

SERIE DOCUMENTOS
DEL REPORTE ANUAL 2014
Recursos Naturales y Desarrollo

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 1

Análisis comparativo: Redes de conocimiento asociadas a la producción de recursos naturales en América Latina: ¿Se están creando y difundiendo innovaciones?

Valeria Arza
Anabel Marín
Emanuel López
Lilia Stubrin



International Development Research Centre
Centre de recherches pour le développement international



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 documento de trabajo 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.

El estudio analiza las oportunidades que las actividades de recursos naturales están abriendo para generar valor a partir de las aplicaciones y necesidades de conocimiento, en asociación con sus procesos de innovación. A partir de metodologías de estudios de caso, se documentan y evalúan redes de colaboración que se han establecido a partir de las necesidades de conocimiento científico de cuatro sectores seleccionados en América Latina: ganadería (Argentina), minería (Chile), agricultura (Paraguay) y silvicultura (Uruguay).

El estudio contó con las valiosas contribuciones de José Miguel Benavente y Juan José Price (Intelis, Chile); María Belén Servín (CADEP, Paraguay); Ana Rojas Viñales (Instituto de Desarrollo, Paraguay); Diego Aboal, Flavia Rovira y Federico Veneri (CINVE, Uruguay). Algunas secciones de este informe se apoyaron fuertemente en información originalmente provista en alguno de los informes nacionales.

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”*.

Análisis comparativo: Redes de conocimiento asociadas a la producción de recursos naturales en América Latina: ¿Se están creando y difundiendo innovaciones?

Valeria Arza, CONICET y CENIT/UNTREF

Anabel Marin, CONICET y CENIT/UNTREF

Emanuel Lopez, CENIT/UNTREF

Lilia Stubrin, CENIT/UNTREF



Valeria Arza

Postdoctorado en Estudios de Política Científica y Tecnológica (Centre d'Economie de la Sorbonne, Paris). Doctora en Estudios de Política Científica y Tecnológica (Sussex University). Maestría en Desarrollo (London School of Economics) y licenciada en Economía graduada con Diploma de Honor (Universidad de Buenos Aires). Docente de cursos de posgrado en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional de Quilmes. Investigadora del CONICET, de la Fundación CENIT y del Centro STEPS Alternativas Sustentables para América Latina (Argentina-UK). Sus principales temas de interés son: redes de actores para la producción de conocimiento; propiedad intelectual y producción de conocimiento; estudios socio-técnicos de la biotecnología; innovación en recursos naturales; innovación y sustentabilidad; economía política del conocimiento; y política en ciencia, tecnología e innovación.

Anabel Marin

Post-doctorado en Estudios de Política Científica y Tecnológica (Universidad de Sussex). Licenciada en Ciencias Económicas (Universidad de Córdoba). Máster en desarrollo y doctorado en ciencia y tecnología en SPRU (Science and Technology Policy Research, Universidad de Sussex). Investigadora especializada en temas de innovación, ciencia y tecnología y desarrollo. Actualmente es investigadora adjunta de Conicet, miembro del Centro STEPS -América Latina-, del Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT) y docente de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad de Mar del Plata.

Emanuel López

Candidato a Magíster en Economía (Universidad de San Andrés). Licenciado en Economía (Universidad Nacional de Córdoba). Especialista en Data Mining y Knowledge Discovery (Universidad de Buenos Aires). Se ha desempeñado como investigador y docente en la Universidad Nacional de Córdoba y ha sido consultor en diversas instituciones privadas. Actualmente se desempeña como investigador en la Fundación CENIT.

Lilia Stubrin

Doctora en Estudios Económicos y Políticos del Cambio Tecnológico (UNU-MERIT) y Licenciada en Economía (UBA). Es docente de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Se ha desempeñado como consultora para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de Naciones Unidas (CEPAL), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Es miembro de la red LALICS y actualmente se desempeña como investigadora en la Fundación CENIT. Sus temáticas de interés están ligadas al desarrollo económico, el cambio tecnológico, la innovación y las redes.

Análisis comparativo: Redes de conocimiento asociadas a la producción de recursos naturales en América Latina: ¿Se están creando y difundiendo innovaciones?¹

Abstract

En este estudio analizamos las oportunidades que las actividades de recursos naturales (RRNN) están abriendo para generar valor a partir de las aplicaciones y necesidades de **conocimiento** en asociación con sus procesos de innovación. A partir de metodologías de estudio de caso, identificamos y evaluamos *redes de colaboración que se han establecido a partir de las necesidades de conocimiento científico de cuatro sectores de RRNN seleccionados en América Latina: ganadería (Argentina), minería (Chile), agricultura (Paraguay), y silvicultura (Uruguay)*. En tanto y en cuanto la producción de RRNN y sus procesos de innovación asociados estén favoreciendo el desarrollo de redes de conocimiento más articuladas y complejas, se estarán creando oportunidades para generar valor dentro y fuera de los sectores basados en RRNN. Nos preguntamos, en este contexto, qué tipos de redes de conocimiento se están generando en asociación a las necesidades de conocimiento de los sectores de RRNN y si estas redes tienen algunas de las características que la literatura ha identificado como favorables para el desarrollo y difusión de conocimiento. Nuestros resultados muestran que para resolver sus problemas de innovación, que son cada vez más complejos, los productores de RRNN utilizan crecientemente conocimiento científico. El rápido desarrollo reciente de nuevas áreas de conocimiento relacionadas a la explotación de recursos naturales, como la biotecnología, la cual seleccionamos como tecnología transversal en este estudio, además contribuye a que estas necesidades sean satisfechas cada vez en mayor medida a través del desarrollo de redes de conocimiento científico que involucran instituciones científicas, del gobierno y empresarias. Las cuatro redes identificadas tienen características heterogéneas en cuanto a las capacidades de los actores que participan, la estructura de la red y sus niveles de apertura, pero en todas ellas identificamos en menor o mayor medida un potencial interesante para la difusión y creación de conocimiento científico.

1. Agradecemos a todos los investigadores que participaron del proyecto "Oportunidades para generar valor en la producción de recursos naturales: actividades de innovación y redes de conocimiento en el Cono Sur", financiado por la Red Sur, por sus valiosas contribuciones que sin duda enriquecieron este capítulo: José Miguel Benavente y Juan José Price (Intelis de Chile); María BelenServin (CADEP, Paraguay); Ana Rojas Viñales (Instituto de Desarrollo Paraguay); Diego Aboal, Flavia Rovira y Federico Veneri (CINVE Uruguay). Como se menciona oportunamente, algunas secciones de este informe se apoyaron fuertemente en información originalmente provista en alguno de los informes nacionales.

INTRODUCCIÓN

La producción basada en recursos naturales (RRNN) genera diversas oportunidades para generar valor. Entre ellas, han atraído particular atención hasta ahora las posibilidades de generar valor (aguas abajo) a partir de la industrialización de los productos primarios (por ejemplo, produciendo jugos y conservas a partir de la fruta, alcohol a partir de la caña azúcar, etc.) o de mejoras en la distribución o comercialización. En este trabajo nos interesa estudiar un fenómeno que está adquiriendo una importancia creciente: las oportunidades que las actividades de RRNN están abriendo para generar valor (aguas arriba) por las aplicaciones y demandas de conocimiento que realiza el sector, en asociación con sus procesos de innovación. En particular, nos concentraremos en las demandas de conocimiento.

La extensión en la base de conocimiento científico y sus aplicaciones es un elemento central a cualquier proceso de desarrollo y crecimiento.

La producción de RRNN está incorporando crecientemente conocimiento científico para hacer más eficiente y ambientalmente amigable los procesos de extracción y procesamiento de dichos recursos y para generar nuevos productos (Marin *et al.*, en prensa; Pérez, 2010). Se sabe que la aplicación y desarrollo de nuevo conocimiento en el ámbito de las actividades productivas requiere en general el desarrollo de redes de conocimiento que involucren actores productivos y científicos y la profundización de las relaciones ciencia-industria. En este trabajo, por lo tanto, con el objetivo de evaluar las nuevas oportunidades de generar valor que los sectores de RRNN están generando, proponemos estudiar en profundidad *las redes de colaboración que se han establecido a partir de las necesidades de conocimiento científico de cuatro sectores de RRNN seleccionados.*

Entendemos que si las actividades de RRNN están generando oportunidades para el surgimiento o ampliación de redes de conocimiento, habrá ocasión para el escalamiento de las firmas que forman parte de la red, para otros actores que subsecuentemente se relacionen con alguno de los actores de la red y más en general, para la ampliación de la base de conocimiento, dinamizando el sistema en su conjunto.

Sin embargo, no todas las redes de conocimiento favorecen la innovación y la difusión de conocimiento de la misma manera. Las redes, en tanto conjunto de actores y relaciones, pueden adoptar distintas estructuras según cómo se establezcan las relaciones entre los actores. Quién se conecta con quién puede tener implicancias tanto para la acción individual (por ejemplo, la capacidad de innovación de una empresa) como para la distribución de recursos dentro y fuera de la red. Por ejemplo, en el caso de la industria automotriz, Dyer y Nobeoka (2000)

observaron que el mejor desempeño de las automotrices japonesas respecto a las norteamericanas podía explicarse por la diferente estructura que adoptaban los vínculos entre las automotrices y sus proveedores. En el caso americano la estructura de la red es de tipo jerárquica: cada proveedor tiene lazos directos con la automotriz, pero sólo se comunica de manera indirecta con otros proveedores (a través de la automotriz). En cambio, en el caso japonés los proveedores no sólo se comunican directamente con la empresa automotriz sino que también se vinculan de manera directa entre ellos. Esta última estructura de relaciones, a diferencia de la estructura jerárquica, facilita la difusión de conocimiento y *know-how* entre todos los agentes de la red, lo que redundará en un mejor desempeño.

En este estudio, con el objetivo de empezar a entender mejor el impacto potencial que la generación de redes de conocimiento de RRNN pueden tener sobre la generación de valor, caracterizamos las distintas redes de conocimiento seleccionadas de acuerdo al número de dimensiones que la literatura ha identificado como importantes en la explicación de las diferentes capacidades que las redes de conocimiento tienen para innovar y difundir conocimiento. Estas incluyen las características cognitivas de los actores principales de cada red, el tipo de vínculo que han establecido, las características estructurales de la red, y el tipo de conocimiento que se transmite.

Estudiamos cuatro redes de conocimiento **vinculadas a las actividades de innovación de cuatro sectores de RRNN en América Latina:** el sector ganadero (Argentina), el minero (Chile), el agrícola (Paraguay) y el forestal (Uruguay). Estos sectores tienen un peso importante para las economías de los cuatro países estudiados y tienen una tradición muy importante de innovación en la región.

El presente reporte está dividido en las siguientes secciones. En la sección 2, después de esta introducción, discutimos el marco conceptual de nuestra investigación y derivamos las proposiciones que guiarán nuestro trabajo empírico. Más específicamente identificamos cuáles son, de acuerdo a la literatura, las características que favorecen la creación y difusión de conocimiento dentro y fuera de las redes. En la sección 3, describimos los cuatro casos de estudio, incluyendo una caracterización de: los sectores productivos seleccionados en cada país y su evolución reciente, los rasgos fundamentales de la innovación en cada uno de los sectores analizados y los actores centrales en cada caso, a partir de los cuales se reconstruyó la red. La sección 4 describe la metodología de recolección y análisis de los datos. En la sección 5 analizamos la información recolectada en el trabajo de campo, describiendo las características de los actores que participan en cada red. La sección 6 analiza las redes y su potencial para la creación y difusión de conocimiento, evaluando las capacidades de los actores, la estructura de la red y sus niveles de apertura. Finalmente, en la sección 7 se formulan las conclusiones.

DISCUSIÓN: ¿CUÁLES SON LAS REDES QUE MÁS FAVORECEN LA CREACIÓN Y DIFUSIÓN DE CONOCIMIENTO?

El conocimiento genera procesos virtuosos de innovación, crecimiento y desarrollo. Como Teece lo expresó muy bien: “El aumento en el stock de conocimiento útil y la extensión de su aplicación es la esencia del crecimiento económico moderno” (Teece, 1996). Se ha encontrado de hecho que en las actividades de uso intensivo de conocimiento, el set de posibilidades para el avance tecnológico se renueva más rápidamente, lo cual implica mayor facilidad para obtener resultados exitosos con un mismo esfuerzo innovador. La producción de RRNN está crecientemente incorporando conocimiento científico sofisticado para hacer más eficiente y ambientalmente amigable los procesos de extracción y procesamiento de dichos recursos (Marin *et al.*, en prensa).

La literatura de innovación ha señalado la importancia creciente del desarrollo de redes de conocimiento que involucren actores productivos y científicos para las actividades productivas que requieren aplicación y desarrollo de nuevo conocimiento. Las actividades de generación de nuevo conocimiento son costosas y la aplicación de nuevo conocimiento al ámbito productivo tiene en general resultados inciertos. Es común entonces que las empresas privadas que requieran conocimiento se asocien con otras empresas para compartir los costos y riesgos y que recurran a socios provenientes de la comunidad científica, los cuales tienen experiencia en tareas de investigación. En el caso de algunas ramas productivas que enfrentan problemas complejos y diversos, como la producción de recursos naturales –que enfrenta problemas de agotamiento de recursos ambientales y sociales (el petróleo, la minería o la agricultura)–, el desarrollo de redes responde a la necesidad de adoptar una multidisciplinariedad de enfoques. El desarrollo de enfoques multidisciplinarios no puede ser resuelto por firmas individualmente sino que requiere del conocimiento que pueden aportar una multiplicidad de actores (Mazzoleni y Nelson, 2007). Es común por lo tanto que en estas actividades se desarrollen interacciones voluntarias de conocimiento entre diversos actores (firmas, OPI, gobiernos) o redes de conocimiento (Lundvall *et al.*, 2002).

Las redes de conocimiento pueden favorecer la innovación y su difusión dentro y fuera de la red.

La literatura ha señalado numerosos ejemplos donde las redes de conocimiento han generado oportunidades para el escalamiento de los actores que participan de la red, no sólo en los países desarrollados sino también en los países en desarrollo (Bell y Giuliani, 2007; Cabral, 1998; Etzkowitz, *et al.*, 2005; Giuliani, 2013; Schmitz y Nadvi, 1999; Stubrin, 2013a, b)².

Es interesante, además, el hecho de que estas redes de conocimiento pueden también afectar positivamente a un número mayor de actores que no participan de ellas, a través de derrames involuntarios del trabajo en red, al estilo de las economías externas *marshalianas*.

Asimismo, dado que en algunos campos de conocimiento científico se aprende en el contexto de aplicación (Stokes, 1997), el desarrollo de redes de conocimiento que involucren actores productivos y científicos y la profundización de las relaciones ciencia-industria genera oportunidades para ampliar la base de conocimiento que puede ser aplicado en otras actividades, dinamizando el sistema en su conjunto.

Pero no todas las redes generan las mismas oportunidades para la innovación y la difusión de conocimiento e innovaciones. Las redes están caracterizadas por diferentes tipos de actores, capacidades, distribución de estas capacidades en la red, y diferentes tipos de relaciones entre esos actores. Los distintos tipos de actores y sus relaciones, a su vez, generan redes con diferentes estructuras (redes más de tipo jerárquico, redes más centralizadas o descentralizadas, redes en las que los actores están más o menos conectados entre sí, etc.).

En general la literatura ha encontrado que *las capacidades de los actores* que participan de la red son un condimento fundamental tanto para la generación de innovaciones como para la difusión de conocimiento dentro y fuera de la red (Giuliani, 2013; Giuliani y Bell, 2005). Por ejemplo, se ha encontrado que las redes en las que participan firmas con mayores capacidades son las que tienen mayor probabilidad de experimentar intercambios de conocimiento y una evolución positiva en el tiempo. Esto es así porque las firmas con mayores capacidades tienen recursos para compartir, y en general buscan complementar sus capacidades con otras existentes en la red. Ellas además tienen más chances de ser buscadas para ser *partners*, y una mayor posibilidad de absorber y re-utilizar el conocimiento que fluye dentro de la red de manera provechosa para ella misma y para la red

2. En el caso de la industria del carbón en Sudáfrica, por ejemplo, la literatura ha documentado cómo la necesidad de lavar por la mala calidad del carbón extraído incentivó el desarrollo de capacidades y productos que migraron a otras áreas –ej., lavado de espirales en las arenas bituminosas de Canadá, (Kaplinsky *et al.*, 2011)– a través de la redes de conocimiento y productivas que se generaron en dicha actividad.

en su conjunto. Así, el conocimiento que llega a actores con mayores capacidades se difunde más extensamente dentro de la red (Giuliani y Arza, 2009). Las firmas con menores capacidades, por el contrario, en general no dominan las técnicas modernas de gestión y carecen de la capacidad para organizar y continuamente mejorar la producción de una manera sistemática (Altenburg y Meyer-Stamer, 1999). Estos autores señalan que en entornos de baja capacidad: “la cultura de la imitación hace que los empresarios sean reacios a compartir cualquier tipo de información; y que existan comportamientos oportunistas o incluso depredadores los cuales pueden dar sus frutos, ya que muchos propietarios de empresas perciben su negocio como una actividad de supervivencia para sostenerlos hasta que surja una mejor oportunidad” (Altenburg y Meyer-Stamer, 1999).

La similitud en los niveles de conocimiento entre los actores también se ha señalado como una variable importante en la explicación de la generación de vínculos y la socialización del conocimiento (Giuliani, 2013; Giuliani y Bell, 2005). Esta favorece la difusión de conocimiento y generación de nuevo y más variado conocimiento dentro del *cluster*. Las empresas, cuando tienen un nivel de conocimiento avanzado, prefieren establecer vínculos de conocimiento con empresas que tienen niveles de tecnología o conocimiento similar. Esto es en parte porque las empresas solo tienen incentivos a generar un vínculo si entienden que pueden beneficiarse de la interacción (Giuliani, 2007). Si las bases de conocimientos son demasiado diferentes, y una empresa es mucho más avanzada que la otra, la vinculación y socialización del conocimiento será menos probable. En el caso de las bases de conocimiento muy diferentes, los problemas que enfrentan las empresas serán diferentes y estarán menos propensas a participar en la ayuda mutua.

Sin embargo, similitud en el nivel de conocimiento de cada actor no significa igualdad en el tipo de conocimiento. En la literatura sobre alianzas, una explicación relativamente establecida es que la creciente participación de las empresas en acuerdos de I+D se debe a que las empresas buscan ‘puertas afuera’ aquellos conocimientos y competencias que no poseen ‘puertas adentro’. Particularmente, en el caso de industrias tecnológicamente más dinámicas, la creciente complejidad y extensión de la base de conocimiento necesaria para competir incentiva a las empresas a establecer alianzas con otros agentes a fin de acceder a nuevo conocimiento. Estas alianzas no se establecen entre dos firmas al azar, sino, fundamentalmente, entre aquellas que comparten cierta base de conocimiento común pero que también tienen cierto conocimiento diferencial que justifica la colaboración (Ahuja y Katila, 2001; Duysters y Schoenmakers, 2006; Gulati y Gargiulo, 1999; Mowery, *et al.*, 1996).

En términos de los tipos de vínculos que se establecen entre los distintos actores dentro de la red, algunos autores sostienen que las redes caracterizadas por relaciones en las que las firmas cooperan repetidamente con los mismos actores (llamado “incrustamiento relacional”) o cooperan con actores con los cuales tienen contactos en común (denominado “incrustamiento estructural”) son generalmente ricas en capital social (Coleman, 1988). En este tipo de redes tienden a minimizarse las conductas oportunistas, ya que las firmas tienen incentivos para preservar su reputación en la red a fin de mantener sus posibilidades de colaboración y participación. Parte de la literatura considera que esas características son valiosas para favorecer la circulación y el intercambio de conocimiento entre los miembros de la red, lo que puede, a su vez, fortalecer la capacidad de innovación de las firmas. Empíricamente, el incrustamiento ha sido encontrado significativo para explicar la capacidad de innovación y aprendizaje de las firmas en industrias como la textil (Uzzi, 1996), la biotecnológica (Ahuja, 2000; Powell *et al.*; 1999) y en las TICs (Hagedoorn y G., 2000).

La literatura ha enfatizado también el valor de la reciprocidad (Ahuja *et al.*, 2012; Giuliani, 2013). Hay reciprocidad cuando cada firma da y recibe. Se argumenta que esta característica favorece el desarrollo de vínculos y la socialización del conocimiento ya que reduce los desequilibrios y las relaciones de poder. Además, la reciprocidad actúa de forma contraria al oportunismo. Una reputación de comportamiento oportunista no favorece la socialización y circulación de conocimiento, por el contrario, la reciprocidad favorece la socialización del conocimiento y el desarrollo de nuevos vínculos.

Una característica que ha atraído creciente atención son los vínculos o lazos con agentes situados fuera de la red, los cuales son críticos para favorecer y sostener la competitividad de las empresas, ya que pueden proveer nuevo conocimiento y renovar sus bases de conocimiento (Breschi y Malerba, 2001). Estos vínculos pueden ser especialmente importantes en actividades nuevas y dinámicas, sujetas a fuertes cambios tecnológicos, ya que el establecimiento de vínculos con agentes externos a la red (con los cuales no se tiene vínculos previos ni se está indirectamente conectado) puede permitir el acceso a conocimiento nuevo y diverso, así como a recursos que permitan obtener una ventaja en el mercado o simplemente evitar un *lock-in* tecnológico. Por ejemplo, en la industria biotecnológica (Rees, 2005) y en la de semiconductores (Rosenkopf y Almeida, 2003), las alianzas con agentes localizados en otras regiones fue encontrada valiosa para renovar la base de conocimiento de los agentes.

Algunos autores dentro de la literatura de redes han alertado acerca de la posibilidad de un *trade off* entre el grado de agrupamiento de la red³⁴ (o incrustamiento estructural como ha sido denominado más arriba) y los vínculos externos. Se argumenta que una estructura de red de alto grado de agrupamiento puede restringir lazos con potenciales nuevos colaboradores y, por lo tanto, limitar la afluencia de nuevas ideas (Ahuja, 2000). Burt (1992), por ejemplo, señala que los “agujeros estructurales”, que surgen cuando “mis amigos no son amigos entre ellos”, generan ventajas en términos de acceso a conocimiento diverso y no redundante. En consecuencia, para este autor, redes pococlusterizadas (con bajo grado de agrupamiento) que muchas veces coinciden con redes de bajo grado de aglomeración (baja densidad), serían más beneficiosas para la difusión y creación de conocimiento.

Para Cowan (2007), la estructura de red más eficiente para la difusión de conocimiento depende crucialmente de los niveles y la distribución inicial del conocimiento entre los actores. En un contexto tal que inicialmente todos los agentes tienen altos y similares niveles de conocimiento, establecer contactos fuera de la red no reporta demasiados beneficios. En estos casos una red con altos niveles de agrupamientos es suficiente para obtener buenos resultados. En cambio, en un contexto en que inicialmente cada agente conoce relativamente poco del universo de conocimiento posible, el conocimiento suele estar disperso entre distintos agentes de la red. En este tipo de contexto, una red con “agujeros estructurales” se torna eficiente, ya que cada firma debe adquirir nuevo conocimiento donde sea que éste se ubique en la red.

Para ciertas estructuras de red, este *trade off* se reduciría o dejaría de existir en la medida en que se combinan al mismo tiempo altos grados de agrupamiento y conexiones con agentes externos a la red. La red de “mundo pequeño”⁵, que es empíricamente relevante⁶, tiene una estructura que presenta altos grados

3. El *coeficiente de agrupamiento* de un nodo i es la cantidad de veces que ocurre que los nodos a a los que está vinculado están a su vez conectados entre ellos. Consiste en medir todos los pares de nodos que están conectados directamente con i , y luego calcular cuántos de éstos están a su vez conectados entre sí. A partir de los coeficientes de agrupamiento para cada nodo de la red se puede calcular el *grado de agrupamiento promedio* de la red.

4. Esta característica se conoce también como ‘transitividad’, ‘cliquishness’ y ‘clustering’.

5. El nombre “mundo pequeño” se debe al experimento con el mismo nombre realizado por Milgram (1967) en Estados Unidos (experimento también conocido como los “seis grados de separación”). Milgram descubrió que cada ciudadano estadounidense se encuentra, en promedio, a una distancia social de seis pasos de cualquier otro. Este resultado mostró que en redes grandes (como es el caso de la población de Estados Unidos), si bien los individuos tienen una red de contactos relativamente clusterizada (“mis amigos son amigos entre ellos”), cada individuo tiene lazos con otros fuera de su círculo cercano. Este último tipo de vínculos permite reducir fuertemente la distancia social entre dos nodos cualesquiera, sin que el *coeficiente de agrupamiento promedio* de la red se vea afectado significativamente.

6. Distintos trabajos empíricos han señalado que un número importante de redes reales sigue la estructura de las redes de “mundo pequeño”, como, por ejemplo, la red de actores de Hollywood (Watts y Strogatz, 1998), la red de alianzas estratégicas entre (Verspagen y Duysters, 2004) o la red de co-autorías de trabajos científicos (Barbási, 2002).

de agrupamiento, pero simultáneamente algunos nodos establecen también vínculos con otros con los que no tienen lazos en común. Una sociedad con estructura de mundo pequeño sería una sociedad en la que cada persona tiene muchos amigos (que a su vez son amigos entre ellos) y algunos conocidos. Esos conocidos son los que permiten unir la red, estableciendo uniones entre grupos de amigos. Este tipo de lazos tienen un gran valor no solo para acortar la distancia entre los nodos de la red, sino también para permitir que los recursos (como por ejemplo el conocimiento) circulen por ella (Granovetter, 1973).

En suma, la literatura destaca la importancia de algunas dimensiones de la red (tanto en términos de las características de los nodos como de los vínculos) para el buen desempeño de las redes de conocimiento en cuanto a generación de innovaciones y difusión de conocimiento.

Hay claridad acerca de la importancia de las capacidades micro de los actores y la red en su conjunto. Las redes caracterizadas por actores más capaces favorecen la innovación y los vínculos dentro y fuera de ellas. Asimismo, también se valora una distribución equitativa de las altas capacidades, la existencia de complementariedades y la reciprocidad de los intercambios. Por el contrario, las redes que concentran gran parte del conocimiento en unos pocos actores que se vinculan con otros en relaciones unidireccionales no favorecen la generación y difusión de conocimiento conjunto y tienden a no cambiar sus características estructurales.

También parece haber bastante consenso acerca de la importancia de ciertas características estructurales de las redes, las cuales favorecen la socialización del conocimiento y la innovación de la red en su conjunto. Las redes mayormente conectadas (aglomeradas o con pocos nodos aislados), densas (donde se efectiven la mayor cantidad de vínculos posibles), que están poco centralizadas y con altos coeficientes de agrupamiento parecen favorecer la difusión y creación de nuevo conocimiento, ya que favorecen su socialización. La literatura ha enfatizado además la importancia de la apertura a conexiones externas. Se argumenta que en la medida que estas puedan combinarse con altos grados de densidad, mejorará la capacidad de la red de creación y difusión de conocimiento. Esto es especialmente cierto en los casos en los que las capacidades de los actores de la red no sea alta en promedio y/o estas capacidades no estén bien distribuidas entre los actores de la red.

En base a estas ideas entendemos que las redes tenderán a ser más efectivas para la creación y difusión de conocimiento y por lo tanto crearán más oportunidades para la innovación en tanto y en cuanto:

En relación a las capacidades:

1. La capacidad promedio de los actores es alta
2. Todos los actores tienen un mínimo (alto) de capacidades
3. Especialmente de los actores que ocupan un lugar central de la red como emisores de conocimiento

En relación a la estructura

4. Altos niveles de aglomeración
5. Niveles altos de cohesión que minimizan comportamientos oportunistas

En relación a la apertura de la red

6. Se establecen lazos fuera del núcleo central de la red definido como los nodos que producen recursos naturales y sus vínculos directos.
7. Los actores externos al núcleo tienen capacidades altas en relación al núcleo

En lo que sigue en este trabajo, luego de presentar los casos (sección 3), las fuentes de información (sección 4), y una descripción de las principales características de las cuatro redes estudiadas (sección 5), analizamos las redes (sección 6) en relación a las capacidades de sus actores, su estructura y sus niveles de apertura.

LOS SECTORES ESTUDIADOS Y SUS REDES DE CONOCIMIENTO PARA LA INNOVACIÓN

Estudiamos las actividades innovativas y redes de conocimiento en cuatro sectores de RRNN en cuatro países: el ganadero en Argentina, el forestal en Uruguay, el agrícola, de producción de trigo en Paraguay, y el minero, de extracción de cobre en Chile. Estos sectores seleccionados han encarado recientemente esfuerzos innovativos importantes para enfrentar nuevos desafíos.

Sector ganadero en Argentina⁷

Analizamos la red de conocimiento en mejoramiento genético bovina. Argentina es un productor de carne reconocido internacionalmente por la calidad de sus carnes, que se obtiene gracias a una larga tradición de mantenimiento, certificación y mejoramiento de su pedigree, a través de las asociaciones de criadores de las diferentes razas fundadas a principios del siglo XX (en particular Angus, Hereford, Brangus y Bradford). Actualmente, el sector explica alrededor de 18% del PBI agropecuario argentino (el cual explica entre 8% y 9% del PBI nacional).

El sector ganadero argentino atraviesa en la actualidad dos situaciones poco favorables para su desarrollo. Por un lado, ha aumentado la frontera agrícola desde mediados de los años '90, lo cual que redujo la cantidad de tierra disponible para la ganadería. Por otro lado, una serie de políticas públicas orientadas a garantizar la provisión de carne en el mercado doméstico ha generado incertidumbre y malestar en el sector. Es probable que el contexto no sea el más propicio para la innovación, pero sin embargo se ha podido observar un proceso de intensificación productiva orientado a incrementar la eficiencia productiva, y aumentar la calidad, utilizando mejoramiento genético. Según algunos autores, estas prácticas han permitido mantener el stock ganadero bovino relativamente estable. Este ronda los 50 millones de cabezas y es similar al de los años setenta.

La innovación en el sector ganadero está orientada fundamentalmente a cambiar/mejorar las características de los animales, para satisfacer las necesidades de los productores, las cuales pueden ser muy variadas, dependiendo de cuestiones tales como el tipo de actividad que realicen (por ejemplo, producción

7. Esta sección fue tomada en gran medida del estudio argentino de este proyecto (Arza, et al., 2014)

de carne o lechera), el tamaño de las explotaciones, dónde están localizadas, si producen para el mercado externo o local, etc. En general, sin embargo, las innovaciones más comunes están orientadas a mejoras genéticas de parámetros reproductivos y sanitarios, para optimizar las condiciones de producción y mejorar índices productivos, incrementar la competitividad y rentabilidad y disponer de terapias adecuadas ante las enfermedades animales más comunes. Esta mejora genética se transmite con la propiedad del animal reproductor (cuando se hace en remates); o a través de la venta de semen o embriones de reproductores seleccionados.

El mejoramiento genético se apoya en dos tipos de herramientas, las que provienen de la genética cuantitativa⁸ y las biotecnológicas. Si en la red estudiada aparecen actores que investigan o aplican ambos tipos de herramientas, la construcción de la red se realizó a partir de los vínculos identificados por una empresa que provee servicios biotecnológicos, es decir, es una red primordialmente capta intercambios de conocimientos asociados al uso de la biotecnología para mejoramiento bovino.

Las herramientas biotecnológicas son utilizadas para modificar el perfil genético del animal en base al cruzamiento convencional utilizando genética seleccionada. Las técnicas que se utilizan más frecuentemente en Argentina son las modificaciones genéticas a partir de inseminación artificial, la fecundación in-vivo, la fecundación in-vitro y el sexado de embriones y de semen (la clonación y los cambios transgénicos no se usan frecuentemente).

La inseminación artificial consiste en inseminar por métodos artificiales a una vaca reproductora seleccionada utilizando semen también seleccionado. La implantación de embriones puede ser in vivo o in vitro, generando la preñez de vacas receptoras sin ser responsables genéticamente de la progenie. La técnica de sexado permite, con una elevada tasa de éxito, seleccionar el sexo de los animales a partir del semen o, luego de producida la fecundación, a partir de los embriones. Esta técnica posee un gran valor económico al poder, por ejemplo, los establecimientos lecheros incrementar las pariciones de hembras, o los establecimientos dedicados a la comercialización de reproductores, multiplicar los rodeos de machos con características deseables.

8. La genética cuantitativa genera índices que sirven para evaluar las características de los animales en términos de variables de interés económico (por ejemplo, peso al nacer, peso al destete, ternera de la carne, cantidad y ubicación de la grasa, niveles de producción de leche, etc.). Este índice es luego utilizado para informar la toma de decisiones en los procesos de selección que realizan las empresas "productoras" de animales reproductores (cabañas) para conseguir el mejoramiento genético.

Sector minero en Chile⁹

En la minería, analizamos la red que se ha formado para generar y adaptar conocimiento en el desarrollo tecnológico de soluciones que utilizan microorganismos, tales como los desarrollos orientados a la biolixiviación¹⁰.

La industria minera ha jugado un rol central en el crecimiento económico de Chile, principal productor de cobre del mundo (34% de la producción mundial) y dueño de casi el 30% de las reservas de cobre que existen a nivel mundial. En el año 2012 el valor de la producción minera en Chile representó 12% del PIB, las exportaciones mineras alcanzaron un valor equivalente al 60% de las exportaciones nacionales, y el aporte que hizo la actividad al erario público fue equivalente al 14% de los ingresos fiscales¹¹.

El sector minero ha encarado recientemente importantes esfuerzos de innovación para enfrentar los numerosos desafíos que enfrenta, pues, aunque se espera que la demanda por cobre siga siendo significativa, las minas son cada vez más complejas de operar, las leyes del mineral son más bajas, la roca es más dura, los costos de la energía y el agua son más elevados y los estándares ambientales y sociales son más exigentes. Uno de los esfuerzos más significativos ha sido el desarrollo de proveedores, que ha generado importantes mejoras en las capacidades innovativas del sector.

En la actualidad es posible sub-contratar cada paso del proceso de producción minera. Actividades enteras que se han realizado en el pasado dentro de las grandes compañías mineras del mundo ahora son realizadas por empresas independientes (Urzúa, 2007). Como consecuencia de esto, ha surgido un nuevo sector de proveedores de servicios mineros especializados, que hace uso intensivo de conocimiento, el cual en asociación con los propios de las mineras y los programas de desarrollo de proveedores que se llevan adelante está incrementando significativamente las capacidades innovativas del sector. Un estudio reciente de la Fundación Chile (Fundación Chile, 2012, 2014), ha concluido entre otras cosas, que los proveedores mineros poseen altas tasas de innovación, significativamente mayores que las observadas en la industria tanto nacional como minera.

9. Esta sección fue tomada en gran medida del estudio de Benavente y Goya (2011).

10. Esta red sin embargo incluye otras empresas clientes de la proveedora de servicios a la minería, más allá de las mineras, y la transacción de otros servicios, además de la biolixiviación.

11. Si consideramos una serie de tiempo de las dos décadas pasadas, la participación de la minería en el PIB se ha ubicado en torno al 13%, con picos de 20% y mínimos de 7%. Las exportaciones mineras han representado el mencionado 60% y el aporte a las arcas fiscales ha sido en promedio cercano al 19%.

Son de particular importancia los proveedores de servicios basados en conocimiento científico, como la biotecnología. La minería del cobre ha utilizado por años el proceso de flotación para separar el mineral de la roca. Este proceso (que utiliza agua, químicos y electricidad para inducir un proceso físico-químico para extraer el mineral de la roca basado en burbujas de aire) es muy demandante de agua y energía y no funciona bien cuando queda poco mineral. Un nuevo proceso que se está utilizando crecientemente basado en biotecnología, es el de biolixiviación, que utiliza bacterias que “comen” la roca y separan el cobre de la misma. Este no demanda agua o energía y se utiliza típicamente en el material residual que queda de los procesos anteriores, cuando no se puede recuperar más cobre económicamente por métodos tradicionales.

Actualmente, alrededor del 10% de la producción total de cobre en Chile se obtiene a través de biolixiviación (más de 500 mil toneladas de cobre fino). Pero se estima que la participación de esta tecnología se incrementará en tanto y en cuanto las fuentes del mineral se vayan acabando. En 2009, había siete operaciones de biolixiviación, controladas por cinco grupos mineros diferentes (Cochilco, 2009).

Sector de producción de trigo en Paraguay¹²

En el sector de producción de trigo, estudiamos una red de conocimiento formada para el desarrollo y difusión de mejores prácticas agrícolas y el desarrollo y utilización de semillas mejoradas genéticamente para adaptarlas a las condiciones locales de las diferentes zonas agrícolas del Paraguay.

En un país fuertemente agrícola como Paraguay –en donde el sector agropecuario explica el 27% del PBI, el 29,40% del empleo y el 45,6% de las exportaciones totales del país– y con una agricultura en expansión, la producción de trigo es considerada crítica debido a que este cereal ocupa un lugar prioritario en la canasta alimentaria de los pobladores. Hacia finales de la década del ochenta, gracias al uso de variedades de mejores rendimientos y tecnologías de producción más eficiente (fertilizantes, control químico de enfermedades, cultivo en las épocas adecuadas, etc.), el país logró autoabastecerse y exportar trigo. Hoy en día la producción del trigo ocupa el quinto lugar entre los granos más importantes que produce el país, con más de 600 mil hectáreas sembradas.

En un contexto de gran expansión de la soja en el país (la soja actualmente ocupa más de 2,8 millones de hectáreas y se sigue expandiendo), el sector del trigo paraguayo ha encarado recientemente un esfuerzo significativo de innovación, basado en la

12. Esta sección fue tomada en gran medida de Marinet *al.* (2014) y del estudio paraguayo de este proyecto (Servín y Rojas Viñales, 2014).

difusión de nuevas y mejores prácticas agronómicas y en el mejoramiento genético de semillas, con el objetivo de mantener la producción incrementando eficiencia y expandiéndose hacia zonas naturalmente no aptas para el trigo.

Un ejemplo de difusión de mejores prácticas agronómicas es la difusión de la siembra directa, una técnica de cultivo sin alteración del suelo mediante arado. Las mejoras genéticas en semillas han estado orientadas a encontrar mejores semillas que se adapten a las condiciones agro-ecológicas en las que son utilizadas y a los gustos y necesidades de los consumidores. Durante muchos años, casi desde el comienzo de la agricultura, estas mejoras se obtuvieron utilizando técnicas convencionales de mejoramiento, es decir, cruzando sexualmente plantas y seleccionando las mejores variedades. Sin embargo, a partir de avances sustanciales en las bases de conocimientos relacionadas a la producción de semillas, como la genética, la biología molecular y la agronomía, ha aumentado considerablemente en los últimos años el espacio de posibilidades para mejorar las semillas. Ahora se puede hacer cruzamiento clásico pero asistido por biología molecular, lo que aumenta considerablemente la eficiencia de los procesos, o se puede inducir cambios genéticos, usando genes de la misma especie, a través de la mutagénesis, o usando genes de otras especies, usando transgénesis. La elección depende en definitiva de cuestiones como las regulaciones, que son muy estrictas en torno a la utilización de algunas formas de manipulación genética; los gustos de los consumidores, que siguen en muchos casos rechazando los alimentos producidos con semillas transgénicas; y las posibilidades tecnológicas y de apropiabilidad abiertas para los cultivos específicos en cuestión en la actualidad. En el caso del trigo, de hecho, que es un cereal que se utiliza para producir alimentos que van directamente a la canasta alimentaria de las familias, la transgénesis no es muy utilizada en el mundo.

Sector forestal en Uruguay¹³

En el caso del sector forestal analizamos las redes de conocimiento generadas para el desarrollo de dos actividades centrales al proceso innovativo forestal: (a) las actividades de los viveros, la cuales son cruciales para llevar al campo con éxito las nuevas especies y (b) las actividades de los laboratorios de micropropagación.

Los productos forestales son el tercer producto más exportado en Uruguay (luego de la carne y la soja) y se estima que en unos años, luego de incorporada la nueva producción de la empresa Montes del Plata en 2013, la producción forestal pasará a constituir el primer producto de exportación del país.

13. Esta sección fue tomada en gran medida del estudio uruguayo de este proyecto (Aboal *et al.*, 2014).

Esta expansión significativa en la importancia del sector responde en parte a la expansión en el área forestada, que pasó de 650 mil hectáreas a 1 millón en los últimos años. Sin embargo, los indicadores de producción forestal indican una expansión en producción más significativa que la expansión en el área destinada a la producción forestal. La extracción se multiplicó por más de tres en el período 2000-2011; mientras que era de aproximadamente 3 millones de metros cúbicos en el año 2000, ascendió a 10 millones de metros cúbicos en el año 2011. La innovación y cambios tecnológicos jugaron un papel clave en esta expansión. En verdad, algunos estudios en el país han identificado que el crecimiento en la productividad agropecuaria del sector está explicado en gran medida por innovaciones llevadas adelante en las actividades agrícolas (cultivos) y forestales (Bervejillo *et al.*, 2011).

La innovación ha estado orientada en gran medida a inducir cambios genéticos en las especies que se utilizan para la producción. El mejoramiento genético tiene un fuerte impacto en la cadena de valor, al permitir el pasaje de una forestación tradicional a una clonal. La identificación de especies cuya madera tiene características de excelencia debido a mayor densidad y rendimiento pulpable, resistencia al frío y enfermedades, permite posteriormente la reproducción de ejemplares seleccionados, teniendo esta selección un gran impacto para los eslabones siguientes de producción.

Las primeras etapas de este proceso incluyen: identificar la especie que se va a poner a ensayo, 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 evaluación clonal. En estas etapas, además, hay una continua interacción con los laboratorios para examinar la potencialidad y calidad de la madera. En estas pruebas se identifican especies mejor adaptadas a los distintos ambientes y luego se reproducen en los laboratorios de micro-propagación.

El cultivo *in vitro* o 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. 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–. Finalmente, en la etapa de aclimatación, las plantas micro-propagadas se adaptan al ambiente donde crecerán.

FUENTES DE INFORMACIÓN

El principal objetivo de este trabajo es reconstruir y caracterizar las redes asociadas a la satisfacción de las necesidades de conocimiento de un sector de RRNN diferente en cada país.

En cada país se seleccionó un actor clave del ámbito productivo definido en la sección previa y se identificó en primera instancia la red de actores con los que se vinculaba para intercambiar conocimiento. En Argentina y Uruguay, la red se conformó alrededor de un actor en un campo de conocimiento específico (mejoramiento bovino en Argentina y mejoramiento genético y micropropagación en Uruguay). En Paraguay, en cambio, la red se construyó en asociación a un proyecto específico de innovación que impulsaba un consorcio de tres actores claves. En Chile, la red de actores se construyó en torno a una empresa proveedora de servicios biotecnológicos a la minería, pero los vínculos identificados no necesariamente se circunscribían a dicho campo de aplicación. Esta diferencia en la concepción de las redes constituye una limitación metodológica para la comparación en los cuatro países.

El actor central (que denominamos ego) de la red estudiada en Argentina fue la empresa IRAC-Biogen, una empresa dedicada a la formación, investigación y transferencia de técnicas de reproducción animal y a la prestación de servicios, adaptando tecnologías de reproducción de acuerdo a las necesidades de los productores ganaderos. En Chile fue la empresa AGUAMARINA S.A., un laboratorio privado que se dedica a brindar soluciones para la mediana y gran minería y también otros sectores sobre la base del uso de microorganismos. En Uruguay fue la parte de la empresa multinacional UPM-Forestal Oriental, que persigue el objetivo de optimización de la productividad forestal en zonas frías, fundamentalmente mediante mejoramiento genético de variedades adaptándolas a los climas de la región. Como ésta es una empresa que integra varias etapas en la producción de pasta celulosa, el caso de estudio se focalizó en el vivero Santa Ana, construido para dicho fin, y el laboratorio de micro-propagación que funcionaba en el viejo vivero. En Paraguay fueron los actores CAPECO (Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas), IPTA (Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria) e INBIO (Instituto de Biotecnología Agrícola). Estos tres actores lideran el Proyecto de Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay.

El trabajo de campo en los cuatro países se desarrolló entre diciembre de 2013 y abril de 2014 e incluyó la realización de entrevistas estructuradas y en profundidad. La Tabla 1 menciona la cantidad de entrevistas realizadas en cada

país por tipo de actor. En las entrevistas semi-estructuradas, todos estos países utilizaron un cuestionario en común previamente consensuado por los equipos. Las entrevistas en profundidad permitieron construir el listado inicial de los actores que pertenecían a cada red, delinear el camino para el trabajo subsecuente – fundamentalmente en la selección de actores a entrevistar– y contextualizar cada caso de estudio.

El cuestionario fue diseñado para captar distintos tipos de vínculos de conocimiento de cada actor con otros actores del listado previamente construido. También se permitía que los actores entrevistados identificaran otros nodos por fuera del listado con quienes tenían vínculos de conocimiento. En Argentina, la cantidad de actores que fueron reconocidos como parte de la red ascendió a 135, en Chile a 66, en Paraguay a 26 y en Uruguay a 68.¹⁴

Naturalmente, las circunstancias de cada actor y entrevista realizada condicionan las posibilidades de recordar y registrar de forma completa y precisa cada tipo de vínculo. Por ello, puede pensarse que la red que se ha obtenido muestra una construcción mínima o un cimientito del verdadero conjunto de entidades y conexiones existentes. En el apartado siguiente describimos las principales características de cada red.

14. En Paraguay el número total de actores identificado es mucho menor porque se trata exclusivamente de actores vinculados a un proyecto específico.

Tabla 1: Actores entrevistados en cada país¹⁵

PAÍS	Cantidad de entrevistas en profundidad	Cantidad de entrevistas semiestructuradas	Empresa "ego"	Tipo de actor entrevistado	Cantidad de actores	Período en que fue realizado el trabajo de campo
Argentina	4	16	IRAC-BIOGEN	Empresaprivada	8	Última semana de diciembre 2013 y febrero-marzo de 2014
				Organismo Público de Investigación	2	
				Universidad	6	
Paraguay	12	12	CAPECO-IPTA-INBIO	Empresaprivada	5	Marzo-abril de 2014
				Organismo Público de Investigación	1	
				ONG	1	
				Otros (Cooperativas)	5	
				Empresaprivada	6	
Uruguay	3	17	UPM Forestal Oriental	Empresa Multinacional	4	Enero-abril de 2014
				Organismo Público de Investigación	2	
				Universidad	2	
				ONG	1	
				Otros	2	
				Empresaprivada	4	
Chile	4	8	AGUAMARINA S.A.	Empresa Multinacional	1	Febrero-marzo de 2014
				Laboratorio Privado	1	
				Asociación	1	
				Otros	1	

¹⁵ En Anexo A se presenta un listado exhaustivo de los actores entrevistados en cada país.

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ACTORES QUE PARTICIPAN EN CADA RED

Argentina: La red de servicios de mejoramiento genético bovino¹⁶

En la red de mejoramiento genético bovino estudiada en el caso **argentino** participan diferentes actores. En primer lugar, están las cabañas, cuyo negocio es la venta de la genética de los reproductores a través de remates o de catálogos. Muchas veces, las cabañas tienen también centros de inseminación y venden semen y embriones.

En segundo lugar, aparecen otros actores privados; las empresas proveedoras de servicios de genética. A ellas suelen acudir las cabañas para recibir asesoramiento y asistencia técnica en técnicas de reproducción animal para el mejoramiento genético. Estas empresas dominan técnicas y *expertise* del ámbito científico y constituyen un actor clave para las actividades de innovación de la cadena (Bisang *et al.*, 2009).

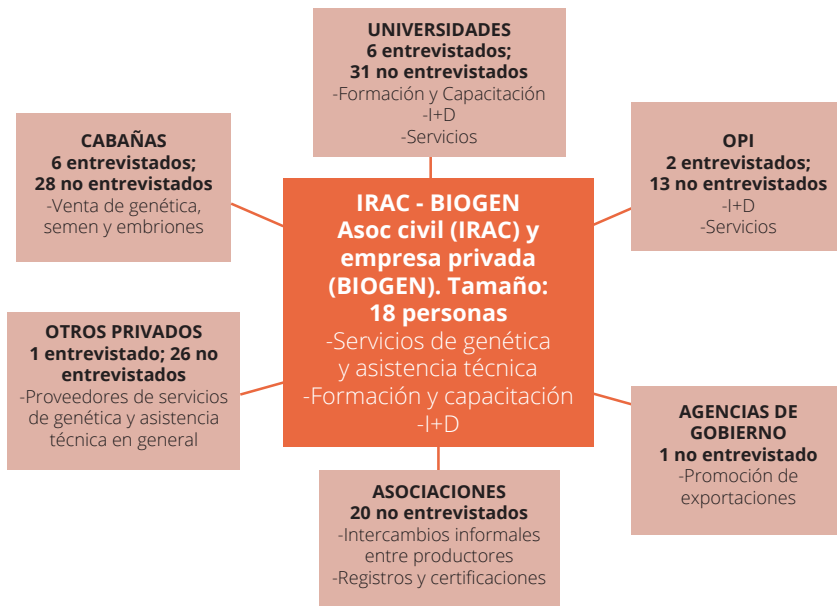
El tercer grupo son los actores del ámbito de investigación pública. Algunos actores dentro de este grupo producen conocimiento científico básico o aplicado útil para el desarrollo de herramientas biotecnológicas o de genética cuantitativa funcionales al mejoramiento genético. Las universidades también realizan una actividad importante al colaborar con la capacitación de los profesionales que luego se emplean como técnicos en el ámbito privado. Sin embargo, los actores en este grupo son muy heterogéneos y en el grueso de los casos las universidades parecerían concentrarse exclusivamente en actividades de docencia, relegando las actividades de investigación. Sí se han registrado casos en los cuales los actores privados, fundamentalmente cabañas, reciben a estudiantes universitarios para la realización de prácticas diversas (en eventos como jornadas o también aceptando pasantes), entablando un vínculo que podría denominarse de capacitación conjunta. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, por su parte, tiene un rol activo en la transferencia de conocimiento estandarizado y en tareas de extensión que favorecen el desarrollo productivo.

Finalmente, un cuarto tipo de actor son las diversas asociaciones que nuclean a las cabañas de acuerdo, fundamentalmente, a las razas bovinas con las que

16. Esta sección fue tomada en gran medida del estudio argentino de este proyecto (Arza *et al.*, 2014).

realizan sus actividades, promoviendo eventos y jornadas de intercambio, así como también el registro y seguimiento de los ganados. Podría decirse que estas asociaciones son un punto de encuentro informal entre privados, al tiempo que colaboran con la difusión de información que puede ser útil para las decisiones de cada cabaña. Sin embargo estos vínculos resultan muy heterogéneos y variables de acuerdo a cada asociación y en cuanto al grado de participación de las cabañas en cada una de ellas. Estas asociaciones tienen convenios de vinculación con la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires y con el Instituto de Genética del INTA. Estos institutos públicos les proveen servicios de evaluación genética mediante las herramientas de genética cuantitativa, de los rodeos de toros existentes (y también otros servicios como la evaluación a través de imágenes ecográficas). Las asociaciones luego se encargan de difundir los resultados entre las cabañas.

Esquema del caso de estudio argentino



El actor ego de la red argentina fue identificado dentro del segundo grupo (empresas de servicios tecnológicos). Se trata de la empresa IRAC-Biogen, que se dedica a la investigación, desarrollo, capacitación y aplicación de tecnologías de reproducción animal avanzadas. IRAC-Biogen divide sus actividades en dos tipos: investigación/capacitación y desarrollo de productos, transferencia y

comercialización. Para esto cuenta con dos instituciones diferentes, una dedicada a la investigación y capacitación y la otra a la venta de servicios. El IRAC (Instituto de Reproducción Animal Córdoba), se dedica a la investigación y la formación de posgrado de profesionales del área. En él se investiga en temáticas de reproducción in vivo, in vitro, congelamiento de semen y embriones, superovulación y sexado de embriones y espermatozoides, entre otras técnicas biotecnológicas. Se pone énfasis en la formulación de protocolos de trabajo para hacer posible la aplicación de técnicas de elevada complejidad por parte de los productores locales. En Biogen, el pilar comercial de la institución, se brindan servicios de transferencia tecnológica, asesoramiento y soluciones a medida para satisfacer las demandas de los productores ganaderos. La exportación de genética es también una de las actividades regulares de la empresa, con una búsqueda continua de ampliación de mercados. Entre sus hitos de conocimiento puede mencionarse el desarrollo de tecnologías de reproducción de bovinos in vitro que comenzaron a aplicarse por primera vez en Argentina en el año 2012.

IRAC-Biogen establece una suerte de patrocinio tecnológico para muchas cabañas, tanto desde el lugar de la transferencia tecnológica así como también desde la formación y la prestación de servicios que requieren mayor sofisticación científica. Por otro lado, los vínculos con centros de investigación y universidades también están presentes, ya que la empresa posee con ellos desde intercambios informales de conocimiento hasta investigaciones conjuntas. Una variedad de actores internacionales se vinculan con la empresa en actividades de formación conjunta (con empresas o universidades) y también recibiendo asesoramiento, formación o realizando investigaciones con especialistas extranjeros en temas de reproducción animal.

Chile: La red de servicios biotecnológicos a la minería¹⁷

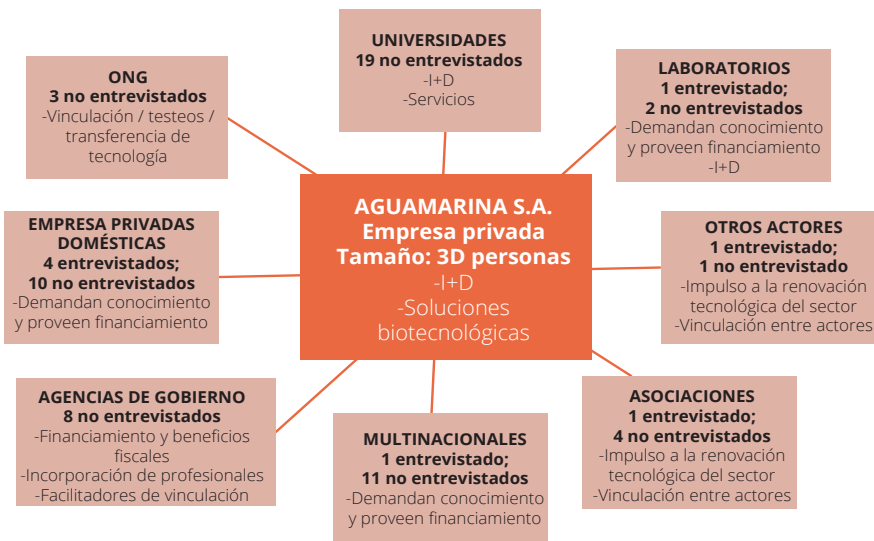
La red de conocimiento para el desarrollo tecnológico de soluciones que utilizan microorganismos en el sector minero **chileno** está conformada por las empresas mineras, sus proveedores, y los actores de gobierno que promocionan el sector.

Muchos de estos actores están asociados en un Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM), también denominado Cluster Minero, liderado por BHP Billiton y Codelco, apoyado por el sector público y coordinado por Fundación Chile. El PPCM ha contribuido a que un sector productivo muy conservador comience a dar importancia estratégica a la innovación, apostando a una innovación abierta junto a proveedores como mecanismo para responder a desafíos de la industria. La Fundación Chile provee una plataforma abierta

17. Esta sección fue tomada en gran medida del estudio chileno de este proyecto (Benavente y Price, 2014).

para la integración y vinculación de actores dispersos, asumiendo roles que la industria no asume espontáneamente. En particular, se encarga de administrar el proceso de levantamiento de desafíos, el que depende de las necesidades de las empresas mineras. Una vez que se junta un número significativo de desafíos, se los clasifica siguiendo una metodología desarrollada por VTT (centro de excelencia finlandés), en el marco de una alianza entre este centro y Fundación Chile. Esta clasificación genera un mapa de desafíos a corto, mediano y largo plazo. Luego, utilizando una plataforma online, se hace el llamado a proveedores. El desarrollo de los proveedores cuenta también con el apoyo de una asesoría experta, dada por una red de aceleradoras basadas en universidades de distintas regiones del país. Otro aspecto que conviene destacar se refiere a la importancia que tiene la relación del Cluster Minero con el Estado, la cual es crecientemente más relevante. En efecto, tanto el Ministerio de Minería como el de Economía han apoyado al programa.

Esquema del caso de estudio chileno



El actor ego estudiado en el caso chileno es Aguamarina SA, una empresa de capital nacional proveedora de soluciones para la minería de mediana y gran escala en base al uso de microorganismos que pertenece a dicho Cluster. Uno de sus productos más destacados, y con el cual comenzó a relacionarse con un número significativo de empresas mineras, consiste en una solución biotecnológica para reducir la cantidad de material particulado en suspensión. También han

desarrollado soluciones y servicios en materia de biolixiviación bacteriana, lo cual impacta significativamente la rentabilidad de las empresas, pues permite recuperar metales desde minerales de baja ley y disminuir los tiempos de operación. Asimismo, también ha diseñado soluciones para la evaluación de recursos hídricos de uso industrial, combinando técnicas tradicionales de medición de corrosión con modernas tecnologías de análisis microbiológico. Finalmente, también ha desarrollado aplicaciones para combatir el problema de contaminación (deshechos) de la minería utilizando bacterias

Esta empresa mantiene relaciones con actores públicos y privados, en el ámbito productivo y académico, tanto en Chile como en el extranjero. Así, se destacan las alianzas comerciales que Aguamarina ha establecido con cuatro empresas nacionales y con una extranjera y que le han permitido escalar sus desarrollos tecnológicos; la principal fuente de valor agregado de Aguamarina es el desarrollo de soluciones tecnológicas y no su empaquetamiento ni su comercialización.

Aguamarina mantiene también una importante red de contactos con centros de investigación en Japón, Estados Unidos y Alemania, y vínculos con entidades gubernamentales, destacando el apoyo que ha recibido de los programas del Estado de Chile a través de CONICYT, que le han permitido incorporar destacados doctores a su laboratorio, y los de Innova CORFO, que otorgan subsidios directos y franquicias tributarias para proyectos de I+D.

Asimismo, la empresa se relaciona con universidades locales y nacionales, destacando los vínculos con la universidad de Antofagasta y con el Centro de Innovación Anacleto Angelini, asociado a la Universidad Católica de Chile, en el cual la empresa realiza testeos de prototipos.

Muchos de los actores con que se relaciona Aguamarina se relacionan a su vez entre ellos, en aspectos que incluyen actividades de investigación, capacitación y transferencia tecnológica. Así, el análisis indica que la red de conocimiento para esta industria es compleja, por cuanto en ella intervienen organizaciones con misiones muy disímiles, tales como organismos académicos, empresas, reparticiones públicas y centros de investigación, nacionales y extranjeros, con y sin fines de lucro, públicos y privados.

En particular, hemos visto que las empresas con las que Aguamarina ha establecido alianzas estratégicas se relacionan a su vez con una serie de organismos académicos nacionales, entre los que destacan las universidades de Chile, Católica de Chile, Católica de Valparaíso, de Concepción, San Sebastián, Andrés Bello y Técnica Federico Santa María. Entre los centros internacionales

destacan las universidades de Stanford, Carnegie Mellon, Birmingham, Louven y Beijing, y el INRIA. Estas instituciones aportan el trabajo de expertos en disciplinas muy específicas.

Paraguay: La red de mejoramiento genético de trigo¹⁸

En el caso **paraguayo** la red de conocimiento en mejoramiento genético y de capacidades en la producción de trigo se identificó en torno a una iniciativa de la Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO) que en 2003 impulsó el *Proyecto de Fortalecimiento de la Investigación y Difusión del Cultivo de Trigo en el Paraguay*, con la participación del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), mediante un acuerdo tripartito firmado entre las partes. Actualmente se han incorporado al Proyecto el Instituto de Biotecnología Agrícola (INBIO)¹⁹ y el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), entidad estatal autárquica. El CIMMYT ha disminuido su participación.

Este proyecto está orientado al desarrollo de innovaciones y formación de capacidades tecnológicas en el sector trigo. Específicamente tiene como propósito el mejoramiento genético del trigo, como así también la identificación de las mejores prácticas agronómicas acordes a las condiciones locales de las diferentes zonas agrícolas del país (Kolhi *et al.*, 2009). El objetivo final del proyecto es aumentar la producción de trigo y su calidad industrial. Esta situación permitió generar una red de conocimientos en el que interactúan las empresas privadas, las cooperativas de productores, los agricultores, los profesionales especializados y las instituciones públicas relacionadas.

La red de conocimiento está centralizada en un conjunto de egos: IPTA, CAPECO e INBIO, destacándose el rol del Asesor Científico Externo, encargado de asesorar en la planificación y desarrollo de las actividades de investigación. El mismo cumple un rol estratégico en la sostenibilidad de la red.

CAPECO es una entidad de carácter gremial, sin fines de lucro, fundada en 1980. Agrupa a los principales productores y exportadores de cereales y oleaginosas del Paraguay, cuyo volumen de exportación representa el 90% de la cantidad total de granos y derivados exportados por el país (CAPECO, 2010).

18. Esta sección fue tomada en gran medida del estudio paraguayo de este proyecto (Servín y Rojas Viñales, 2014).

19. El Instituto de Biotecnología Agrícola (INBIO) es una asociación sin fines de lucro formada por diversos gremios de la producción agrícola: Cámara Paraguaya de Exportadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO), Asociación de Productores de Semillas del Paraguay (APROSEMP), Coordinadora Agrícola del Paraguay (CAP), Federación de Cooperativas de la Producción (FECOPROD), Asociación de Productores de Soja, Oleaginosas y Cereales del Paraguay (APS) y Central Nacional de Cooperativas (UNICOOP LTDA.).

En la conformación de la red de conocimiento, CAPECO ejerce un rol protagónico motivada por la caída de la producción de trigo. En los primeros años, CAPECO proveía los recursos financieros para el Proyecto de Fortalecimiento. En la actualidad, el financiador es INBIO y CAPECO se encarga de la administración de los recursos. IPTA es una entidad estatal dedicada a la investigación agraria. Cuenta con varias dependencias distribuidas a lo largo del país donde se realizan las actividades de investigación, de ensayos y experimentación, y la capacitación en las áreas de mejoramiento genético y agronomía. Es importante destacar que la cantidad de profesionales especializados con que cuenta el IPTA es insuficiente para realizar, en la región norte y sur del país, las diversas tareas previstas en el proyecto.

El Asesor Científico Externo es jubilado del CIMMYT y posee una amplia experiencia en gestión de investigación en el área de mejoramiento genético del trigo, con énfasis en resistencia a las enfermedades. Una ventaja es que dicho asesor ya ha tenido experiencia anterior en el país. En los años ochenta se desempeñó como representante del CIMMYT y coordinador de los trabajos de investigación del trigo en la Región del Cono Sur de las Américas. En este marco, ha apoyado el Programa Nacional del Trigo en el Paraguay, transfiriendo tecnología y formando mano de obra calificada. El Asesor Científico Externo lidera la investigación y trabaja conjuntamente con el IPTA, utilizando sus recursos humanos y su infraestructura.

Otros nodos/actores involucrados en la red son aquellos que participan en los distintos eslabones de la cadena productiva del trigo y sectores relacionados, distribuidos en la región norte y sur del país, quienes cumplen el rol de “co-partícipes claves” de la red:

- o empresas privadas productoras y comercializadoras de cereales y oleaginosas: Estancia Criciuma, Agro Santa Rosa, SEM AGRO, DEKALPAR.
- o cooperativas de productores agrícolas que realizan actividades relacionadas a la producción y comercialización de materias primas agrícolas (cereales y oleaginosas), productos agroindustriales (harinas, aceites, lácteos) e insumos agrícolas (fertilizantes y agroquímicos): Cooperativa Pindó, Cooperativa Colonias Unidas, COPASAM, Cooperativa La Paz y Cooperativa Pirapó.
- o Empresas privadas productoras de harinas, pastas y alimentos balanceados: HILAGRO.
- o Agricultores de las diferentes zonas agrícolas del país.
- o Organismo privado de investigación, desarrollo y difusión de las tecnologías agrícolas: Fundación Nikkei-CETAPAR.

Los nodos de la red de conocimiento presentan características heterogéneas, que explican el rol que desempeñan en la red. Entre ellos se conectan principalmente

a través de las actividades de investigación y transferencia de nuevas tecnologías, y la difusión de los resultados.

Los egos de la red, específicamente IPTA/Asesor Científico, son los que generan y transfieren los nuevos conocimientos de manera activa, y mayoritariamente en forma unidireccional hacia los productores, ya sean éstos cooperativas de producción, empresas privadas o agricultores.

El resto de dos nodos en la red de conocimiento contribuyen con la infraestructura que disponen y son los beneficiarios directos de la generación de los nuevos conocimientos resultantes del proyecto.

Esquema del caso de estudio paraguayo



En la red de conocimiento se establece un diálogo entre la investigación y el mercado: el productor expone sus necesidades al investigador. El diálogo que se genera entre las partes en la red posibilita mayor competencia, más investigación. Los tipos de conocimientos que se transmiten entre los nodos están relacionados a la creación de nuevas variedades nacionales de trigo por región; a la determinación de la fecha de siembra por variedad; al conocimiento de las enfermedades propias del trigo en el Paraguay y, finalmente, se obtuvieron mejoras en la calidad del trigo, logrando un producto con alto nivel de proteína y con mayor fuerza de gluten, y apto para diversos usos.

Uruguay: La red de mejoramiento genético forestal²⁰

La red estudiada en el caso **uruguayo** se diferencia en gran medida de las redes de los otros países ya que está mucho más circunscripta a las actividades y actores directamente relacionados con el ego de la red. El ego estudiado en el caso uruguayo es una parte de la empresa multinacional productora de pasta celulosa UPM que se encarga de buscar optimizar la producción forestal a zonas frías, particularmente adaptar la variedad e.dunii al clima de Uruguay. Esta investigación de la empresa es continua. Luego de 20 años de ensayos pudo generar una especie e.dunii que se adaptara bien a las condiciones frías uruguayas. Por el momento los niveles de enraizamiento de esta variedad adaptada son del 50% y se busca seguir mejorándola.

El mejoramiento genético, como hemos dicho, es una actividad central de la innovación forestal. La red de conocimiento estudiada, sin embargo, no se concentra en las actividades de mejoramiento genético propiamente dichas que realiza UPM-Forestal Oriental en sus campos experimentales (ensayos sobre especies candidatas, cruzamientos mejorados –híbridos–, selección de descendencias –candidatos a clones–, etc.) sino en etapas posteriores del mejoramiento. El motivo es que siendo el mejoramiento genético un activo estratégico, la empresa es celosa de que su conocimiento en la materia se difunda y prefiere no entablar relaciones con otros actores en esta etapa. Sin embargo, fue mediante un convenio con el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) que se trajeron a Uruguay las primeras variedades para que la empresa comenzara sus actividades de mejoramiento genético en el país.

La red estudiada incorpora dos actividades que son parte del mejoramiento genético considerado en un sentido amplio: por un lado, la micro-propagación de clones pre-seleccionados o provisorios que se realiza en un laboratorio, y por otro lado, la reproducción de plantas madres por estacas que se realiza en el Vivero Santa Ana. La micro-propagación es una técnica para cultivar de manera aséptica un tejido vegetal, que permite incrementos exponenciales de volumen de microplantas en tiempo y espacio reducido. Esto implica que una vez que se ha seleccionado el clon final, esta pre-multiplicación permite llevar al vivero miles de micro-plantas ganando tiempo. Luego en el vivero Santa Ana se realiza la propagación final mediante reproducción vegetativa (con estacas) de plantas madres.

Tanto el laboratorio como el vivero Santa Ana son propiedad de UPM y actúan como unidad (así se los consideró en este análisis) para lograr la optimización de productividad que fue el foco del caso de estudio. Las redes identificadas

20. Esta sección fue tomada en gran medida del estudio uruguayo de este proyecto (Aboal *et al.*, 2014).

estuvieron asociadas, por un lado, a la construcción del Vivero Santa Ana, y por otro, a vínculos más estables de conocimiento que tienen ambos actores, pero fundamentalmente el laboratorio, en sus actividades de mejoramiento considerado en sentido amplio.

La construcción del Vivero Santa Ana fue un hito para la innovación forestal en Uruguay ya que por primera vez de adquirió y puso en práctica tecnología que permitía el desarrollo a escala de una variedad extranjera de alta productividad que había sido previamente adaptada a zonas frías como la uruguaya. Simultáneamente la misma tecnología se puso en práctica en un vivero de una empresa competidora de UPM (Montes del Plata).

Esquema del caso de estudio uruguayo



La inversión para construir el Vivero Santa Ana fue de 18 millones de dólares promovida por la Ley de Inversiones. 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 que permite la plantación por estacas (propagación vegetativa) de Dinamarca, mientras el sistema de calefacción y caldera de biomasa es nacional. De esta forma, el 90% de la innovación y la generación de conocimiento asociada a la instalación de este vivero fue realizada por dichos actores, contratados

para tal fin, y transferida e incorporada en diseño e instalaciones a la empresa UPM. Los vínculos de UPM con las empresas proveedoras de tecnología, asesoría y consultoría y con los actores que participaron del proceso de construcción fue normalmente de corto plazo.

El laboratorio de micro-propagación tiene vínculos de más largo plazo con organismos de investigación locales y extranjeros. En particular se destacan el Instituto de Pesquisa Forestal (IPEF) localizado en el campus de la Universidad de San Pablo así como las empresas asociadas a dicho instituto, incluyendo Montes del Plata, una empresa competidora instalada en el país, propiedad de capitales sueco-finlandeses y chilenos. También se han generado redes directas de intercambio con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay, e indirectamente a través de éste con otras instituciones de investigación y empresas del sector agropecuario.

Para resumir, en la Tabla 2 se sintetizan las características principales del conocimiento del actor “ego” en cada caso y el tipo de conocimiento que se produce y difunde dentro de cada red.

Tabla 2: Actores “ego” de cada red y tipo de conocimiento que produce y difunde

País	Red de conocimiento en:	Ego	Actividad	Área de expertise	Conocimiento que produce	Hitos de conocimiento
Argentina	Mejoramiento genético utilizada en reproducción de bovinos, red construida en torno a una empresa proveedora de servicios genéticos	IRAC-Biogen	Venta de servicios Capacitación Investigación	Desarrollo y aplicación de tecnologías de reproducción animal avanzadas	Creación de nuevo científico y recombina- ción de conocimiento técnico existente para facilitar su difusión y transferencia	Desarrollo de la tecnología de producción de embriones in vitro en Argentina
Chile	Aumento de la pro- ductividad en el sector minero, red construida en torno a una em- presa proveedora de servicios a la minería	Aguamarina	Venta de servicios	Desarrollo y aplicación de tecnologías para la minería en base al uso de microorganismos	Conocimiento cientí- fico y recombina- ción de conocimiento técnico	Solución biotecnológica para reducir la cantidad de material particulado en suspensión. Biotixvia- ción bacteriana.
Paraguay	Mejoramiento genéti- co y aumento de capa- cidades en técnicas de manejo del trigo, red en torno a un proyec- to específico	Paraguay: CAPECO Paraguay: IPTA/Asesor Científico Paraguay: INBIO	Organización gremial Investigación, transferencia, extensión y capa- citación Investigación y transferencia	Desarrollo y aplicación de tecnologías para el mejoramiento gené- tico y el manejo agro- nómico de variedades agrícolas Lobby, difusión y pro- moción de la biotec- nología en Paraguay	Organizacional Recombinación de conocimiento técnico Organizacional, político	Creación de nuevas variedades de trigo por región y mejoras en la calidad del trigo Adaptación de variedad e.dumiiis a clima frío. El vivero fue construido con una tecnología innovadora que permitió adoptar propagación vegetativa (por estacas) para especie e.dumiiis en zonas frías por primera vez en el país.
Uruguay	Red de mejoramiento genético para aumen- to de productividad forestal en zonas frías, red en torno a parte de la empresa multi- nacional UPM-Forestal Uruguay	Uruguay: UPM-Forestal Oriental: laboratorio de micro propagación y vivero Santa Ana	El laboratorio pre-multiplica clones provisorios. El vivero realiza propagación ve- getativa de clones seleccionados de eucaliptus e.dumii. Ambas forman parte de UPM	Aplicación de tecnologías de micro-propagación y propagación vegetativa	Estandarización de conocimiento técnico	Adaptación de variedad e.dumiiis a clima frío. El vivero fue construido con una tecnología innovadora que permitió adoptar propagación vegetativa (por estacas) para especie e.dumiiis en zonas frías por primera vez en el país.

ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES, CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y APERTURA DE CADA RED

Proposiciones empíricas y estadísticas (metodología)

Como discutimos en la sección 2, el objetivo de investigación de este trabajo es analizar las características cognitivas y estructurales de cada red y evaluar su potencial para difundir y crear conocimiento. Hemos identificado en aquella sección una serie de características/dimensiones que la literatura sugiere favorecen la creación y circulación de conocimiento dentro y fuera de las redes de conocimiento. En esta sección proponemos una serie de indicadores útiles para evaluar si las mismas se materializan en cada uno de los casos de estudio presentados en la sección anterior.

La Tabla 3 indica los estadísticos que fueron desarrollados para evaluar empíricamente cada dimensión.²¹

Sugerimos que las redes son más efectivas en la difusión y creación de conocimiento cuando las capacidades de los actores son altas. Para evaluar capacidades proponemos dos indicadores asociados a la dotación de recursos humanos calificados (profesionales) y a la obtención de resultados de investigación (2 y 3 en la Tabla 3).

Se identificó también que una condición para la socialización y difusión de conocimiento y para que se minimicen los efectos negativos asociados al *lock-in* es que la mayor parte de los actores de la red tuvieran un mínimo de capacidades relativamente. Para ello medimos los indicadores de capacidades del actor que se encuentra en el percentil 25 (en base al indicador 3 en Tabla 3).

El tipo de vínculos que se establecen entre los actores, los cuales pueden ser sólo de difusión de conocimiento existente, o de exploración de conocimiento nuevo, es una medida también de las capacidades de los actores y la red en su conjunto. El indicador 4 en Tabla 3 mide esta característica.

21. Para el análisis empírico de las redes se ha utilizado el paquete "igraph" (Csardi G. y Nepusz T., 2006), implementado en el lenguaje "R" (R Core Team, 2014).

Tabla 3: Indicadores y estadísticos

	Indicador	Definición / Comentarios	Comparabilidad entre países	Notas sobre comparabilidad
1	Cantidad de actores entrevistados		Alta	
2	Proprom de resultados de conocimiento por actor	De un listado estándar de 6 resultados posibles (i. productos, ii. patentes, iii. otros derechos de propiedad intelectual, iv. informes de divulgación, v. extensión y vi. otros que incluye publicaciones, proyectos de I+D con financiamiento externo y otros no incluidos), ponderado por el total de actores por tipo presentes en cada red.	Media	Para la RMTP se hizo un relevamiento diferente de resultados de investigación, lo que nos obligó a colapsar categorías para hacer comparables los indicadores
3	Prop promedio de profesionales por actor	Promedio de la participación de profesionales entre los ocupados en cada actor, ponderado por el total de actores por tipo presentes en cada red.	Alta	
4	Capacidades en los vínculos: Relación exploración/difusión	Diadas (vínculos entre dos actores) con flujos de conocimiento nuevo / diadas con flujos de conocimiento existente	Media	
5	Centralidad de cercanía de salida	Cant mínima de pasos necesaria para llegar desde cada actor a todos los restantes	Media	La RMMCH tuvo en cuenta las actividades del actor central, pero no enfocadas únicamente en la actividad minera.
6	Densidad	Vínculos existentes sobre el total de posibles	Media	
7	Transitividad	Probabilidad de que dos actores conectados a un tercero estén conectados entre sí	Media	La RMTP estuvo asociada a un proyecto específico, mientras en el resto de los países se construyó en torno a un actor en un campo de investigación.
8	Reciprocidad: % de diadas bidireccionales	Diadas (vínculos entre dos actores) con flujos de conocimiento mutuo o bidireccional como proporción del total de diadas existentes	Media	
9	Reciprocidad: % de diadas unidireccionales	Diadas (vínculos entre dos actores) con flujos de conocimiento asimétrico o unidireccional como proporción del total de diadas existentes	Media	
	Apertura	Un grupo de actores 'núcleo' en cada red compuesto por los productores de RRNN y otros actores que se vinculan con ellos de forma directa, frecuente e importante. El indicador de apertura evalúa la proporción de actores (por tipo) que quedan fuera del núcleo en relación con aquellos dentro del núcleo.	Media	En el caso de la RMMCH las entrevistas se concentraron en actores que no fueron los productores de RRNN y, por ende, los valores de apertura resultantes serán elevados.

De acuerdo a la literatura, las capacidades de los actores que ocupan un lugar central en la red son particularmente relevantes (en especial las de los que difunden conocimiento). Para evaluar esta característica combinamos la información sobre capacidades y centralidad (cercanía de salida). La cercanía de salida mide la cantidad mínima de pasos necesarios para llegar desde cada actor a todos los restantes, teniendo en cuenta la direccionalidad del flujo de conocimiento (sólo salida). La medida se basa en la idea de que los actores que pueden interactuar más "rápidamente" con el resto son más centrales (Wasserman y Faust, 1998) (Indicadores 2, 3 y 5 en la Tabla 3).

Se ha establecido también que altos niveles de aglomeración garantizan una difusión amplia y rápida de conocimiento y esto lo medimos con el indicador de densidad de la red que se define como la proporción de vínculos efectivamente existentes en la red (independientemente de la direccionalidad de los mismos) sobre el total de vínculos posibles (siendo n la cantidad de nodos de la red, el máximo posible de vínculos es el combinatorio de n tomados de a dos, igual a $n(n-1)/2$) (Indicador 6 en la Tabla 3).

La existencia de alta cohesión minimiza los riesgos de oportunismo promoviendo situaciones de confianza donde el conocimiento puede crearse y difundirse más fácilmente. Esta característica la medimos mediante el indicador de agrupamiento como el de transitividad, que se define como la probabilidad de que dos actores que están vinculados a un tercero estén vinculados entre sí. Una forma intuitiva de pensarlo es como la proporción de los casos en que los amigos de mis amigos son también mis amigos. En términos del grafo de la red, esto se visualiza en la forma de "triángulos". También evaluamos esta dimensión utilizando un indicador de *reciprocidad* de los intercambios mediante un censo de díadas. El censo de díadas es un recuento de los vínculos de los intercambios que son mutuos (o bidireccionales), asimétricos (o unidireccionales) y de aquellos que no están presentes. A partir de esto calculamos la proporción de vínculos mutuos y asimétricos como porcentaje del total de vínculos presentes (Indicadores 7, 8 y 9 en la Tabla 3).

Finalmente, también se argumentó en la sección conceptual que cuando los niveles de cohesión son muy altos, se puede generar redundancia en el intercambio de conocimiento aumentando el riesgo de *lock in*. Para morigerar esta situación es deseable que las redes establezcan lazos de conocimiento con actores externos. Para analizar los niveles de 'apertura' de cada red construimos un indicador que llamamos de 'migración'. Para ello construimos un "núcleo" de actores de cada red, definido como el grupo de productores de RRNN en conjunto con los actores que poseen vínculos frecuentes, importantes y directos con ellos; luego evaluamos cómo la red se fue 'ampliando' más allá del área de influencia de la producción

de RRNN estudiada en cada caso. Evaluamos la proporción de actores que se encuentran dentro y fuera del núcleo y la composición por tipo.

En las secciones que siguen caracterizamos en base a este grupo de indicadores las cuatro redes estudiada, es decir: la red de conocimiento en mejoramiento genético bovino en Argentina (RMBA); la red de conocimiento de una empresa que desarrolla soluciones para la minería utilizando microorganismos, tales como los desarrollos orientados a la biolixiviación, en Chile (RMMCH); la red de conocimiento en materia de mejoramiento genético y de prácticas agrícolas en Paraguay (RMTP) y la red de mejoramiento genético y de propagación en el sector forestal de Uruguay (RMFU).

Las capacidades de los actores de las redes

En esta subsección evaluamos las capacidades de los actores que participan en cada red. Como hemos señalado en la sección precedente, el cálculo de las capacidades se hizo extrapolando los datos obtenidos mediante las entrevistas a la mayor parte de los actores que participan de la red. La extrapolación se hizo por tipo de actor, con lo cual si entre los actores de la red surge algún tipo que no ha sido entrevistado, la extrapolación no se pudo realizar.

Los distintos indicadores que utilizamos para medir capacidades muestran redes con diverso grado de desarrollo de capacidades, siendo la RMMCH la que sobresale por los valores más altos y la RMTP la de los valores más bajos.

En la RMMCH la mayor parte de los actores entrevistados son empresas privadas que tienen vínculos comerciales con una empresa proveedora de servicios biotecnológicos con la minería. Como se ve en la Tabla 4, los indicadores seleccionados para aproximar las capacidades ubican a esta red como la de mayor capacidad. Además, la distribución de las capacidades parece bastante equitativa y existe un mínimo alto de capacidades en todos los actores participantes: el 25% de los actores que menos capacidades tiene presenta un ratio de profesionales/ocupados mayor al 83%, como se ve en el gráfico 1. Es decir, es una red que tiene, en términos de capacidades, muy buenos pronósticos para la difusión y creación de conocimiento.

En el otro extremo está la RMTP, la que presenta valores relativamente bajos para los indicadores de capacidades, especialmente con respecto al porcentaje de profesionales entre los ocupados por cada actor. La distribución de capacidades no es buena tampoco. En el gráfico 1 de hecho se ve que más del 60% de los actores entrevistados tiene menos de 20% de profesionales en sus recursos humanos.

Con respecto a estas dos redes debe tenerse en cuenta, sin embargo, que puede haber un sesgo de diseño, el cual deber ser tenido en cuenta cuando interpretamos los resultados. En el caso de la RMMCH no se relevaron los actores primarios, mientras que en la RMTP se entrevistaron todos los actores que participaban de la red del proyecto estudiado, incorporando una cantidad alta de productores primarios (como cooperativas de productores). Esto puede haber introducido un sesgo, ya que es común que en las actividades primarias, más allá de las diferencias entre una empresa minera y una agropecuaria, la mayor parte de los trabajadores no sean profesionales o no generen una gran proporción de resultados de conocimiento.

La RMBA es una red con un alto nivel de formación de los recursos humanos. En promedio 70% de los ocupados en cada actor es profesional, aunque con un coeficiente de variación del 43%, es decir, existe bastante dispersión en las capacidades al interior de la red. Esto también implica que el mínimo de capacidades en la red es relativamente bajo. Así, el 25% que menos capacidades tiene apenas alcanza un ratio de profesionales/ocupados del 25%. Es decir, en comparación con la RMMCH esta red tendría menos potencial para la difusión y creación de conocimiento.

Finalmente, la RMFU tiene también una proporción alta de profesionales en el total de ocupados por actor (63%), aunque la distribución tampoco es buena. Sin embargo, a diferencia de la RMBA, las capacidades mínimas tienden a ser más altas: el 25% de los actores que menos capacidades tiene llega a una proporción de profesionales sobre el total del 47%, lo cual implica que existe una masa crítica de conocimiento en la red lo suficientemente alta como para que el conocimiento científico pueda circular con facilidad.

Tabla 4: Capacidades promedio por red (entrevistados)

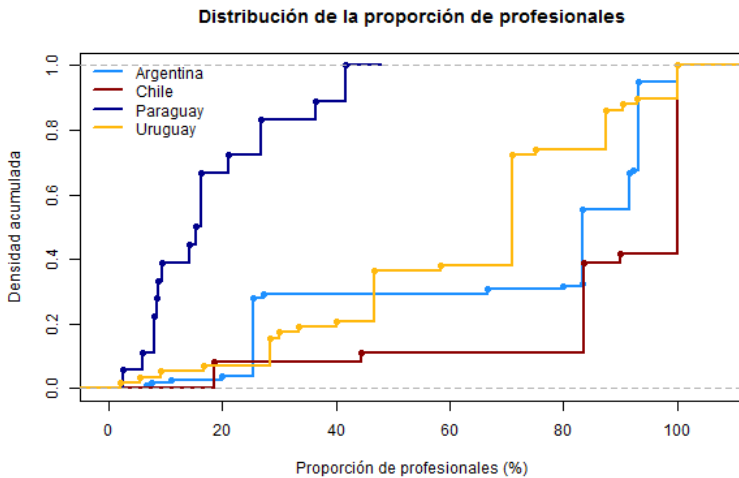
1. Cantidad de actores entrevistados	2. Prop prom de resultados de conocimiento por actor ⁽¹⁾⁽²⁾	3. Proporción en cada red entrevistada	Profesionales			
			Proporción por actor ⁽¹⁾			
			4. Promedio	5. Percentil 25	6. Coef de var	
RMBA	16	59,3%	53,2%	70,3%	25,4%	43,3%
RMMCH	8	58,6%	59,4%	86,8%	83,6%	27,2%
RMTP ⁽³⁾	12	53,0%	15,6%	18,0%	8,4%	67,0%
RMFU	17	42,3%	31,3%	62,9%	46,8%	41,3%

(1) Promedio expandido por tipo de actor: en la RMBA a 114 nodos, en la RMMCH a 36, en la RMTP 18 nodos y en la RMFU 58 nodos, utilizando las medidas obtenidas en los entrevistados en cada caso.

(2) Se consideran 6 categorías de resultados de conocimiento.

(3) La RMTP tiene información de RRHH para 11 de los entrevistados.

Gráfico 1: Distribución del porcentaje de profesionales en las distintas redes



La Tabla 5 muestra los mismos indicadores de capacidades pero para los actores que tienen un rol central en la difusión de conocimiento de la red. Cuanto más altas sean las capacidades de este grupo, mejores serán los pronósticos para la difusión y creación de conocimiento. Como indicador de centralidad utilizamos la medida de cercanía de salida a partir de la cual construimos tres grupos, alta, media y baja, tomando en cuenta el percentil (1/3) y el percentil (2/3) como puntos de corte en cada caso de estudio.²²

La relación entre centralidad y capacidades parecería estar presente en todas las redes excepto en la RMFU. En la RMBA y la RMTP esta relación se respeta de forma estricta, mientras que en RMMCH el indicador de profesionales sobre total de ocupados es mayor para los actores de centralidad baja que para aquellos de centralidad media. Estos resultados nos permiten sugerir que en los casos de RMBA, RMTP y RMMCH tienen un buen potencial para la circulación de conocimiento ya que el mismo suele pasar prioritariamente por actores de altas capacidades.

22. Como se repiten valores de la cercanía de salida entre actores de cada país, la distribución de actores por categoría no es necesariamente pareja.

Tabla 5: Capacidades de los actores con un rol central en la difusión de conocimiento de la red

CERCANÍA DE SALIDA (outcloseness)	INDICADOR	RMBA		RMMCH		RMTP		RMFU	
		Valor	Actores	Valor	Actores	Valor	Actores	Valor	Actores
ALTA	Prop prom de profesionales	87,5%		95,0%		26,0%		68,3%	
	Prop prom de result de conoc	66,7%	"EGO 1 OPI 1 Cabaña"	83,3%	"EGO 1 Asociación"	55,6%	"EGO 1 ONG 1 Cooperativa"	33,3%	"2 Privados 1 OPI 1 Otro"
	Cantidad de actores	4		2		3		4	
MEDIA	Prop prom de profesionales	64,2%		72,9%		23,9%		72,1%	
	Prop prom de result de conoc	58,3%	"3 Cabañas 3 Universidades"	50,0%	"1 Privado 1 Laboratorio 1 Otro"	55,6%	"1 Privado 2 Cooperativas"	46,7%	"2 Privados 2 MNC 1 Universidad"
	Cantidad de actores	6		3		3		5	
BAJA	Prop prom de profesionales	54,4%		81,5%		8,2%		52,5%	
	Prop prom de result de conoc	47,2%	"3 cabañas 1 Privado 1 OPI 1 Universidad"	38,9%	"2 Privados 1 MNC"	50,7%	"4 Privados 2 Cooperativas"	45,8%	"EGO, 2 Privados 1 MNC, 1 OPI, 1 Universidad, 1 ONG, 1 Otro"
	Cantidad de actores	6		3		6		8	

Nota: los casilleros sombreados indican en cada país la posición en la que se encuentra el Ego de la red.

Resulta interesante que en todos los casos, excepto la RMFU, el actor 'ego' de la red está en el grupo de actores de centralidad alta. Si bien esto en parte responde a la propia reconstrucción de la red cuyos actores participantes fueron originalmente informados por el propio ego, el hecho de medir la centralidad como cercanía de salida matiza el sesgo de centralidad por diseño ya que se mide la centralidad en términos de emisión/salida de conocimiento. El ego de la RMFU es una subsidiaria de empresa multinacional que es receptora neta de conocimiento. Como se pudo corroborar durante el trabajo de campo, este actor tiene una actitud cuidadosa por evitar que se difunda el conocimiento de mejoramiento genético que domina y que es fuente de su competitividad.

Finalmente, evaluamos también como una medida de capacidades el tipo de vínculo en el que entra cada día, en base a una clasificación de los vínculos en dos tipos: de difusión de conocimiento existente (capacitación), o de exploración o creación de nuevo conocimiento (I+D). Los vínculos de creación incluyen los intercambios realizados en el marco de acuerdos de I+D o de contratos de investigación, mientras denominamos conocimiento existente a los intercambios realizados mediante acuerdos de prestación de servicios, asistencia técnica, transferencia de tecnología, ensayos y experimentación, capacitación y extensión. Entendemos que los vínculos que involucran creación de conocimiento nuevo requieren más -o más sofisticadas- capacidades. Esta medida es un buen complemento a las anteriores ya que puede capturar capacidades no formalizadas (en títulos universitarios) o materializadas en productos de I+D.

Tabla 6: Distribución de vínculos de conocimiento nuevo y existente por red

		VÍNCULOS			4. Relación exploración / difusión
		1. TOTALES	2. CONOCIMIENTO NUEVO	3. CONOCIMIENTO EXISTENTE	
RMBA	Cantidad	52	15	37	40,5%
	% del total	100,0%	28,8%	71,2%	
RMMCH	Cantidad	19	9	10	90,0%
	% del total	100,0%	47,4%	52,6%	
RMTP	Cantidad	36	1	35	2,9%
	% del total	100,0%	2,8%	97,2%	
RMFU	Cantidad	42	16	26	61,5%
	% del total	100,0%	38,1%	61,9%	

La Tabla 6 muestra esta medida. Lo primero que resalta de esta tabla, si miramos la columna 4, es que ninguna red tiene una relación de exploración a difusión mayor a 100%, lo que indica que todas las redes son mayormente de difusión de conocimiento existente. Sin embargo, hay diferencias entre las distintas redes. Encontramos nuevamente en este caso que la RMMCH es la que muestra mayores capacidades, con 47% de los vínculos que involucran exploración; luego está la RMFU y la RMBA, y finalmente la RMTP. Aquí, sin embargo, es llamativo que las diferencias son más marcadas que en los casos anteriores.

En suma, el análisis de capacidades nos invita a pensar que, en más o en menos y por distintos motivos, en todas las redes existe buen potencial para la difusión de conocimiento. La RMMCH sería un caso ideal, aunque al no estar allí relevados los actores primarios, los resultados pueden estar sesgados por construcción de la muestra. Si bien la RMTP es la que tiene menos capacidades en términos absolutos y explora menos, están bien distribuidas al interior de su red, siendo los actores centrales los que tienen mayor intensidad de capacidades.

La RMBA tiene un promedio alto pero no bien distribuido entre actores, aunque sí se da allí la relación entre centralidad y capacidades que es favorable a la difusión y creación de conocimiento. También tiene una proporción significativa de vínculos de exploración, aunque menor que la que se identificó en los casos de la RMMCH y RMFU.

Finalmente, la RMFU tiene buenas capacidades promedio pero alta dispersión aunque, a diferencia de la RMBA, garantiza un mínimo relativamente alto de capacidades para la mayoría de los actores de la red y una proporción significativa de vínculos de exploración. El mayor obstáculo para la creación y difusión de conocimiento en esta red en términos de capacidades es que no se verifica la relación entre centralidad y capacidades.

La estructura de las redes

En términos de estructura de las redes la literatura ha identificado como favorables a la difusión y creación que los actores estuvieran bien conectados, que la densidad de la red fuera relativamente alta para favorecer una rápida circulación de información y que se verificaran relaciones de confianza entre los actores que optimizaran la calidad y profundidad de la información y conocimiento que circula.

En lo que sigue realizamos estas evaluaciones para todas las redes y también para sub-redes definidas según el tipo de conocimiento que circula. Llamamos red de conocimiento nuevo a los intercambios realizados en el marco de acuerdos de I+D o de contratos de investigación, mientras denominamos conocimiento existente a los intercambios realizados mediante acuerdos de prestación de servicios, asistencia técnica, transferencia de tecnología, ensayos y experimentación, capacitación y extensión.²³ Todos los indicadores, que se presentan en la Tabla 7, fueron construidos en base a los actores que entrevistamos y de los que, por tanto, tenemos información completa.

En términos de densidad, la red más densa es la de RMTP, que es fundamentalmente una red de intercambio de conocimiento existente; como puede verse en la segunda columna, solo dos actores participan en la red de creación de nuevo conocimiento. La RMBA y la RMMCH le siguen en importancia –ambas con valores similares para esos estadísticos–, en torno al 40%.

En la RMBA la densidad es considerablemente mayor en la sub-red de conocimiento existente que en la de conocimiento nuevo, mientras en el caso de la RMMCH no existe una diferencia tan marcada entre sub-redes.

Finalmente, la RMFU es la menos densa (32%) y allí tampoco hay mucha diferencia en la densidad entre sub-redes.

23. En la RMTP también se incorporaron los días de campo en la red –relevadas en una categoría de ‘otros’– de conocimiento existente.

Para evaluar la cohesión utilizamos dos indicadores complementarios. Por un lado, la transitividad, que evalúa en qué medida dos nodos conectados a un tercero también están conectados entre sí; y por otro lado, la reciprocidad, es decir hasta qué punto existe un intercambio de ida y vuelta de conocimiento entre actores.²⁴

La RMTP nuevamente es la que tiene mejor desempeño en ambos indicadores. Las otras tres redes tienen valores muy parecidos para la transitividad. En reciprocidad, en cambio, la RMFU es la que tiene características menos propicias para la difusión de conocimiento. Allí no predominan los intercambios recíprocos, como sí lo hacen en las otras tres.

Tabla 7: Estructura de las redes: densidad, transitividad y reciprocidad

		1. RED COMPLETA	2. RED DE CONOCIMIENTO NUEVO	3. RED DE CONOCIMIENTO EXISTENTE
RMBA	Densidad	40,0%	19,2 [*]	30,8%
	Transitividad	43,9%	25,0%	39,6%
	Reciprocidad (bidirecc.)	83,3%	93,3%	64,9%
	Reciprocidad (unidirecc.)	16,7%	6,7%	35,1%
	Cantidad de actores	16	13	16
RMMCH	Densidad	39,3%	32,1%	35,7%
	Transitividad	44,1%	27,3%	40,0%
	Reciprocidad (bidirecc.)	100,0%	100,0%	90,0%
	Reciprocidad (unidirecc.)	0,0%	0,0%	10,0%
	Cantidad de actores	8	8	8
RMTP	Densidad	65,2%	100,0%	53,0%
	Transitividad	75,7%	0,0%	62,3%
	Reciprocidad (bidirecc.)	93,0%	100,0%	82,9%
	Reciprocidad (unidirecc.)	7,0%	0,0%	17,1%
	Cantidad de actores	12	2	12
RMFU	Densidad	32,4%	24,2%	24,8%
	Transitividad	44,0%	38,9%	20,2%
	Reciprocidad (bidirecc.)	54,5%	68,8%	19,2%
	Reciprocidad (unidirecc.)	45,5%	31,3%	80,8%
	Cantidad de actores	17	12	15

Nota: cuando el número de actores en la red es elevado, los indicadores utilizados toman valores extremos, no resultando totalmente confiables para su interpretación. Esto sucede en el caso de la red de conocimiento nuevo para la RMTP.

24. Como hemos referido más arriba, utilizamos el censo de díadas para construir un indicador de frecuencia relativa de intercambios recíprocos vs. asimétricos entre actores. Dado que pueden existir distintos tipos de vínculos entre actores, el indicador para la red completa de alguna forma resume todos los intercambios que se dan entre dos actores.

Así, según el análisis de esta sección, y a la inversa de lo que había resultado el análisis de capacidades de la sección precedente, encontramos que la RMTP es la que tiene una estructura más favorable a la creación y difusión de conocimiento. El caso opuesto lo representaría la RMFU, que es menos recíproca además de menos densa. Esto no resulta del todo sorprendente ya que, mientras la RMTP fue creada a partir de un consorcio de actores con un fin particular –el de reactivar la producción de trigo a partir del mejoramiento genético y la difusión de nuevas prácticas agronómicas- lo cual incluye el intercambio de conocimiento entre sus actividades centrales; la RMFU fue construida a partir de una subsidiaria de una multinacional, que son actores que suelen tener una menor inclinación a socializar el conocimiento. La RMBA y la RMMCH ocupan una posición intermedia en términos de estructura de red, con valores muy parecidos para densidad, transitividad y reciprocidad.²⁵ En el caso de la RMMCH estos indicadores son particularmente altos para la sub-red de creación de nuevos conocimientos.

La apertura de las redes

Finalmente, también analizamos los niveles de ‘apertura’ de la red construyendo un indicador que llamamos de ‘migración’. Para ello identificamos un “núcleo” de actores de cada red, definido como el grupo de productores de RRNN en conjunto con los actores que poseen vínculos frecuentes, importantes y directos con ellos; luego evaluamos cómo la red se fue ‘ampliando’ más allá del área de influencia de la producción de RRNN estudiada en cada caso. Evaluamos la proporción de actores que se encuentran dentro y fuera del núcleo y la composición por tipo. Según la literatura, las redes que tienen mayores niveles de apertura tienen más posibilidades de acceder a una diversidad de conocimiento, profundizar sus capacidades y acelerar de esta manera su creatividad para la creación de nuevo conocimiento. Este cálculo no pudimos hacerlo para la RMMCH porque allí no se hicieron entrevistas a los productores mineros.

Las Tablas 8, 9 y 10 muestran los resultados del análisis.

La RMBA es la que aparece con mayor nivel de apertura en este indicador. Allí, más del 50% de los actores relevados en la red no son empresas productoras de RRNN ni tienen vínculos directos con ellas, del tipo frecuentes e importantes, como los que se evalúan en este indicador. En RMFU este valor es del 9% y en la RMTP este valor es de 8%.

25. Si bien alguno de los valores de la RMMCH son un poco más altos, esto está de alguna forma condicionado por el hecho de que allí se entrevistaron la mitad de los actores de la RMBA (8 vs. 16), lo cual sesga hacia arriba todos los indicadores de estructura estudiados.

Tabla 8: Migración RMBA

	RMBA			
	Núcleo		Migración	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Cabañas	23	100%	0	0%
Otros privados	4	25%	12	75%
OPI	3	30%	7	70%
Universidades	5	19%	22	81%
Agencias Gob	1	100%	0	0%
Asociaciones	4	36%	7	64%
TOTAL	40	45%	48	55%

Tabla 9: Migración RMTP

	RMTP			
	Núcleo		Migración	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Prod agrícolas	10	100%	0	0%
Otros privados	0	0%	1	100%
OPI	1	100%	0	0%
ONG	1	100%	0	0%
TOTAL	12	92%	1	8%

Tabla 10: Migración RMFU

	RMFU			
	Núcleo		Migración	
	Cantidad	%	Cantidad	%
Forestales	27	100%	0	0%
Otros privados	6	75%	2	25%
MNC	3	100%	0	0%
OPI	3	75%	1	25%
Universidades	3	75%	1	25%
ONG	1	100%	0	0%
TOTAL	43	91%	4	9%

Esto indica que la RMBA tiene en principio una mayor capacidad de captar conocimiento que viene desde afuera, y de difundir conocimiento de la red hacia afuera. La RMFU y la RMTP por el contrario parecen tener una menor capacidad de recibir y difundir conocimiento más allá de la red núcleo. Si bien esto en principio parece más preocupante en el caso de la RMTP porque es una red con capacidades relativamente bajas que, sin apertura, podría enfrentar un mayor riesgo de lock-in, hay que tener en cuenta que esta red, a diferencia de las otras tres, fue relevada en relación a un proyecto específico, lo cual necesariamente sesga hacia abajo el indicador de apertura. En este sentido, es altamente probable que los actores de la red tengan vínculos con otros actores en otros proyectos de investigación que no fueron analizados.

En términos de apertura de la red, también planteamos que la efectividad en la creación y difusión de conocimiento estaría asociada con capacidades relativamente más elevadas de los actores externos al núcleo. Para evaluar esta característica, estimamos la proporción de profesionales y la proporción de resultados de conocimiento (indicadores 2 y 3 de la Tabla 3) para los grupos de actores del núcleo y la migración; los resultados se presentan en la Tabla 11. Allí se puede observar que la RMBA presenta los mejores indicadores en este sentido, con un porcentaje promedio de profesionales fuera del núcleo que casi duplica al observado dentro del mismo. También se registra una mayor proporción promedio de resultados de conocimiento entre los actores pertenecientes a la migración.

Tabla 11: Capacidades de los actores del núcleo y la migración

Estimación de capacidades		Núcleo	Migración
RMBA	Prop de profesionales	46,9%	90,5%
	Prop de result de conocimiento	49,1%	67,3%
RMTP	Prop de profesionales	16,5%	8,5%
	Prop de result de conocimiento	54,5%	33,3%
RMFU	Prop de profesionales	60,0%	55,0%
	Prop de result de conocimiento	40,9%	47,3%

Nota: la estimación se basa en la expansión de los datos de los entrevistados por tipo de actor al resto de nodos, utilizando el promedio de la proporción de profesionales y de resultados de conocimiento. Hay casos en que ciertos tipos de actores no han sido entrevistados, pero pueden pertenecer al núcleo o la migración; en este caso el dato de capacidades es un NA.

En la RMTP las estimaciones arrojan resultados diametralmente opuestos, con capacidades en la migración considerablemente menores que dentro del núcleo. Sin embargo, en este caso particular existe sólo un actor fuera del núcleo, y debe



recordarse que la red se construyó en torno a un proyecto particular, con las consideraciones del caso realizadas previamente.

Por último, la RMFU muestra capacidades promedio de los actores similares dentro y fuera del núcleo. Esto está en línea con la interpretación de una red que se cierra en parte por el celo sobre los resultados de conocimiento y el resguardo de los mismos como fuente de competitividad. En este sentido, el núcleo posee capacidades elevadas y también los actores de la migración.

CONCLUSIONES

Las actividades de RRNN han sido y siguen siendo controversiales. Algunos sostienen que son perjudiciales para los países por que generan problemas ambientales, institucionales y económicos. Muchos, en cambio, sostienen que el efecto que estas actividades tengan sobre el desarrollo depende en gran medida del set de instituciones que sirvan para organizarlas dentro de cada país. Un argumento que ha ganado importancia recientemente es que más allá de esta discusión, las condiciones actuales han cambiado, tanto las de mercado como las tecnológicas, y que existen nuevas oportunidades para sacar provecho de los RRNN para incentivar otras actividades más intensivas en conocimiento y con menor potencial de afectar el medio ambiente.

En este trabajo, con el objetivo de evaluar las nuevas oportunidades de generar valor que los sectores de RRNN están generando, proponemos estudiar en profundidad *las redes de colaboración que se han establecido a partir de las necesidades de conocimiento científico de cuatro sectores de RRNN seleccionados*. Entendemos que si las actividades de RRNN están generando oportunidades para el surgimiento o ampliación de redes de conocimiento, habrá ocasión para el escalamiento de las firmas que forman parte de la red, para otros actores que subsecuentemente se relacionen con alguno de los actores de la red y más en general, para la ampliación de la base de conocimiento, dinamizando el sistema en su conjunto.

Estudiamos cuatro redes de conocimiento **vinculadas a las actividades de innovación de cuatro sectores de RRNN en América Latina**: el sector ganadero (Argentina), el minero (Chile), el agrícola (Paraguay) y el forestal (Uruguay). Estos sectores tienen un peso importante para las economías de los cuatro países estudiados y tienen una tradición muy importante de innovación en la región.

Nuestro estudio es exploratorio. No existen muchos antecedentes en la literatura que estudien redes de conocimiento científico asociado a la producción de RRNN y no conocemos antecedentes de estudios comparativos en América Latina. Los casos fueron seleccionados con el objetivo de capturar una diversidad de situaciones en la producción de RRNN, en dos sentidos: i) sectorial: se eligieron cuatro sectores de actividad diferentes e importantes la economía de cada país y, ii) de actores centrales: las redes fueron construidas a partir de diferente tipo de actores "ego". En todas las redes elegidas, la biotecnología tiene un rol central como campo de investigación científica que, potencialmente puede nutrir las innovaciones, aunque en la RMTP el rol efectivo de la biotecnología es, por ahora, más incipiente. La evidencia empírica recolectada no fue exhaustiva ya que entrevistamos sólo a un grupo de actores pertenecientes a cada red. Las

conclusiones presentadas por lo tanto deben considerarse teniendo en cuenta tanto las dificultades que surgen cuando se comparan casos de estudio de diversa índole como las limitaciones en la representatividad de la información recolectada para cada caso.

Nuestro análisis empírico, sin embargo, arroja algunos resultados interesantes que permiten una primera aproximación a nuestro problema de investigación: las nuevas oportunidades de conocimiento que abre la producción de RRNN en países de América Latina y nuestras preguntas más específicas. También nos permiten formular algunas nuevas preguntas de relevancia para perseguir en futuras investigaciones.

En primer lugar, en línea con la literatura que está enfatizando la importancia de estudiar mejor y tratar de comprender las actividades de innovación en recursos naturales, y su potencial importancia para dinamizar otras partes de la economía, nuestro estudio identificó que efectivamente las actividades de RRNN utilizan conocimiento científico, que es importante en su operación, y que estas necesidades incentivan el desarrollo de redes de conocimiento de diferentes naturaleza. Identificamos una diversidad de actores participando en cada red entre universidades, organismos públicos de investigación, actores privados, institutos privados de investigación, etc. También identificamos diferente tipo de acuerdos de intercambio de conocimiento (I+D, capacitación, asistencia técnica, ensayos y experimentación, entre otros).

Las redes de conocimiento estudiadas, además, presentan algunas características bien diferenciadas las cuales permiten reflexionar acerca de su potencial importancia para crear y difundir conocimiento.

Encontramos que la red más densa y con mayor grado de transitividad, esto quiere decir, la red en la que más frecuentemente mis amigos son amigos entre ellos, es la de RMTP. La densidad en esta red es del 65% y la transitividad del 76%. En estos términos, la RMBA y la RMMCH, le siguen en importancia, ambas con valores similares para esos estadísticos, en torno al 40% y 44%, respectivamente. Finalmente, la RMFU es la menos densa (32%) pero con una transitividad similar a las anteriores.

En la literatura de redes, tanto la densidad como la transitividad son características deseables para la creación y sobre todo difusión de conocimiento, porque se asocian con una situación de confianza entre los actores que facilita el intercambio de conocimiento. Del mismo modo interviene la 'reciprocidad' en una red, es decir hasta qué punto existe un intercambio de ida y vuelta de conocimiento entre actores.

Esto implicaría, en principio, que la RMTP es la más favorable a la creación y difusión de conocimiento, aún más si se tiene en cuenta que esta red es también la que presenta mayor reciprocidad, es decir en esta red la mayor parte de los vínculos entre dos actores son intercambios recíprocos. El caso opuesto lo representaría la RMFU, que es la menos recíproca además de la menos densa, como se ha dicho arriba. Señalamos que esto puede explicarse por las características propias de los actores y las motivaciones para el surgimiento de estas redes. Así, mientras la RMTP fue creada a partir de un consorcio de actores con el fin de investigar y difundir tecnologías de producción que mejoraran la competitividad del sector –y que por tanto las actividades de la red desde sus orígenes incluían el intercambio de conocimiento–, la RMFU fue construida a partir de una subsidiaria de una multinacional, que son actores que suelen tener una menor inclinación a socializar el conocimiento.

El análisis de la situación con respecto a las capacidades de los actores de la red y su distribución, sin embargo, agrega un componente adicional que complejiza la situación.

En verdad, si comparamos las redes en cuanto a sus capacidades encontramos que la RMTP es la que presenta menores capacidades medidas de acuerdo a la proporción de profesionales en el total de ocupados de cada actor participante (18%). Además también es la red con mayor dispersión en este indicador, lo que indica que las capacidades no están bien distribuidas. Las RMMCH y RMBA están en el extremo opuesto, con la mayor proporción de profesionales (87% y 70%, respectivamente). En comparación con las anteriores, la RMFU tiene menores capacidades promedio pero, en cambio, el 25% de actores que tienen menos capacidades tienen un nivel relativamente alto (el actor del percentil 25 tiene 47% de profesionales, cuando en RMBA este valor es de 25%). Esto ayuda a que el intercambio de conocimiento sea más parejo y extendido entre todos los actores.

Otra característica importante en las redes son las capacidades de los actores que ocupan un lugar central para la difusión de conocimiento. En este sentido encontramos que en todos los casos, excepto en la RMFU, los actores centrales son los que tienen mayores capacidades en cada red. Esto favorece la difusión y creación de conocimiento. En términos absolutos son las redes de RMMCH y RMBA las que tienen actores centrales con mayores capacidades de conocimiento. En la red RMFU no hay una relación entre centralidad y capacidades, lo cual resulta un limitante para la creación y difusión de conocimiento. Es llamativo además que el actor “ego” de la red RMFU se encuentra entre los de centralidad más baja, cosa que no sucede en ninguno de

los otros casos.²⁶ Nuevamente creemos que esto puede estar relacionado con el hecho de ser éste una subsidiaria de una multinacional operando en un mercado oligopólico.

Finalmente, también analizamos los niveles de 'apertura' de la red construyendo un indicador que llamamos de 'migración'. Para ello definimos un grupo de actores 'núcleo' de cada red definido como el grupo de productores de RRNN y sus vínculos directos, frecuentes e importantes, y evaluamos luego cómo la red se fue 'ampliando' más allá del área de influencia de la producción de RRNN. La proporción entre los actores fuera del núcleo y aquellos dentro del núcleo nos da una idea de la apertura de la red. Según la literatura, las redes que tienen mayores niveles de apertura tienen más posibilidades de acceder a una diversidad de conocimiento, profundizar sus capacidades y acelerar de esta manera su creatividad para la creación de nuevo conocimiento. Este cálculo no pudimos hacerlo para la RMMCH porque allí no se hicieron entrevistas a los productores mineros. La RMBA es la red con mayor nivel de apertura en este indicador. Allí, el 55% de los actores relevados en la red no son empresas productoras de RRNN ni tienen vínculos directos, frecuentes e importantes con ellas. En las otras redes este valor es considerablemente más bajo: en la RMTP es 8% y en la RMFU es 9%.

Estos resultados en conjunto indican, como ya adelantamos, que para resolver sus problemas de innovación, que son cada vez más complejos, los productores de RRNN utilizan crecientemente conocimiento científico. El rápido desarrollo reciente de nuevas áreas de conocimiento relacionadas a la explotación de recursos naturales, como la biotecnología, la cual seleccionamos como tecnología transversal en este estudio, además contribuye a que estas necesidades sean satisfechas cada vez en mayor medida a través del desarrollo de redes de conocimiento científico que involucran instituciones científicas, del gobierno y empresarias.

Las redes que analizamos en particular en este estudio muestran que el conocimiento, con mayor o menor efectividad, se está difundiendo dentro de estas redes. En un extremo tenemos la RMTP con una estructura más favorable a la difusión y en el otro extremo la RMFU, con una estructura menos favorable en este sentido.

Pareciera ser, sin embargo, que si consideramos las capacidades promedio de los actores en general, y de los actores centrales en particular, en el caso de la

26. De hecho, por construcción de la red, que fue identificada a partir de una serie de actores originalmente revelados por el 'ego', hay un sesgo para que éste tienda a aparecer en las posiciones de mayor centralidad.

RMTP, esta mayor capacidad para la difusión que favorece la estructura de la red podría verse circunscripta a la difusión de conocimientos existentes. O en otras palabras, la red no parece muy propicia para la creación de nuevo conocimiento científico. De hecho en esta red sólo 3% de los pares de actores conectados lo están en acuerdos orientados a crear nuevo conocimiento (I+D y/o contratos de investigación).²⁷

La RMMCH y la RMBA se encuentran en una situación diferente, ya que aun cuando muestran un menor desempeño con respecto a los indicadores de densidad, cohesión y reciprocidad, muestran un mejor desempeño en términos de capacidades promedio, distribución de capacidades y capacidades de los actores centrales, lo cual quizás esté reflejando una mayor capacidad para crear nuevo conocimiento. El caso chileno es claro en este sentido: 47% de los acuerdos realizados fueron acuerdos orientados a la creación de nuevo conocimiento. En Argentina esa proporción es bastante más baja: 29%.

La RMFU presenta características singulares. Los actores centrales para la difusión no son los que tienen mayores capacidades pero, sin embargo, la gran mayoría de los actores de la red tienen un mínimo relativamente alto de capacidades. Es decir, los actores que más difunden no son los más capaces, pero todos tienen relativas capacidades para absorber conocimiento. Viendo la estructura de la red, las características no son las más propicias para la difusión, ya que es una red de baja densidad y reciprocidad. Podría en cambio ser una red propicia para la creación de nuevo conocimiento, pero para eso debería abrir nuevas conexiones con actores de mayores capacidades, ya que los niveles de apertura de la red parecen comparativamente bajos. De todas maneras, como hemos dicho, esta red fue construida en torno a una subsidiaria de una transnacional, que posiblemente esté utilizando su estructura interna en la corporación como fuente primaria de conocimiento.

Finalmente, no encontramos evidencia convincente, más allá de algunas anécdotas, de que estas redes estén creando conocimiento que esté siendo utilizado en otros sectores de actividad de la economía. Esto puede ser sin embargo el resultado del diseño de la investigación, ya que probablemente se requieran períodos de tiempo más largos, y la inclusión de una multiplicidad de actores en el estudio de redes para captar estos efectos. Creemos que futuras investigaciones deberían profundizar en la exploración de esta pregunta.

27. En el informe de Paraguay se sostiene que una de las instancias que crea oportunidades para la generación de nuevo conocimiento son en ensayos y experimentación, que en este capítulo hemos incluido dentro de las vinculaciones para intercambio de conocimiento existente (Servín y Rojas Viñales, 2014).

Para concluir señalamos un número de elementos importantes para el diseño de políticas del sector que aparecieron en el estudio. En primer lugar el estudio identificó un área de intervención (de política industrial, tecnológica y de ciencia) no muy a menudo considerada cuando se piensa en políticas orientadas a los sectores de RRNN: las redes de conocimiento que se generan en asociación a los sectores de RRNN. Identificamos que estas redes existen, que estas redes asocian agentes del sector privado con académicos y *policymakers* y que con el objetivo de satisfacer las necesidades de los sectores de RRNN aplican y difunden conocimiento científico existente, y en alguna medida, crean algo de conocimiento nuevo.

Cuando pensamos en políticas orientadas al aprovechamiento de las oportunidades que se abren en asociación con las actividades de RRNN estamos acostumbrados a considerar a los RRNN como fuentes de divisas o impuestos. Sin embargo, en la medida que estos sectores utilizan conocimiento científico y desarrollan redes, se abre un área nueva de posible intervención que no puede ser ignorada.

En este sentido, se pueden diseñar políticas que den soporte a la construcción de redes de conocimiento en la producción e innovación en RRNN. No sólo porque a partir de este estudio sabemos que las redes de conocimiento son funcionales a la innovación en el sector de RRNN, sino también porque la literatura nos ha enseñado que cuanto más desarrolladas y abiertas sean las redes y más capaces los actores que participan, mejor son los resultados en términos de potencial de innovación y creación de conocimiento en los sistemas de innovación en general.

En segundo lugar, las capacidades de los actores se relacionan con el rol que juegan en la red. Encontramos que en general los actores con mayores capacidades tienen un rol central en la difusión de conocimiento en la red. Este hallazgo tiene implicancias para el diseño de herramientas de intervención; convendría apuntar a que actores con altas capacidades participen de las redes que se promueven.

En tercer lugar, sin embargo, el estudio señala que en general las redes identificadas tienden en mucha mayor medida a utilizar conocimiento existente y menos a crear nuevo conocimiento. Encontramos poca evidencia asimismo de que este conocimiento nuevo esté migrando a otros sectores. Esta parece ser un área posible de intervención de política. Tanto el sector de RRNN como otras actividades con las que éste pueda vincular la matriz de conocimiento se beneficiaría si se intensificaran prácticas y vinculaciones tendientes a crear nuevo conocimiento. En este sentido, algunas áreas posibles de intervención podrían ser aquellas que incentivan acuerdos de cooperación en investigación entre empresas y el sector científico, o entre las empresas entre sí, o también

aquellas orientadas a incentivar la apertura de las redes, y la integración de actores con distintos tipos de conocimientos.

La experiencia de algunas instituciones de América Latina que han empezado a desarrollar este tipo de políticas debería ser tomada en cuenta (como Corfo y la Fundación Chile en Chile y SEBRAE, el Instituto Euvaldo Lodi y la Federación de Industrias de Brasil, CINDE y CAMTIC en Costa Rica, los CONACYT regionales en México y otros).

Finalmente, encontramos algún indicio de que el tipo de actores involucrados pareciera afectar las características estructurales de las redes. Por ejemplo, la única red centrada en torno a una subsidiaria de una multinacional presenta ciertas particularidades: este actor no ocupa un lugar central en la difusión de conocimiento y la red que conforma es relativamente cerrada. De esta forma, las características específicas de los actores que participan pueden condicionar el potencial de difusión y creación de conocimiento y deben ser tomadas en cuenta al momento de pensar políticas orientadas a incentivar el desarrollo de redes.

ANEXO A: Actores entrevistados de cada red

Red	Actor entrevistado		Actor de recursos naturales de la red	Tipo de actor
RMBA	1	IRAC BIOGEN		Empresa privada - EGO
	2	CABAÑA SIERRAS CHICAS	X	Empresa privada - Cabaña
	3	TAMBO DON ANTONIO	X	Empresa privada - Tambo
	4	CABAÑA LA SULTANA	X	Empresa privada - Cabaña
	5	CABAÑA LOS SOCAVONES	X	Empresa privada - Cabaña
	6	CABAÑA LAS PENCAS	X	Empresa privada - Cabaña
	7	CABAÑA LA LILIA	X	Empresa privada - Cabaña
	8	INSTITUTO VETERINARIO CHAMICAL		Empresa privada
	9	CEPROCOR		Organismo Público de Investigación
	10	INTA CASTELAR (CICVYA)		Organismo Público de Investigación
	11	UNIV NAC DE CÓRDOBA (CS AGROPECUARIAS)		Universidad
	12	UNIV NAC DE VILLA MARÍA (VETERINARIA)		Universidad
	13	UNIV NAC DE RÍO CUARTO (VETERINARIA)		Universidad
	14	UNIVERSIDAD DE BS AS (AGRONOMÍA)		Universidad
	15	UNIV NAC DE SAN MARTÍN (BIOTECNOLOGÍA)		Universidad
	16	UNIV NAC DE LA PLATA (VETERINARIA)		Universidad
RMMCH	1	AGUAMARINA		Empresa privada - EGO
	2	ESSBIO		Empresa privada
	3	VIAL CORP		Empresa privada
	4	APLIK		Empresa privada
	5	HARSCO		Empresa multinacional
	6	NTC		Laboratorio privado
	7	CLUSTER MINERO		Asociación
	8	FUNDACIÓN CHILE		Otro - Fundación público-privada
RMTP	1	SEMAGRO	X	Empresa privada
	2	HILAGRO		Empresa privada
	3	AGRO SANTA ROSA	X	Empresa privada
	4	DEKALPAR	X	Empresa privada
	5	CRICIUMA	X	Empresa privada
	6	IPTA-CAPECO-INBIO		Organismo Público de Investigación
	7	CETAPAR		ONG
	8	COOPERATIVA PINDO	X	Cooperativa
	9	COLONIAS UNIDAS	X	Cooperativa
	10	COOPERATIVA LA PAZ	X	Cooperativa
	11	COOPASAM	X	Cooperativa
	12	COOPERATIVA PIRAPO	X	Cooperativa

**REDES DE CONOCIMIENTO ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE RECURSOS NATURALES EN AMÉRICA LATINA:
¿SE ESTÁN CREANDO Y DIFUNDIENDO INNOVACIONES?**

RMFU	1	THEOBALDUS JAUKEN		Empresa privada
	2	ING. AGRIM. EDUARDO GUERRA / GEOFLY		Empresa privada
	3	CSI INGENIEROS		Empresa privada
	4	GEOAMBIENTE		Empresa privada
	5	SPT CONSULTORES		Empresa privada
	6	TURBOFLOW		Empresa privada
	7	XTERNUM		Empresa privada
	8	DEPTO TECNICO UPM FRAY BENTOS		Empresa multinacional
	9	MONTES DEL PLATA	X	Empresa multinacional
	10	ELLEGAARD		Empresa multinacional
	11	NETAFIM		Empresa multinacional
	12	VIVERO SANTANA	X	Empresa multinacional
	13	INIA, DEPTO FORESTAL		Organismo Público de Investigación
	14	INIA MICROPROPAGACIÓN		Organismo Público de Investigación
	15	UTU		Universidad
	16	UDELAR, FAGRO, DEPTO FORESTAL, DEPTO SUELOS		Universidad
	17	IPEF		ONG

REFERENCIAS

Aboal, Diego; Rovira, Flavia y Veneri, Federico (2014). 'Innovación Y Redes De Conocimiento: El Caso De Una Empresa Del Sector Forestal En Uruguay', CINVE.

Ahuja, G. (2000). 'Collaboration Networks, Structural Holes and Innovation: A Longitudinal Study', *Administrative Science Quarterly*, Vol. 45, No. 425-55.

Ahuja, G. y Katila, R. (2001). 'Technological Acquisitions and the Innovation Performance of Acquiring Firms: A Longitudinal Study', *Strategic Management Journal*, Vol. 22, No. 197-220.

Ahuja, G.; Soda, G. y Zaheer, A. (2012). 'Introduction to the Special Issue: The Genesis and Dynamics of Organizational Networks', *Organization Science*, Vol. 23, No. 434-48.

Altenburg, T. y Meyer-Stamer, J. (1999). 'How to Promote Clusters: Policy Experiences from Latin America', *World Development*, Vol. 27, No. 1693-713.

Arza, Valeria; López, Emanuel y Marin, Anabel (2014). 'Actividades De Innovación Y Redes De Conocimiento En Recursos Naturales. El Caso Del Mejoramiento Bovino En Argentina', CENIT/UNTREF, Centro de Estudios para la Transformación/Universidad de Tres de Febrero.

Barbási, A-L (2002). *Linked. The New Science of Networks.*, Cambridge: Perseus Publishing.

Bell, Martin y Giuliani, Elisa (2007). 'Catching up in the Global Wine Industry: Innovation Systems, Cluster Knowledge Networks and Firm-Level Capabilities in Italy and Chile', *International Journal of Technology and Globalisation*, Vol. 3, No. 2.197-223.

Benavente, José Miguel y Goya, Daniel (2011). 'Opening up Natural Resource-Based Industries for Innovation: Exploring New Pathways for Development in Latin America. Sectorial Report: Copper Mining in Chile'.

Benavente, José Miguel y Price, Juan José (2014). 'El Desafío De La Innovación En La Industria Minera: El Caso De Chile', Santiago de Chile: Intelis.

Bervejillo, J.; Mila, F. y Bertamini, F. (2011). 'El Crecimiento De La Productividad Agropecuaria 1980-2010', en (ed.), *Anuario De Opypa 2011*, OPYPA-MGAP, Montevideo.

Bisang, R.; Campi, M. et al (2009). *Biotecnología Y Desarrollo*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.

Breschi, S. y Malerba, F. (2001). 'The Geography of Innovation and Economic Clustering: Some Introductory Notes', *Industrial and Corporate Change*, Vol. 4, No. 10.817-33.

Burt, R.S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*, Cambridge: Harvard University Press.

Cabral, R. (1998). 'From University-Industry Interfaces to the Making of a Science Park: Florianopolis, Southern Brazil', *International Journal of Technology Management*, Vol. 16, No. 8. 778-99.

CAPECO (2010). Tercer Seminario Nacional de Trigo "Del grano al pan". Disponible en: <http://www.tera.com.py/capeco/index.php?id=trabajos-de-investigacion>

Csardi G., Nepusz T. (2006). The igraph software package for complex network research, *Interjournal, Complex Systems* 1695. <http://igraph.org>.

Cochilco (2009). 'Biolixiviación: Desarrollo Actual Y Sus Expectativas.', COCHILCO, Dirección de Estudios y Políticas Públicas.

Coleman, J.A. (1988). 'Social Capital in the Creation of Human Capital', *The American Journal of Sociology*, Vol. 94, No. 95-120.

Cowan, R. y Jonard, N. (2007). 'Structural Holes, Innovation and the Distribution of Ideas', *J Econ InteracCoord*, Vol. 2, No. 93-110.

Duysters, G. y Schoenmakers, W. (2006). 'Learning in Strategic Technology Alliances', *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 18, No. 245-64.

Dyer, J.H. y Nobeoka, K. (2000). 'Creating and Managing a High Performance Knowledge Sharing Network: The Toyota Case', *Strategic Management Journal*, Vol. 21, No. 345-67.

Etzkowitz, Henry; de Mello, JoseManoel Carvalho y Almeida, Mariza, (2005). 'Towards "Meta-Innovation" In Brazil: The Evolution of the Incubator and the Emergence of a Triple Helix', *Research Policy*, Vol. 34, No. 4. 411-24.

Fundación Chile (2012). 'Primer Estudio De Caracterización De Proveedores De La Minería'.

Fundación Chile (2014). 'Segundo Estudio De Caracterización De Proveedores De La Minería'.

Giuliani, E. (2013). 'Network Dynamics in Regional Clusters: Evidence from Chile', *Research Policy*, 42 (8), 1406-1419.

Giuliani, Elisa (2007). 'The Wine Industry: Persistence of Tacit Knowledge or Increased Codification? Some Implications for Catching-up Countries', *International Journal of Technology and Globalisation*, Vol. 3, No. 2. 138-54.

Giuliani, Elisa y Arza, Valeria (2009). 'What Drives the Formation of 'Valuable' University-Industry Linkages? An under-Explored Question in a Hot Policy Debate', *Research Policy*, Vol. 38, No. 906-21.

Giuliani, Elisa y Bell, Martin (2005). 'The Micro-Determinants of Meso-Level Learning and Innovation: Evidence from a Chilean Wine Cluster', *Research Policy*, Vol. 34, No. 1.47-68.

Granovetter, M. (1973). 'The Strength of Weak Ties', *American Journal of Sociology*, Vol. 78, No. 1360-80.

Gulati, R. yGargiulo, M. (1999). 'Where Do Inter-Organizational Networks Come From?', *American Journal of Sociology*, Vol. 104, No. 1439-93.

Hagedoorn, J. y G. Duysters (2000). 'The Effects of Mergers and Acquisitions on the Technological Performance of Companies in High Tech Environment', Mimeo. University of Maastricht.

Kaplinsky, Raphael; Morris, Mike y Kaplan, Dave (2011). 'A Conceptual Overview to Understand Commodities, Linkages and Industrial Development in Africa', *AfricaExportImport Bank*

Kolhi, M.M., Cubilla, L.E. y de Viedma, L. (2009). 'Segundo Seminario Nacional De Trigo: Del Grano Al Pan', Asunción, Paraguay: CAPECO 140.

Lundvall, B. L.; Johnson, B.; Andersen, E. S. y Dalum, B. (2002). 'National Systems of Production, Innovation and Competence Building', *Research Policy*, Vol. 31, No. 2.213-31.

Marin, A.; Navas-Aleman, L. y Perez, C. (2014, en prensa). 'Natural Resource Industries as a Platform for the Development of Knowledge Intensive Industries', *TijdschriftVoorEconomischeenSocialeGeografie*.

Marin, A.; Stubrin, L. y Van Zwanenberg, P. (2014). 'Developing Capabilities in the Seed Industry: Which Direction to Follow?', *SPRU Working Paper Series*, Vol. SWPS 2014-12, No. Brighton: SPRU.

Mazzoleni, R. y Nelson, R. R. (2007). 'Public Research Institutions and Economic Catch-Up', *Research Policy*, Vol. 36, No. 10.1512-28.

Milgram, S. (1967). 'The Small World Problem', *Psychology today*, Vol. 2, No. 1. 60-67.

Mowery, D. C.; Oxley, J. E. y Silverman, B. S. (1996). 'Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer', *Strategic Management Journal*, Vol. 17, No. 77-91.

Perez, Carlota (2010). 'Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms', *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 34, No. 1.185-202.

Powell, Walter; Koput, Kenneth W.; Smith-Doerr, Laurel y Owen-Smith, Jason (1999), 'Network Position and Firm Performance: Organizational Returns to Collaboration in the Biotechnology Industry', *Research in the Sociology of Organizations*, Vol. 16, No. 1.129-59.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Rees, K. (2005). 'Interregional Collaboration and Innovation in Vancouver's Emerging High-Tech Cluster', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol. 96, No. 3.298-312.

Rosenkopf, L. y Almeida, P. (2003). 'Overcoming Local Search through Alliance and Mobility', *Management Science*, Vol. 49, No. 751-66.

Schmitz, H. y Nadvi, K. (1999). 'Clustering and Industrialization: Introduction', *World Development*, Vol. 27, No. 9.1503-14.

Servín, María Belén y Rojas Viñales, Ana (2014). 'El Sector De Trigo En El Paraguay: Potencialidades De Innovación Y Aprendizajes', CADEP, ID.

Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press.

Stubrin, Lilia (2013a). *High-Tech Activities in Emerging Countries. A Network Perspective on the Argentinian Biotech Activity*. (Doctoral Dissertation), Maastricht: Maastricht University.

Stubrin, Lilia (2013b). 'Las Empresas Biotecnológicas Argentinas: La Relación Entre La Red De Conocimiento Y La Capacidad De Innovación', en D. Suárez (ed.), *El Sistema Argentino De Innovación: Instituciones, Empresas Y Redes. El Desafío De La Creación Y Apropiación De Conocimiento*, UNGS.

Teece, D. J. (1996). 'Firm Organization, Industrial Structure, and Technological Innovation', *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 31, No. 2.193-224.

Urzúa, O. (2007). 'Emergence and Development of Knowledge-Intensive Mining Services (Kims)', Background paper prepared for UNCTAD, Brighton: University of Sussex.

Uzzi, B. (1996). 'The Sources and Consequences of Embeddedness for the Economic Performance of Organizations: The Network Effect', *American Sociological Review*, Vol. 61, No. 4.674-98.

Verspagen, B. y Duysters, G. (2004). 'The Small Worlds of Strategic Technology Alliances', *Technovation*, Vol. 24, No. 7.563-71.

Wasserman, S. y Faust, K. (1998). *Social Network Analysis: Methods and Applications*, Cambridge University Press.

Watts, Duncan y Strogatz, Stephen (1998). 'Collective Dynamics of 'Small-World' Networks', *Nature*, Vol. 393, No. 440-42.

