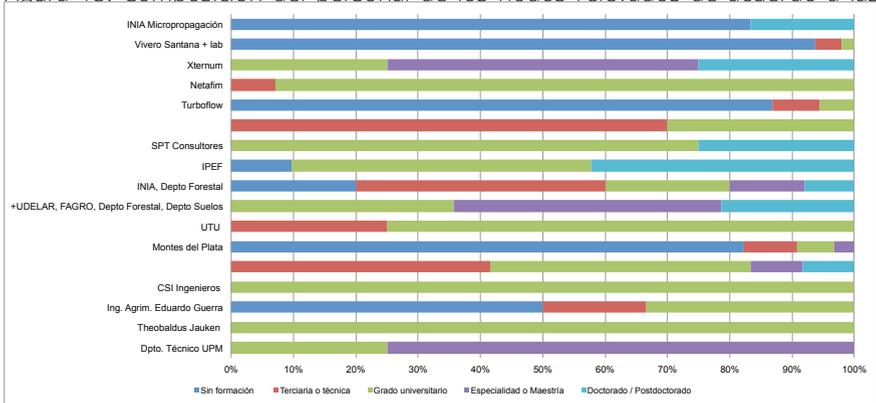
Finalmente, dentro de este grupo de instituciones se encuentra el IPEF, organización brasileña sin fines de lucro cuyo objetivo es el planeamiento, implementación y coordinación de acciones dedicadas a la administración de los recursos naturales. Se destaca por ser la unidad que cuenta con el mayor número de empleados con formación a nivel de doctorado o post doctorado, así como por haber desarrollado nuevos procesos y publicaciones en revistas indexadas. La función principal del instituto, la investigación, supone una estructura cooperativa entre las empresas que forman parte de su red. Los programas de investigación cooperativos llevados adelante pueden iniciarse por dos vías: ser presentados como una temática común de interés por un grupo de empresas o ser presentados por los investigadores y luego aceptados y financiados por las empresas.

Dentro de la última categoría de actores de la red, se encuentran las empresas del ramo forestal, que forman un grupo en torno al IPEF.³² En cuanto a las empresas competidoras, la única relevada fue el vivero de Montes del Plata. Esta empresa tiene una ubicación central en la red, debido a que comparte una importante cantidad de contactos con el Vivero Santana. Ambos agentes se destacan en la red por ser las que cuentan con mayor cantidad de personal empleado y una mayor proporción de empleados sin formación o formación terciaria o técnica. Sin embargo, dado que también realizan tareas de investigación o aplicación de técnicas avanzadas cuentan con personal con formación universitaria.

Figura 14. Composición del personal de los nodos relevados por nivel educativo

32. De acuerdo a la descripción de las relaciones entre estas empresas que se deduce de la entrevista con IPEF, se puede suponer que conforman un grupo relativamente denso, es decir con interconexiones y altamente clusterizado. Sin embargo, al no haber sido entrevistadas estas empresas, sino que se obtuvieron en forma secundaria, no se establecieron las conexiones entre ellas en la construcción de la red.

Figura 15. Composición del personal de los nodos relevados de acuerdo a las



tareas realizadas

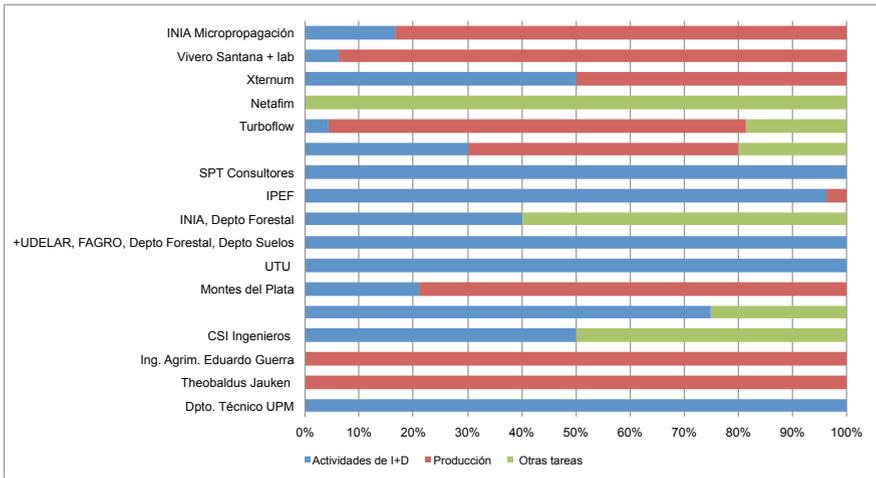


Tabla 8. Principales características de los agentes entrevistados

Agente	Año de fundación	Cantidad de empleado	Localización geográfica	Tipo de institución	Rol dentro de la red primaria	Producción	Investigación	Transferencia	Comercialización	Otros
Dpto. Técnico UPM	2011	4	Uruguay	Empresa subsidiaria de corporación extranjera	Centros de investigación, Universidades	✓	✓	✓	✓	
Theobaldus Jaiken	1991	1	Exterior	Empresa de Capital Doméstico	Empresas Consultoras, proveedores.					✓
Ing. Agrim. Eduardo Guerra	1999	6	Uruguay	Empresa de Capital Doméstico	Empresas Consultoras, proveedores.					✓
CSI Ingenieros	1980	20	Uruguay	Empresa de Capital Doméstico	Empresas Consultoras, proveedores.					✓
Geoambiente	1997	12	Uruguay	Empresa de Capital Doméstico	Empresas Consultoras, proveedores.					✓
Montes del Plata	2012	152	Uruguay	Empresa subsidiaria de corporación extranjera	Empresas del sector forestal.	✓	✓	✓	✓	
UTU	2005	4	Uruguay	Centro de enseñanza técnica	Centros de investigación, Universidades	✓	✓	✓	✓	
UDELAR, FAGRO, Dpto Forestal, Dpto Suelos	1963	14	Uruguay	Universidad	Centros de investigación, Universidades	✓	✓	✓	✓	
NIA, Dpto Forestal	1990	25	Uruguay	Organismo Público de Investigación	Centros de investigación, Universidades	✓	✓	✓	✓	
PEF	1968	83	Exterior	Organizaciones de la sociedad civil tipo ONG	Centros de investigación, Universidades	✓	✓	✓	✓	
SPT Consultores	1992	8	Exterior	Empresa de Capital Doméstico	Empresas Consultoras, proveedores.	✓	✓	✓	✓	
Eliagaard	1989	10	Exterior	Empresa subsidiaria de corporación extranjera	Empresas Consultoras, proveedores.	✓	✓	✓	✓	
Turbflow	1954	91	Uruguay	Empresa de Capital Doméstico	Empresas Consultoras, proveedores.	✓	✓	✓	✓	
Nedelin	1970	14	Exterior	Empresa subsidiaria de corporación extranjera	Empresas Consultoras, proveedores.	✓	✓	✓	✓	
Xternum	2011	4	Uruguay	Empresa de Capital Doméstico	Empresas Consultoras, proveedores.	✓	✓	✓	✓	
Vivero Santana + lab	1991	144	Uruguay	Empresa subsidiaria de corporación extranjera	Empresas del sector forestal.	✓	✓	✓	✓	✓
NIA Micropropagación	1990	6	Uruguay	Organismo Público de Investigación	Centros de investigación, Universidades	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 9. Resultados de actividades de investigación

Agente	Nuevos prototipos*	Productos, procesos o servicios*	Publicaciones en revistas indexadas **	Patentes obtenidas en oficinas de patentes nacionales *	Proyectos de I+D con financiamiento externo y una duración superior a los dos años**	Productos no académicos orientados a la divulgación**	Organización de actividades de extensión**	Otros, especificar*
Dpto. Técnico UPM	✓	✓				✓	✓	
Theobaldus Jaiken		✓						
Ing. Agrim. Eduardo Guerra		✓						
CSI Ingenieros	✓	✓				✓		✓
Geoambiente		✓						
Montes del Plata		✓						
UTU		✓						
UDELAR, FAGRO, Dpto Forestal, Dpto Suelos		✓						✓
NIA, Dpto Forestal		✓						
PEF	✓	✓						
SPT Consultores	✓	✓						
Eliagaard	✓	✓						
Turbflow	✓	✓						
Nerafim	✓	✓						
Xternum	✓	✓						
Vivero Santana + lab	✓	✓						
NIA Micropropagación	✓	✓						

* Desde 2003, ** Desde 2008

Tabla 10. Técnicas aplicadas

Técnica	Investiga	Aplica	Investiga y aplica
ADN/ARN	Theobaldus Jauken	Vivero Santana	"INIA, Depto Forestal IPEF Montes del Plata "
Bio informático ^a		"Montes del Plata Vivero Santana IPEF "	INIA, Depto Forestal
Micropropagación	Theobaldus Jauken	"UTU Vivero Santa Ana"	"Montes del Plata INIA Micropropagación"
Reproducción por estacas	"IPEF SPT"	"UTU Vivero Santa Ana INIA Micropropagación"	
Micro pulpeo		Depto Técnico UPM Fray Bentos	
Clonación		"Vivero Santa Ana INIA Micropropagación"	IPEF
Otros	"IPEF SPT Consultores Xternum"		UDELAR, FAGRO, Depto Forestal, Depto Suelos

6.2 Caracterización de los flujos de conocimiento en la red

En esta sección se presentan los vínculos que se han establecido entre los distintos agentes y la caracterización de los mismos. En el caso analizado se han generado innovaciones (y conocimiento para generarlas) de dos tipos: radicales e incrementales.

La innovación *"radical"* consiste en lograr llevar a campo (de una forma rentable) una nueva especie de árbol, el E. Dunnii. Para esto fue necesario generar y adaptar conocimientos (en materia de clonación, micro propagación, fisiología) y generar innovaciones de tipo *"incremental"* (nuevos invernaderos, nuevos contenedores para plantines, nuevas máquinas para manejar los nuevos contenedores de plantines, innovaciones de tipo organizacionales, etc.).

Los vínculos declarados por los agentes entrevistados pueden representarse como una red de interacciones, y caracterizados de acuerdo a su tipología. La red construida a partir de esta información está integrada por 65 agentes entre los cuales se encuentran 101 vínculos de relacionamiento. La representación gráfica de estos vínculos se presenta en la figura 17 y algunos estadísticos de la red se presentan en la tabla 11. Estos estadísticos para la red ampliada hay que tomarlos con mucho cuidado, ya que solo se indagó sobre los vínculos entre los agentes de la red primaria.

Se destaca que la red presenta una distribución desigual de los vínculos, donde la mayoría de las unidades cuenta con una única vinculación (nuevamente, en parte esto se debe a que solo se indagaron los vínculos entre los agentes de la red primaria), mientras que sólo cuatro unidades tienen más de 10 vínculos, estas son el actor central: el Vivero Santana y laboratorio del vivero (UPM), el IPEF, Montes del Plata, e INIA micro propagación. El promedio de vínculos por lo tanto es tres por cada nodo.

Figura 16. Red de maximización de la productividad forestal en zonas frías

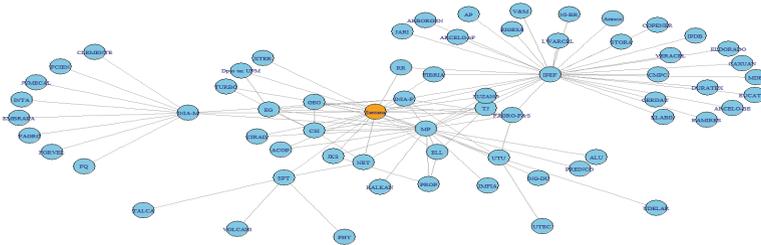


Tabla 11. Estadísticas red ampliada

Tamaño de la red	65
Conexiones	101
Densidad	0.049
Clusterización global	0.145
Promedio de clusterización local	0.630
Promedio conexiones	3.108
SD conexiones	5.315

La existencia de *hubs* (nodos que concentran la mayor cantidad de conexiones) en la red, tiene como consecuencia una baja clusterización general, es decir que existen una gran cantidad de actores que podrían estar vinculados directamente por compartir vecinos en común, pero que sin embargo no lo están. Si bien esto en parte se debe a que no estamos captando las interacciones de los agentes que no están en la red primaria, más abajo se verá que la conclusión es similar para la red primaria. En teoría, este tipo de patrones puede surgir por una dinámica de vinculación preferencial, la que es característica de las redes de colaboración académica³³ y que se genera cuando la probabilidad de que un nuevo actor se conecte a otro que ya pertenece a la red no es igual para todos los actores ya

33 Este tipo de modelos fue analizado por Barabasi (1999) y dentro de estudios más recientes aplicados a las estrategias asociativas entre empresas se puede referir por ejemplo a Gaya y Dousset (2005).

presentes, sino que es mayor cuanto mayor la cantidad de vínculos de estos últimos. Sin embargo, el hecho de analizar un caso de estudio sobre una red de conocimiento cuyos límites son arbitrarios (se analiza una muestra acotada de una red de alcance desconocido) hace que una conclusión contundente sobre la estructura de la red pueda estar sujeta a errores (Stumpf *et al.*, 2005).

En la red completa presentada en la Figura 17, la institución con mayor grado de conexiones es IPEF (33), seguida por la unidad ego del estudio: Vivero Santana y Laboratorio SF (22) y por Montes del Plata (solo proyecto vivero) (22). Le siguen INIA micropropagación e INIA Depto. Forestal, con 11 y 7 vínculos respectivamente en esta red.

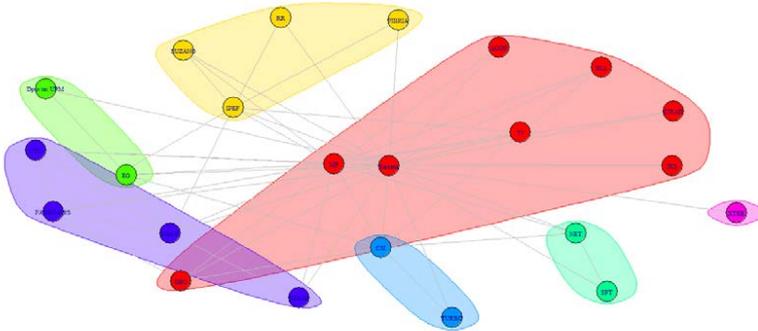
Por otro lado, desde el punto de vista de la transmisión de información en una red, es más apropiado usar medidas de centralidad, que pueden ser calculadas mediante diferentes métodos. En este caso se utiliza la medida de centralidad por vectores propios.³⁴

Las instituciones con mayor centralidad son las empresas forestales, en primer lugar UPM (Santana) y en segundo lugar Montes del Plata. IPEF, que contaba con la mayor cantidad de conexiones, se posiciona en tercer lugar, debido a que gran parte de sus vínculos se da con empresas periféricas (en esta red). En cuarto lugar en términos de centralidad se encuentra INIA Dpto. Forestal, que si bien tiene la misma cantidad de links que CSI (ambos de grado 7), está vinculado a actores más conectados. En el caso contrario, por ejemplo INIA micropropagación, que tiene 11 vínculos, se encuentra en una posición bastante menos central, al estar conectado a actores periféricos, al igual que IPEF.

Debido a que no se cuenta con un detalle apropiado del tipo de vínculo entre actores que surgieron del listado secundario y que por tanto no fueron entrevistados, en lo que queda de este capítulo se analizará la red de nodos vecinos al vivero Santana (o red centrada), conformada por las 17 instituciones entrevistadas y seis instituciones que no fueron entrevistadas pero que pertenecen al grupo primario. El esquema de la red se presenta en la Figura 17.

34. En Borgatti (2005) se plantea que la medida de centralidad debe tomar en cuenta el fenómeno que se está explicando mediante las conexiones de la red. Si bien este estudio de caso difiere en algunos aspectos de los trabajos más tradicionales sobre redes de innovación (debido a que es una muestra acotada de un fenómeno más amplio, ya que estudia específicamente las redes de vínculos en torno a un proyecto y no hace un análisis desde el punto de vista institucional), se utiliza la medida de centralidad por vectores propios (*eigenvectorcentrality*) para analizar la relevancia de un actor desde el punto de vista del flujo de información, ya que el modelo para la construcción de esta medida asume múltiples “caminos” a la vez y se ajusta según Borgatti a los procesos de transmisión de información. De forma poco precisa se puede decir que un agente es más central si está “más cerca” de todos los demás agentes en comparación con otros individuos. Las medidas de centralidad a partir del vector propio de la red se interpreta en la literatura como una medida de influencia en la red, en términos de su rol para la transferencia de información a toda la red. En el Anexo 2 se muestran las posiciones de las instituciones de acuerdo a este indicador de centralidad.

Figura 18. Clusters en red centrada



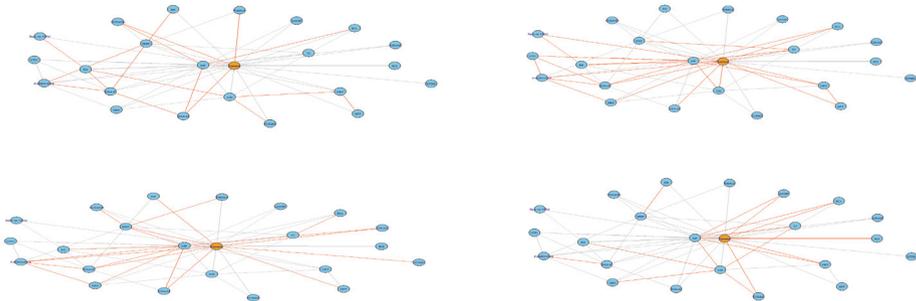
Como fue mencionado anteriormente, se pueden identificar dos grandes motivaciones para generar vínculos en esta red, las que tienen como fin una innovación incremental (instalación del vivero) y la que generó vínculos para la introducción de la nueva especie o avances relacionados a las ciencias básicas (innovación radical). Se analizan ambas en el contexto de los diferentes tipos de vínculos de conocimiento en la red, los que surgen del siguiente agrupamiento.

Tabla 12. Tipología de vínculos

Tipologías	Tipos de vínculos
Vínculos que involucran conocimiento nuevo	Vínculos de I+D y Contratos de Investigación
Vínculos que involucran conocimiento existente	Asistencia Técnica / Transferencia de Tecnología, Ensayos y Experimentación, Capacitación y Capacitación Conjunta / Extensión
Vínculos de intercambio informal de conocimiento	Intercambios informales de conocimiento
Otros vínculos	Se consideran otros tipos de vínculos, dentro de los que se encuentran los vínculos con proveedores

En la Figura 19³⁶ se muestra la representación gráfica de las redes correspondientes a cada tipo de transmisión (se resalta con color rojo los vínculos que pertenecen a la tipología analizada).

Figura 19. Tipos de vínculos red centrada



Notas: vínculos de conocimiento nuevo (superior izquierdo), conocimiento existente (superior derecho), intercambio informal (inferior izquierdo) y otros vínculos (inferior derecho).

36. En el Anexo 1 se muestran las redes completas (listado primario y secundario) con estas mismas topologías de vínculos. Dado que en muchos casos no se identificó qué tipo de conocimiento se transmitía con los actores del listado secundario (se conoce sólo los vínculos respecto al actor que las mencionó, pero se omiten otros posibles vínculos), se prefirió analizar la red centrada.

En la tabla 13 se presentan algunas estadísticas de red para su caracterización (primeras cuatro filas) y para la red centrada (quinta fila).

Tabla 13. Estadísticos de red según tipologías de transmisión de conocimiento

	Tamaño de la red*	Conexiones	Densidad	Promedio clusterización local	Promediogrados
Conocimiento nuevo	16	21	0,18	0,66	2,63
Conocimiento existente	15	26	0,25	0,45	3,47
Vínculos informales	16	18	0,15	0,35	2,25
Otros vínculos	15	17	0,16	0,13	2,27
Red centrada	23	57	0,23	0,79	4,96

*Para evitar problemas de interpretación de algunos indicadores, las estadísticas se calculan sin tomar en cuenta los actores aislados en cada red. Por ejemplo, una red de tamaño 16 implicó haber eliminado de las estadísticas a siete nodos desconectados, del total de 23 nodos de la red centrada.

En primer lugar, se destaca que la transmisión de conocimiento existente (mediante transferencia tecnológica, asistencia técnica, capacitación) es la que presenta mayores vinculaciones y genera una red más densa de intercambios. Sin embargo, el promedio de clusterización es menor respecto a la red que revela transmisión de conocimiento nuevo, lo que implicaría que en el caso de la red de conocimiento existente, con mayor frecuencia dos actores que tienen vínculos de transferencia con una institución en común, no se conectan entre sí.

Teniendo la precaución de no sacar conclusiones contundentes a partir de este relevamiento acotado de un fenómeno seguramente más amplio, lo anterior estaría mostrando que en el caso de proyectos de I+D o contratos de investigación, las instituciones aprovecharían los vínculos en común para generar nuevos proyectos, y surgirían sinergias que promoverían el trabajo conjunto. Esto en relación a los vínculos de asistencia técnica o capacitación.

Al analizar la centralidad dentro de cada sub red, las instituciones con mayor influencia son en todos los casos las dos empresas forestales, UPM (representada principalmente a través del vivero Santana) y Montes del Plata (también referido a su actividad en torno a la instalación de un vivero).

El lugar que ocupan el resto de las instituciones en cada red está estrechamente vinculado a su capacidad institucional y su participación en alguno de los dos tipos de innovación mencionados. En particular, las instituciones de investigación



local y regional tienen un rol importante en las primeras tres tipologías de red: conocimiento nuevo, existente y vínculos informales.

Por ejemplo, el departamento Forestal de la Facultad de Agronomía, si bien no es de los agentes más conectados en la red general, tiene una posición central en aquélla que describe la transmisión de conocimiento nuevo y también es relativamente central en la transmisión de conocimiento existente, y en menor medida en la red de vínculos informales. Es periférico en la transmisión de conocimientos a través de otros vínculos. Algo similar puede decirse respecto a la posición de INIA Dpto. Forestal, que ocupa posiciones centrales en las tres primeras tipologías de red.

IPEF, por su parte, ocupa un rol bastante más central en las tipologías de generación de nuevo conocimiento y de vínculos informales, pero es periférico en términos de transmisión de conocimiento existente. La participación de esta empresa en el proyecto analizado es central en materia de investigación y desarrollo para la innovación radical. UPM Forestal Oriental mantiene contacto continuo con el IPEF, mediante los programas de investigación cooperativa. Estos programas de investigación suponen, además, vínculos de segundo orden con empresas colegas del ramo forestal que son co-financiadoras de los programas del IPEF. Se destacan dentro las empresas brasileñas Suzano y Fibria, con las cuales UPM expresa mantener, además, vínculos informales de intercambio de conocimientos.

INIA micropropagación es un actor clave desde el punto de vista de su centralidad en la red de intercambios informales de conocimiento. Como fue mencionado, el vínculo concreto con la empresa se dio inicialmente a través de un convenio motivado por la introducción de nuevas especies. Sin embargo, hubo otras relaciones además del contrato, como capacitaciones a los operarios del vivero y vínculos informales de consulta que se mantienen al día de hoy. Su rol central en la representación de vínculos informales está dado por los intercambios informales que realiza con INIA Dpto. Forestal, actor con varios vínculos informales con el resto de las instituciones de investigación.

En el caso de la transmisión de conocimiento existente (transferencias tecnológicas, capacitación, etc.) aparecen otros actores centrales; UTU y el consultor Eduardo Guerra (EG) tuvieron un rol importante en la etapa de instalación del vivero. En el primer caso, respondió directamente a un requerimiento de capacitación de operarios y la implementación de un sistema de gestión de recursos humanos. UTU en conjunto con la empresa elaboró planes de capacitación. El consultor EG, que también ocupa una posición

relativamente central en esta tipología, aunque periférica en las tres restantes, realizó asistencia técnica a la empresa ego, pero también ha tenido vínculos de este tipo con MP y con el Dpto. Técnico de UPM.

En el caso de las empresas que participaron fundamentalmente en la innovación incremental, éstas tienen posiciones centrales claramente en la tipología de transmisión de conocimiento a partir de otro tipo de vínculos (que incluye vínculos de proveedores y otros). También es interesante notar que dentro del grupo de todas las empresas proveedoras, aquéllas más centrales son las internacionales Acopema, JKS, Ellegard y la empresa nacional (CSI), que contando con un importante capital humano tiene un rol más periférico en el resto de las tipologías.

El vínculo con el diseñador brasilero Theovaldus Jaulkense se caracteriza por ser puntual, y en el ámbito de transferencia de conocimiento técnico. Si bien no tiene una posición central en ninguna de las redes que describen el tipo de conocimiento transferido, está vinculado al IPEF en esta red de conocimiento existente (es referencia en Brasil en su área y por tanto brinda conferencias en IPEF), y ha mantenido otros vínculos con empresas de la red fuera del ego. Participa también en la red de transmisión de conocimientos nuevos a través de su vínculo con Ellegard; aunque la dupla se encuentra desconectada del componente más grande de esta red, ambas mantienen vínculos en las redes de otras tipologías de transmisión de conocimiento; como se mencionó anteriormente, la última tiene una posición central en la red de transmisión de conocimiento existente.

En el caso de la empresa consultora chilena SPT, este sería en cierta medida un vínculo similar al anterior, puntual y destinado a transferencia de conocimientos o tecnología para mejorar el monitoreo de las plantas madres del vivero. Sin embargo, si bien es cierto su rol en esta materia, la empresa ha sostenido lazos de más largo plazo con Forestal Oriental, y tiene un rol importante en las innovaciones que hemos llamado *radicales*. Resulta interesante ver el rol que tiene esta empresa en la transmisión de conocimiento académico, generado en otros países, sobre el conocimiento adquirido y aplicado en la producción forestal. En efecto, la consultora SPT mantiene vínculos con el Instituto Volcani, así como con la Universidad de Talca para la transferencia de conocimientos, tecnología y ensayos. La mecánica de generación de conocimiento en el análisis de procesos mantiene una estructura tripartita donde SPT se posiciona como intermediario en la recepción de protocolos provenientes del Instituto, que luego son puestos en práctica por los estudiantes de la Universidad en formato de tesis. Los resultados de estos ensayos y experimentos son recibidos por SPT y luego transmitidos al Instituto nuevamente. De esta manera SPT logra captar los conocimientos que



luego son adaptados a las necesidades de sus clientes. La posición de esta institución en las redes centradas es en todos los casos periférica.

En síntesis, para la generación de innovaciones de carácter más radical (como la introducción de la especie *Dunnii* que altera de forma radical el proceso productivo y la productividad de la empresa) son claves los acuerdos con centros de investigación, tanto a nivel nacional como regional (en particular con Brasil y Argentina). De acuerdo a lo informado por los agentes entrevistados, en general los vínculos para este tipo de innovaciones son estables, y en la primera topología (transmisión de conocimiento nuevo) se dan tanto mediante contratos de investigación como con convenios. En muchos casos, la nueva información es divulgada en trabajos de investigación, tareas de extensión y artículos académicos, aunque bajo ciertas condicionantes.

Las innovaciones incrementales, como la adaptación de insumos, protocolos, sistemas, infraestructura o maquinaria para el vivero objeto de estudio, utilizan canales de transmisión de conocimiento ya existente y otros vínculos, y tienen como agentes centrales a las empresas demandantes. Respecto a la transmisión de conocimientos a partir de otros vínculos, este caso de estudio, cuya empresa central es una multinacional con muchos años de experiencia en el rubro y con acceso a tecnología de punta (desarrollada mayormente en otros países), se presenta como una red internacional, que habilita el acceso del país a la frontera tecnológica mundial. También son importantes para este tipo de innovación incremental los vínculos horizontales y locales de cooperación con empresas competidoras (en particular el vínculo entre UPM Forestal Oriental y Montes del Plata) y la transmisión de conocimiento existente con empresas consultoras.

7 - RESULTADOS ANALÍTICOS DEL CASO ESTUDIADO

Las empresas de recursos naturales son principalmente demandantes de conocimiento para resolver problemas específicos. Buscan soluciones que surgen en dos ámbitos, según el tipo de conocimientos que requieran.

Las soluciones que requieren nuevos conocimientos son generadas a través de proyectos de investigación donde colaboran empresas forestales e institutos de investigación. La empresa forestal ayuda a la creación de estas redes aportando recursos financieros, además de colaborar en la formulación de la agenda de investigación y en algunos casos también en el desarrollo de algunas de las fases de investigación. Estas redes tienden a ser de largo plazo y en general con agentes regionales. El intercambio de información y conocimiento en estas redes es importante, ya que hay un mayor grado de interacción entre los distintos participantes.

Por otro lado, cuando lo que requieren son soluciones a partir de conocimiento existente o menos intensivas en conocimiento, se generan redes de conveniencia cuya duración en el tiempo usualmente está acotada y sirven a propósitos puntuales. De estas redes participan empresas del sector (es decir se establecen vínculos horizontales) y empresas proveedoras de soluciones de todo el mundo. En general estas empresas proveedoras de soluciones son empresas de servicios intensivas en conocimiento (KIBS). La transmisión de conocimiento en la red en estos casos es menor al haber una menor clusterización de las empresas o instituciones participantes. A partir de las entrevistas surge que en general los proveedores se vinculan únicamente con la empresa ego y no establecen vínculos entre sí.

Por otro lado, las empresas productoras de recursos naturales son, independientemente del tipo de conocimiento intercambiado, las que tienen el rol central en cuanto a la transmisión de conocimientos, ya que ponen en contacto indirectamente a todos los agentes de la red, desde proveedores hasta institutos de investigación y universidades, así como a actores locales con otros internacionales.

El caso elegido tiene algunas particularidades, y es en ese contexto en el que debe analizarse el rol actual de las instituciones en cuanto a la transmisión de conocimientos y tecnología, y las potencialidades que genera en términos de derrames hacia otros actores del sector u otros sectores.

Existe una característica intrínseca al sector forestal uruguayo, que lo distingue de otras actividades intensivas en la explotación de recursos naturales en el país como la agrícola o pecuaria, que es su reciente desarrollo (fue recién con la ley forestal que tomó dimensiones importantes esta actividad en la economía nacional). Asimismo, este comienzo reciente fue concomitante con la entrada al país de una empresa líder a nivel internacional, que dio sus orígenes a la empresa ego: Forestal Oriental (tanto el vivero como el laboratorio pertenecen a esta firma, que actualmente es parte de UPM y que realiza la actividad primaria de la empresa). Esto implicó, en definitiva, el liderazgo privado, tanto tecnológico como de conocimiento de buenas prácticas, de acceso con la frontera del conocimiento internacional en la materia, etc., respecto a las propias instituciones de investigación y universidades nacionales.

Se han identificado algunos derrames a partir de alianzas de investigación. Por un lado, el laboratorio del INIA adquirió conocimientos sobre especies particulares y técnicas *in vitro*, particularmente con la especie *E. Dunnii*, si bien ya contaba con conocimientos previos en especies leñosas. Asimismo, es interesante destacar que el laboratorio realiza transferencias tecnológicas a empresas frutícolas (como Forvel) y cooperativas del mismo rubro (como Jumecal), lo que permitiría trasladar parte del conocimiento adquirido a partir de los trabajos en conjunto con UPM Forestal Oriental desde los noventa (y actualmente también con Montes del Plata) a otros tipos de actividad agrícola. Lateralmente, se generan algunas instancias que han sido destacadas en la entrevista mantenida con el INIA, por ejemplo, la posibilidad de asistir a conferencias o talleres dictados por investigadores del IPEF, de alto nivel y a los que las instituciones nacionales no podrían acceder habitualmente si las empresas privadas no hicieran el esfuerzo económico de acercarlas al territorio nacional.

La red en torno al IPEF genera un relacionamiento horizontal entre las empresas del ramo así como la continuidad de esos vínculos. En el marco del IPEF se realizaron investigaciones sobre clonación que fueron de directa utilidad para el caso analizado. Se destaca que el IPEF cuenta con herramientas de difusión propia como una revista indexada y boletines técnicos por los cuales se difunden los resultados de las investigaciones llevadas adelante.

Por otra parte, el laboratorio de UPM Forestal Oriental cuenta con potencial de derrame directo de los conocimientos generados, ya que mantiene vínculos de capacitación conjunta en formato de pasantías y asistencia con diferentes facultades de la Universidad de la República. Estos derrames se generan tanto a partir de la innovación radical (investigación en los campos de ensayo de la empresa) como por la incremental (ya que los estudiantes tienen acceso a la tecnología del nuevo vivero y a conocimiento de su funcionamiento).

8 - CONCLUSIONES

El sector forestal en Uruguay ha tenido un desarrollo reciente en términos relativos a otros sectores intensivos en recursos naturales; no obstante, ha mostrado un fuerte dinamismo en las últimas décadas, que lo posiciona actualmente como uno de los principales sectores exportadores del país.

En una primera consulta a las instituciones gubernamentales, fue evidente la inexistencia de un entramado institucional para el desarrollo de innovaciones y nuevo conocimiento en este sector, al menos con la profundidad con la que se pueden ver en otros sectores agrícolas del país. Existen iniciativas para poder consolidar estas redes de cooperación para temas de innovación, pero aún son incipientes. Este motivo puede justificar la percepción de las empresas del sector sobre los obstáculos para innovar: poca información sobre la tecnología disponible, pobre infraestructura y alto riesgo de la inversión individual, entre otras.

El otro desafío que deben enfrentar las empresas del sector forestal se vincula a la variabilidad climática. El caso de estudio elegido, "maximización de la productividad forestal en zonas frías por la empresa UPM Forestal Oriental", se puede asociar como una respuesta permanente y de largo plazo a este tipo de problemas, realizada por una empresa multinacional que no enfrenta el primer grupo de problemas al estar a la vanguardia de la tecnología mundial, asociada a redes de investigación regionales, e integrada verticalmente con la etapa industrial.

Las innovaciones en las que se centra este caso de estudio son de dos tipos. Innovaciones radicales (mejora genética) que permiten a la empresa obtener nuevas especies más resistentes y de mayor calidad, e innovaciones incrementales (construcción de un vivero de alta tecnología) que mejoraron las condiciones de enraizamiento de las especies genéticamente mejoradas.

Pudo verse a partir del análisis de las redes que ambos tipos de innovación involucran a diferentes actores, y el conocimiento en una y otra tiende a realizarse por canales también distintos. En términos generales, se vio que en el primer tipo de innovación los canales de transmisión de conocimiento son mayormente los de generación de nuevo conocimiento, así como vínculos informales. Se caracterizan por ser relaciones más estables, y facilitan la generación de *clusters* entre las instituciones que participan. El segundo tipo de innovación se asocia en mayor medida en este caso de estudio con transmisión de conocimiento existente y a través de proveedores. Claramente, este tipo de vínculo tiende a ser más específico y de corto plazo, y genera menos sinergias con otras instituciones



de la red, aunque sí se generan tríadas de relaciones en muchos casos entre los proveedores y consultores y las dos empresas forestales (UPM-Forestal Oriental y Montes del Plata). En el caso analizado, además, se destaca que este tipo de vínculos con proveedores y consultores tiene un alcance geográfico global, con desarrollos en los que intervienen empresas especializadas de varios países.

Esto último puede ser de gran interés desde el punto de vista de las políticas, ya que genera canales de comunicación con las empresas líderes a nivel mundial, que puede facilitar la interacción de las instituciones de investigación o universidades. Asimismo, el caso estudiado muestra que la tecnología puede estar disponible para ser aplicada en varias áreas de producción. Por ejemplo, la bandeja desarrollada en el exterior, así como la máquina, fueron adaptaciones desde la floricultura hacia el sector forestal, y se podrían realizar readaptaciones a otros tipos de cultivos.

REFERENCIAS

Amara, N., & Landry, R. (2005). Sources of information as determinants of novelty of innovation in manufacturing firms: evidence from the 1999 statistics Canada innovation survey. *Technovation*, 25 (3), 245-259.

Anlló, G., Bisang, R., Stubrin, L., & Monasterios, S. (2013). *The potential impact of Intellectual Property Rights on the Forestry chain in Uruguay*. Tech. rep., World Intellectual Property Organization (WIPO).

Anselin, L., Varga, A., & Acs, Z. (1997). Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations. *Journal of Urban Economics*, 42 (3), 422-448.

Arndt, O., & Sternberg, R. (2000). Do Manufacturing Firms Profit from Intra-regional Innovation Linkages? An Empirical Based Answer. *European Planning Studies*, 8 (4), 465-485.

Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). Innovative clusters and the industry life cycle. *Review of Industrial Organization*, 11 (2), 253-273.

Baptista, R., & Swann, P. (1998). Do firms in clusters innovate more? *Research Policy*, 27 (5), 525-540.



- Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286 (5439), 509-512.
- Batsakis, G. (2013). *Examining multinational corporations R&D subsidiaries embeddedness in multiple networks of knowledge*. Brunel University Brunel Business School. Brunel University Brunel Business School PhD Theses.
- Beaudry, C., & Breschi, S. (2003). Are firms in clusters really more innovative? *Economics of Innovation and New Technology*, 12 (4), 325-342.
- Bervejillo, J. E., Mila, F., & Bertamini, F. (2011). *El crecimiento de la productividad agropecuaria 1980-2010*. Tech. rep., OPYPA.
- Beule, F. D., & Beveren, I. V. (2009). *Multinational ownership and R&D intensity: The role of external knowledge sources and spillovers*. LICOS Discussion Paper Series. Leuven: LICOS.
- Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social Networks*, 27 (1), 55-71.
- Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39 (1), 61-74.
- Bottazzi, L., & Peri, G. (2003). Innovation and spillovers in regions: Evidence from European patent data. *European Economic Review*, 47 (4), 687-710.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29 (4-5), 627-655.
- Csardi, G., & Nepusz, T. (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*, 1695.
- Dachs, B., Ebersberger, B., & Pyka, A. (2004). *Why do firms co-operate for innovation?: A comparison of Austrian and Finnish CIS 3 results*. Tech. rep., Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe/Institut für Volkswirtschaftslehre der Universität Augsburg 255.
- DeBresson, C., & Amesse, F. (1991). Networks of innovators: A review and introduction to the issue. *Research Policy*, 20 (5), 363-379.
- Doloreux, D. (2002). What we should know about regional systems of innovation. *Technology in Society*, 24 (3), 243-263.
- Evangelista, R., Lucchese, M., & Meliciani, V. (2013). Business services, innovation and sectoral growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, 25, 119-132.
- Feldman, M., & Lichtenberg, F. (2000). The Impact and Organization of Publicly-Funded Research and Development in the European Community. En *The Economics and Econometrics of Innovation* (págs. 177-200). Springer US.
- Franke, N., & Schreier, M. (2002). Entrepreneurial Opportunities with Toolkits for User Innovation and Design. *International Journal on Media Management*, 4 (4), 225-234.
- Fritsch, M. (2004). Cooperation and the efficiency of regional R&D activities. *Cambridge Journal of Economics*, 28 (6), 829-846.
- Fritsch, M. (2003). Does R&D-cooperation behavior differ between regions? *Industry and Innovation*, 10 (1), 25-39.
- Fritsch, M., & Franke, G. (2004). Innovation, regional knowledge spillovers and R&D cooperation. *Research Policy*, 33 (2), 245-255.

Füller, J., & Matzler, K. (2007). Virtual product experience and customer participation—A chance for customer-centred, really new products. *Technovation*, 27 (6-7), 378-387.

Gasparri, P. (2012). Biotecnología aplicada al mejoramiento forestal. El caso en UPM. *Jornada Técnica en Biotecnología Forestal*.

Gay, B., & Dousset, B. (2005). Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry. *Research Policy*, 34 (10), 1457-1475.

Giuliani, E. (2007). Applied Evolutionary Economics and Economic Geography. En K. Frenken (Ed.). Edward Elgar Publishing.

Granovetter, M. (1985). Economic action and social structure: the problem of embeddedness. *American journal of sociology*, 91 (3), 481-510.

Grodal, S. (2004). Towards a dynamic model of networks and innovation. *DRUID Summer Conference*, 14-16.

Hagedoorn, J. (2002). Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960. *Research Policy*, 31 (4), 477-492.

IRCS. (2011). *Measuring innovation performance in Canada's resource sectors*. Tech. rep., Public policy forum.

Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. *The Quarterly Journal of Economics*, 108 (3), 577-598.

Katzy, B. R., & Crowston, K. (2008). Competency rallying for technical innovation-The case of the Virtuelle Fabrik. *Technovation*, 28 (10), 679-692.

Kaufmann, A., & Tödtling, F. (2001). Science and industry interaction in the process of innovation: the importance of boundary-crossing between systems. *Research Policy*, 30 (5), 791-804.

Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (Vol. 275, pág. 305). National Academy Press Washington, DC.

Lundvall, B.-Å., & Borrás, S. (1997). The globalising learning economy. *Implications for innovation policy*. *European Commission*.

Malmberg, A., & Maskell, P. (2002). The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering. *Environment and planning A*, 34 (3), 429-450.

McKelvey, M., Alm, H., & Riccaboni, M. (2003). Does co-location matter for formal knowledge collaboration in the Swedish biotechnology pharmaceutical sector? *Research Policy*, 32 (3), 483-501.

Mondelli, M. P., Lanzilotta, B., Picasso, V. a., Vairo, M., & Cazulo, P. (2013). *Encuesta de Actividades de Innovación Agropecuaria (2007-2009). Principales resultados*. Tech. rep., CINVE-ANII.

Muller, E., & Doloreux, D. (2009). What we should know about knowledge-intensive business services. *Technology in Society*, 31 (1), 64-72.

Muller, E., & Zenker, A. (2001). Business services as actors of knowledge transformation: the role of KIBS in regional and national innovation systems. *Research Policy*, 30 (9), 1501-1516.

Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27 (6-7), 367-377.



Quimet, M., Landry, R., & Amara, N. (2004). Network positions and radical innovation: a social network analysis of the Quebec optics and photonics cluster. *DRUID Summer Conference*, (págs. 14-16).

Porter, M. E. (1998). *On Competition*. Harvard Business School Press, Cambridge, MA.

Powell, W. W. (1998). Learning from collaboration. *California management review*, 40 (3), 228-240.

Powell, W. W., & Grodal, S. (2005). The Oxford handbook of innovation. En J. Fagerberg, & D. C. Mowery (Edits.). Oxford University Press Oxford.

Snoeck, M., Casacuberta, C., Domingo, R., Pastori, H., & Pittaluga, L. (2009). *The Emergence of Successful Export Activities in Uruguay: Four Case Studies*. Tech. rep., Inter-American Development Bank.

Stape, J. L., Gonçalves, J. L., & Gonçalves, A. N. (2001). Relationships between nursery practices and field performance for Eucalyptus plantations in Brazil. *New Forests*, 22 (1-2), 19-41.

Sternberg, R. (2000). Innovation Networks and Regional Development—Evidence from the European Regional Innovation Survey (ERIS): Theoretical Concepts, Methodological Approach, Empirical Basis and Introduction to the Theme Issue. *European Planning Studies*, 8 (4), 389-407.

Stumpf, M. P., Wiuf, C., & May, R. M. (2005). Subnets of scale-free networks are not scale-free: sampling properties of networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 102, págs. 4221-4224. National Academy of Sciences.

Tether, B. S., & Tajar, A. (2008). Beyond industry-university links: Sourcing knowledge for innovation from consultants, private research organisations and the public science-base. *Research Policy*, 37 (6-7), 1079-1095.

Tödtling, F., Lehner, P., & Kaufmann, A. (2009). Do different types of innovation rely on specific kinds of knowledge interactions? *Technovation*, 29 (1), 59-71.

Uruguay XXI. (2013). *Sector Forestal: Oportunidades de Inversión en Uruguay*. Tech. rep., Uruguay XXI.

von Hippel, E., & Katz, R. (2002). Shifting Innovation to Users via Toolkits. *Management Science*, 48 (7), 821-833.

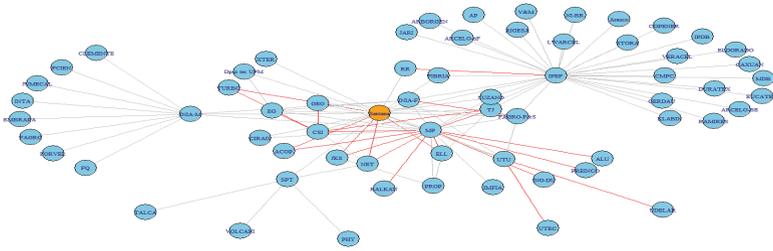
Vuola, O., & Hameri, A.-P. (2006). Mutually benefiting joint innovation process between industry and big-science. *Technovation*, 26 (1), 3-12.

Wolfe, D. A. (2002). Innovation and social learning: institutional adaptation in an era of technological change. En M. S. GERTLER, & D. A. WOLFE (Edits.), *Innovation and social learning: institutional adaptation in an era of technological change* (págs. 227-250). Palgrave School.

Yamin, M., & Otto, J. (2003). Patterns of knowledge flows and MNE innovative performance. *The 4th Annual International Business Research Forum From Markets to Partnerships and Hierarchies to Coalitions*.



Figura 1.D - Otros vínculos



ANEXO 2

Tabla 2.A Posición de los actores de acuerdo al indicador "EigenvectorCentrality" en las cuatro tipologías de transmisión de conocimiento

Actor	Conocimiento nuevo	Conocimiento existente	Redes informales	Otros vínculos
Santana	1	1	1	2
MP	2	2	1	1
INIA-F	4	3	4	14
FAGRO-F&S	3	5	7	15
EG	12	6	10	10
IPEF	5	15	6	13
ELL	16	9	8	6
SPT	9	12	16	-;
INIA-M	6	14	3	-;
CSI	-;	9	11	3
NET	-;	6	14	6
GEO	8	11	-;	10
TJ	15	8	-;	8
RR	9	-;	12	12
SUZANO	13	-;	5	-;
FIBRIA	13	-;	8	-;
TURBO	-;	-;	15	9
Dptotec UPM	-;	12	13	-;
UTU	-;	3	-;	-;
ACOP	-;	-;	-;	4
JKS	-;	-;	-;	4
CIRAD	6	-;	-;	-;
XTER	9	-;	-;	-;

ANEXO 3

Tabla 3.A Listado de agentes de la red centrada

Nombre de la unidad	Acrónimo	Se realizó entrevista
Dpto. Técnico UPM Fray Bentos	Dptotec UPM	SÍ
Theobaldusjauken	TJ	SÍ
Ing. Agrim. Eduardo Guerra / Geofly	EG	SÍ
CSI Ingenieros	CSI	SÍ
Geoambiente	GEO	SÍ
Montes del Plata	MP	SÍ
UTU	UTU	SÍ
UDELAR, FAGRO, Dpto. Forestal, Dpto. Suelos	FAGRO-F&S	SÍ
INIA, Dpto. Forestal	INIA-F	SÍ
CIRAD (Francia)	CIRAD	NO
IPEF	IPEF	SÍ
SPT Consultores	SPT	SÍ
RR Agroflorestral	RR	NO
Suzano	SUZANO	NO
Fibria	FIBRIA	NO
Ellegaard	ELL	SÍ
JKS-IPPT	JKS	NO
Turboflow	TURBO	SÍ
Netafim	NET	SÍ
Xternum	XTER	SÍ
Vivero Santana	Santana	SÍ
INIA Micropropagación	INIA-M	SÍ
ACOPEMA	ACOPEMA	NO

Tabla 3.B Listado ampliado de agentes de la red de conocimientos

Nombre de la unidad	Acrónimo	Nombre de la unidad	Acrónimo
JUMECAL	JUMECAL	ArcelorMittalBioEnergiaLtda	ARCELO-BE
FORVEL	FORVEL	ArcelorMittalBioFlorestasLtda	ARCELO-bF
UDELAR, Facultad de Química	FQ	Alto Paraná S.A.	AP
UDELAR, Facultad de Agronomía	FAGRO	Caxuana S/A Reflorestamento	CAXUAN
UDELAR, Facultad de Ciencias	FCIEN	CeluloseNipo-Brasileira S/A - CENIBRA	NI-BR
Instituto Clemente Estable	CLEMENTE	CMPC Celulose Riograndense	CMPC
EMBRAPA	EMBRAPA	CopenerFlorestalLtda	COENER
INTA	INTA	Duratex S/A	DURATEX
Udelar	UDELAR	Eldorado Brasil	ELDORADO
UTEC	UTEC	Eucatex S/A Indústria e Comércio	EDUCATEX
Phytech	PHY	Gerdau S.A.	GERDAU
InstitutoVolcani	VOLCANI	International Paper do Brasil Ltda	IPDB
Universidad de TALCA	TALCA	JariCelulose, Papel e Embalagens S.A.	JARI
Proptek	PROP	Klabin S/A	KLABIN
IMFIA	IMFIA	LwarcelCeluloseLtda	LWARCEL
PREINCO (ingeniería construcción)	PREINCO	Masisa do Brasil Ltda	MDB
Aluminios del Uruguay	ALU	RamiresReflorestamentosLtda	RAMIRES
RALKAN	RALKAN	RigesaCelulose, Papel e EmbalagensLtda	RIGESA
INGENIERÍA DURAZNO	ING-DU	StoraEnsoFlorestal RS Ltda	STORA
Arauco FlorestalArapoti S.A.	Arauco	VeracelCelulose S/A	VERACEL
ArborgenTecnologiaFlorestalLtda	ARBORGEN	V&M FlorestalLtda	V&M

Tabla 3.C Personas entrevistadas

Nombre	Institución
Pedro Souza	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Macarena González	Ministerio de Industria, Energía y Minería
Alberto Brause	UPM - Forestal Oriental
Federico Rey	UPM - Forestal Oriental
Ricardo Methol	UPM - Forestal Oriental
Eduardo Guerra	Consultor
Theobaldus Jeuken	Teodovaldo J.
Andrés de Izaguirre	CSI
Inés Eulen	UPM Fraybentos
Roberto Scoz	INIA (Departamento Forestal)
Gustavo Daniluk	F. Agronomía (Dpto Forestal) UDELAR
Fernando Ubal	Capacitaciones CETP-UTU
Francisco Hernandez	SPT Consultores (Chile)
Israel Gomes Vieira	IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
Paolla da Motta	Ellegard
Francisco Ferreira	Montes del Plata
Martin Curbelo	CIR-Turboflow
Daniel Kurz	Netafim
Luis Silva	Advice/Xternum
Jorge Montaña	Geoambiente
Alicia Castillo	INIA (Unidad de Micro Propagación)

