

DOCUMENTOS DE BASE  
DEL REPORTE ANUAL 2014  
Recursos Naturales y Desarrollo

## Estudio País: Argentina

# ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN Y REDES DE CONOCIMIENTO EN RECURSOS NATURALES. EL CASO DEL MEJORAMIENTO BOVINO EN ARGENTINA.



**RED  
SUR**  
Red Sudamericana  
de Economía Aplicada



**IDRC | CRDI**

International Development Research Centre  
Centre de recherches pour le développement international

**Canada**

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<sup>er</sup> piso  
11200, Montevideo – Uruguay  
Tel: (+598) 2410 1494  
[www.redsudamericana.org](http://www.redsudamericana.org)  
[coordinación@redmercosur.org](mailto:coordinación@redmercosur.org)

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

El estudio busca indagar y evaluar empíricamente las nuevas oportunidades asociadas a la aplicación de nuevos conocimientos científicos a las actividades de recursos naturales, tomando como caso concreto una empresa proveedora de servicios tecnológicos para la producción de genética bovina en Argentina.

La realización de este trabajo fue posible gracias al apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC, Canadá), en el marco del proyecto “*Pequeñas y medianas empresas, creación de empleo y sostenibilidad: Maximizando las oportunidades del auge de los commodities en América del Sur*”. Además, contó con el apoyo de Pérez-Guerrero Trust Fund for South-South Cooperation, Group of 77, Naciones Unidas, en el marco del proyecto “Integración regional e infraestructura para el desarrollo en América Latina”.

Estudio País: Argentina

# ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN Y REDES DE CONOCIMIENTO EN RECURSOS NATURALES. EL CASO DEL MEJORAMIENTO BOVINO EN ARGENTINA.

Valeria Arza CONICET y CENIT/UNTREF

Anabel Marin CONICET y CENIT/UNTREF

Emanuel López CENIT/UNTREF



Canada

## Valeria Arza

Postdoctorado en Estudios de Política Científica y Tecnológica (Centre d'Économie de la Sorbonne, París). 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.

**Nota de los autores:** Agradecemos a todos nuestros dieciséis entrevistados y especialmente a la gente de IRAC-Biogen por el tiempo que nos dedicaron. También a Lilia Stubrin por su ayuda en el diseño del trabajo de campo y por discutir con nosotros ideas para el análisis de la información.

# 1- INTRODUCCIÓN

Las actividades de producción de recursos naturales (RRNN) han sido históricamente consideradas con poco potencial para disparar un proceso virtuoso de crecimiento y desarrollo, porque, entre otras cosas, se dice, no aplican conocimiento sofisticado, innovan poco y operan como enclaves (Cimoli y Rovira, 2008; Hausmann y Rigobon, 2003; Hirschman, 1958; Lall, 2000; OECD, 2011; Prebisch, 1950; Singer, 1975). Sin embargo, estudios recientes han comenzado a desafiar las ideas establecidas proponiendo en cambio que existen nuevas oportunidades para la innovación y profundización y diversificación de encadenamientos productivos y de conocimiento en asociación con la producción de RRNN (Marin *et al.*, 2014, en prensa; Pérez, 2009). Se argumenta, por ejemplo, que hay mayores oportunidades para diferenciar productos en asociación con la segmentación de mercados, y de aplicar nuevos conocimientos en asociación con avances científicos importantes en campos de conocimiento vinculados a los RRNN, como la biotecnología y los nuevos materiales. En este estudio estamos interesados en indagar y evaluar empíricamente las nuevas oportunidades que se estarían generando en asociación con la aplicación de nuevos conocimientos científicos a las actividades de RRNN. Para ello, tomamos como caso de estudio una empresa proveedora de servicios tecnológicos para la producción de genética bovina en Argentina y hacemos un análisis detallado de los vínculos de conocimiento que esta empresa ha formado para responder a las demandas del sector.

La importancia socioeconómica y cultural del sector ganadero de Argentina, un país que se integró a la economía mundial exportando carne vacuna, es difícil de exagerar. Actualmente, el sector ganadero explica alrededor de 18% del PIB agropecuario argentino (el cual explica entre 8% y 9% del PIB nacional). Un estudio reciente sobre la importancia de las cadenas agroalimentarias en Argentina, encontró que la cadena bovina (la cual incluye además de la genética bovina, la cría y el engorde de ganado, la faena, los frigoríficos, el procesamiento de carne, la curtiembre y las actividades veterinarias) es la segunda más importante dentro del sector agropecuario, después de la cadena sojera (Lódola *et al.*, 2010). Argentina es además un productor de carne reconocido internacionalmente por la calidad de su producción, prestigio que ha ganado a partir de 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), y de una genética bovina para la producción de carne que está entre las mejores del mundo.

Sin embargo, la ganadería bovina argentina enfrenta actualmente importantes desafíos. Por un lado, la agriculturización que ha experimentado el país desde

mediados de los años '90 ha estado asociada a una disminución significativa en la tierra dedicada a la actividad ganadera. Por otro lado, y en parte como consecuencia del fenómeno anterior, a partir del año 2006 el gobierno nacional ha impuesto restricciones a las exportaciones de carne con el objeto de garantizar el abastecimiento del mercado interno en un país que tiene índices muy altos de consumo de carne por habitante (58,5 kg/hab al año).

La respuesta del sector, ha sido encarar un proceso de transformación tecnológica, el cual, en la perspectiva de algunos analistas, le ha permitido mantener el stock ganadero estable. El stock ganadero bovino actual es similar al de los años '70, a pesar de la disminución de la cantidad de hectáreas dedicadas a la actividad ganadera en la zona pampeana: ronda los 50 millones de cabezas.

En este trabajo, analizamos una de las estrategias de intensificación tecnológica encaradas por el sector para enfrentar los nuevos desafíos: la aplicación y desarrollo de técnicas biotecnológicas para el mejoramiento genético bovino que se lleva adelante con el objetivo de mejorar la calidad y la eficiencia en la producción bovina en el primer eslabón de la cadena: el de reproducción animal, cuyo actor principal son los criadores o cabañeros.

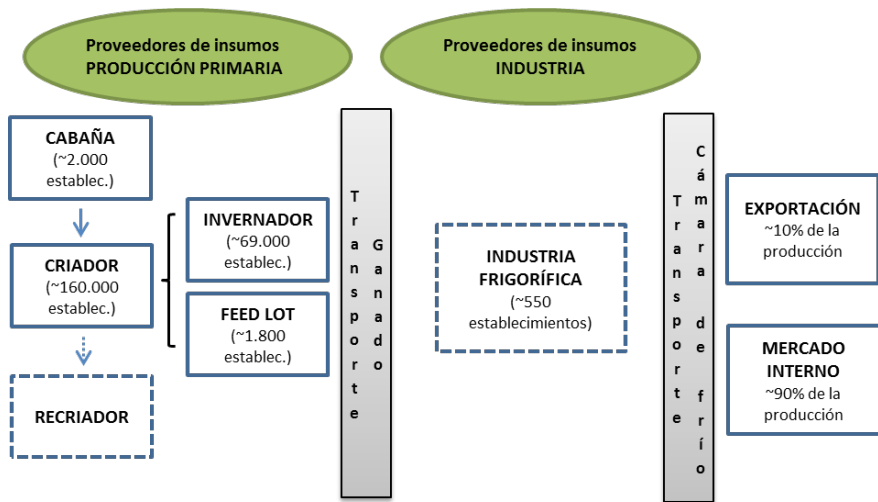
Analizamos las redes de conocimiento que se generan como consecuencia de esa demanda que realizan las cabañas, utilizando una metodología de caso de estudio. Para ello, seleccionamos una empresa de servicios de reproducción animal ubicada en la provincia de Córdoba y recreamos toda su red de conocimiento, que incluye tanto cabañas de la región centro-norte del país como otros actores productores de conocimiento del ámbito nacional e internacional.

Este documento se divide en las siguientes secciones. Las secciones 2 y 3 discuten el contexto de nuestro caso de estudio. La sección 2 describe las principales características de la cadena de producción de carne y de los procesos innovativos relacionados con la reproducción animal. La sección 3 discute el contexto económico actual en el que se insertan esos procesos innovativos en Argentina y cómo este contexto podría estar afectando las demandas tecnológicas del sector. La sección 4 presenta nuestro estudio de caso describiendo las actividades de la empresa seleccionada como nodo central de la red. La sección 5 describe la red de conocimiento identificada y discute sus principales características. En la sección 6 se presentan algunos resultados analíticos. Finalmente, en la sección 7 se discuten las principales conclusiones del estudio.

## 2 - LA CADENA DE LA CARNE BOVINA Y ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

Lejos de ser un sistema sencillo, la cadena de la carne bovina se compone de un conjunto disperso y heterogéneo de actores que interactúan en diversas etapas, realizando actividades que son parte del proceso general de producción de carne pero que también pueden constituir en sí mismos negocios independientes, como se ve en la Figura 1.

Figura 1: Esquema de la cadena de la carne vacuna



Fuente: adaptado de Iglesias y Ghezán (2010). Los datos de cabañas son de las Asociaciones de Criadores y de la Sociedad Rural y corresponden al año 2010; los datos de criadores, invernadores y el dato de la industria frigorífica (en este caso, proyectados al año 2011, activos había menos de 400) fueron tomados de Ponti (2011). Los datos de *feedlot* fueron tomados de SENASA (2013) y corresponden a junio de ese año. Los datos de exportaciones son de IPCVA (Instituto de Promoción de la Carne Vacuna) y corresponden al año 2013.

Nos interesa describir en más detalle la cadena de producción del sector primario, previa a la faena incluida en la industria frigorífica en el esquema.

En primer lugar están las cabañas cuyo negocio es la venta de la genética de los reproductores, estos los venden a través de remates de reproductores o a través de catálogos. Muchas veces, las cabañas tienen también centros de inseminación y venden semen y embriones. También se los llama criadores, aunque esa palabra

puede confundirse con el segundo actor en la cadena que mencionamos más adelante. Las cabañas son quienes participan en ferias ganaderas como las que organiza la Sociedad Rural en Palermo y se agrupan en “asociaciones de criadores” de diferentes razas para defender sus intereses y promocionar las virtudes de cada raza. En Argentina en 2010 había 1.996 cabañas, 44% especializadas en raza Angus, 20% en Hereford, 12% en Brangus, 10% en Braford y 7% en Holando -única raza lechera entre las anteriores-. El 6% restante se repartía en otras 21 razas diferentes.<sup>1</sup>

En segundo lugar, están los productores/criadores comerciales, cuya actividad es la producción y ventas de terneros justo después del destete. Si el campo de cría es de buena calidad, es decir con buenas pasturas, este mismo actor puede operar en el tercer eslabón que se llama “invernada” que es destetar al ternero, castrarlo y engordarlo. Para estos dos grupos el negocio está en optimizar la cantidad de kilogramos por hectárea. Algunos animales vuelven al circuito (eslabón 2) para reproducirse en lo que se denomina la recría. Existe un quinto eslabón que es el *feedlot*, por el cual pasan algunos animales durante los 60 días previos a la faena. En conjunto, en Argentina en 2005, había alrededor de 159 mil establecimientos de productores, que concentraban 54,3 millones de cabezas (Iglesias y Ghezan, 2010)<sup>2</sup>.

Los dos actores claves para la innovación en la cadena bovina son las cabañas y los proveedores de servicios de genética. Las cabañas reproducen animales con características demandadas y transmiten la mejora genética con la propiedad del animal reproductor (cuando se hace en remates); o a través de la venta de semen o embriones de reproductores seleccionados. La reproducción puede darse por métodos naturales o artificiales (ver más abajo). Cuando el método de reproducción es artificial, quien lo lleva adelante es un actor diferente a las cabañas: las empresas proveedoras de servicios de genética bovina, las que dominan técnicas y *expertise* del ámbito científico, siendo un actor clave para las actividades de innovación de la cadena (Bisang *et al.*, 2009).

Se utilizan dos tipos de herramientas para la innovación en materia de mejoramiento animal: las que provienen de la genética cuantitativa y las biotecnológicas.

El objetivo del análisis de genética cuantitativa es identificar rasgos que guían el proceso de selección y cruzamiento de ganado que realizan las cabañas para mejorar genéticamente su producción. Mediante genética cuantitativa se construye un índice que evalúa las características de los animales en términos de variables de interés económico (por ejemplo peso al nacer, peso al destete, terneza de la carne,

1. Los datos provienen de las Asociaciones de Criadores respectivas y de la Sociedad Rural.

2. Lo producido por estos establecimientos se destina a faena. “Un 53% del rodeo terminado dentro de la actividad de invernada (7,6 millones de cabezas), se destina de manera directa a la industria frigorífica, mientras que el 47% restante se reparte en operaciones de intermediación (consignatarios, mercados concentradores o remates feria)” (Iglesias y Ghezan, 2010).



cantidad y ubicación de la grasa, niveles de producción de leche, etc.). Estos índices podrían ser también utilizados en las etapas de industrialización para tipificar la calidad de la materia prima que se faena. Sin embargo, en Argentina, por el momento, no existen certificaciones ni remuneración de la calidad de la carne, por lo que este uso no está extendido. En general los análisis de genética cuantitativa son encargados por las asociaciones de criadores de las diferentes Razas al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y a la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires mediante convenios de vinculación tecnológica. El trabajo involucra la utilización de modelos estadísticos complejos y alta capacidad de procesamiento informático para trabajar con un elevado número de datos (por ejemplo, en el caso de la raza Angus se trabaja con más de 4 millones de datos). Los datos provienen de la genealogía de las animales de las diferentes cabañas afiliadas a las asociaciones de criadores. La utilización de estos modelos representa un avance importante en conocimiento dentro del sector que contrasta con las prácticas más tradicionales de identificación de “buena genética” mediante el juicio de expertos que evalúan los animales en base a sus características fenotípicas (como los concursos que se realizan en las ferias rurales en los cuales se premian animales en base a decisiones de expertos que inspeccionan sus características físicas). El INTA y otros organismos están actualmente trabajando en la ampliación de la aplicación de métodos científicos de selección, incluyendo proyectos recientes que buscan la implementación de técnicas de genómica que permiten mejorar y ampliar los resultados obtenidos a través de la genética cuantitativa. Resulta un desafío todavía la difusión de estos avances a todo el sector ganadero.

El objetivo de las herramientas biotecnológicas es modificar el perfil genético del animal en base al cruzamiento convencional pero utilizando genética seleccionada. Entre las herramientas biotecnológicas más utilizadas podemos mencionar las modificaciones genéticas a partir de inseminación artificial, la fecundación in-vivo, la fecundación in-vitro, el sexado de embriones y de semen, y la clonación.

La más sencilla es la inseminación artificial, que consiste en inseminar por métodos artificiales a una vaca reproductora previamente seleccionada utilizando semen también seleccionado. Esto permite mejorar los rodeos bovinos en base a un número reducido de toros.

La técnica de sexado, permite, con 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.

Más complejas son las técnicas de fecundación, que consisten en la implantación de embriones en vacas receptoras que continúan con la preñez sin ser responsables genéticamente de la progenie. La fecundación puede ser in vivo o in vitro. La primera comienza en el vientre de una vaca cuya genética se busca reproducir, la cual en general es sometida a un tratamiento hormonal de "superovulación". Este tratamiento permite la generación de múltiples óvulos y, en consecuencia, la fecundación de los mismos y la obtención de un número elevado de embriones que luego son extraídos para ser posteriormente implantados en otros vientres receptores.

Los embriones también pueden haber sido creados mediante fertilización in-vitro, es decir fuera del vientre animal, combinando ovocitos extraídos de la vaca seleccionada –que se hacen madurar mediante equipamiento específico– y semen seleccionado, para luego ser implantados en los vientres receptores. A diferencia de la inseminación artificial, tanto la fecundación in-vivo como in-vitro permite multiplicar la descendencia de las hembras (además de los machos), mejorando sustancialmente los rodeos. La fecundación in vitro apunta a optimizar la capacidad reproductiva de la hembra que puede producir muchos ovocitos que devendrán en embriones sin tener que atravesar por el estrés que generan los tratamientos hormonales de superovulación necesarios para la fecundación in-vivo. Sin embargo, esta técnica es más reciente y su desarrollo todavía no se ha estabilizado al punto de permitir el congelamiento de embriones así creados. Esto dificulta la exportación de embriones creados mediante la técnica de in-vitro y también hace logísticamente más complicado el proceso de implantación que requiere sincronización del ciclo entre vaca donante y receptora. Las vacas receptoras, tanto de embriones fecundados in vitro como in vivo, tienen que someterse a tratamientos farmacológicos que sincronizan su ciclo reproductivo, emulando la etapa del ciclo en el que se encontrarían si hubieran gestado naturalmente el embrión que les están por implantar. La diferencia es que en el caso de embriones generados in vitro no hay posibilidades de congelarlos para postergar la implantación.

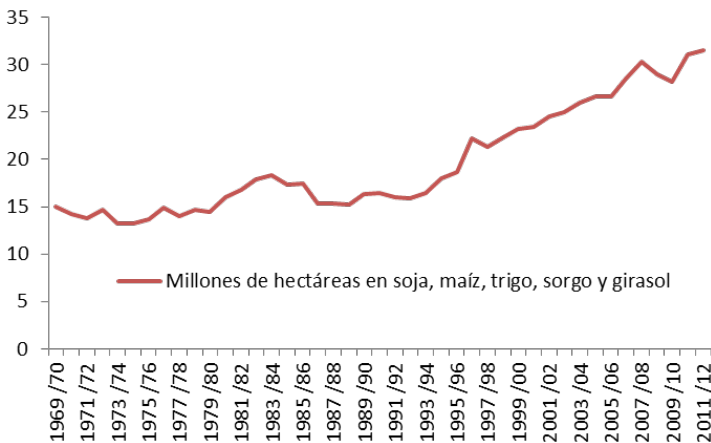
Le siguen en nivel de complejidad técnica la clonación de animales con características deseadas y las modificaciones transgénicas. Estas últimas dos técnicas no son utilizadas tan frecuentemente en Argentina. En la sección que sigue, antes de presentar el caso de estudio en detalle, discutimos algunas condiciones contextuales que pueden estar condicionando las demandas tecnológicas del sector.

### 3 - LA PRODUCCIÓN GANADERA EN EL CONTEXTO RECIENTE

En esta sección discutimos algunas condiciones contextuales que podrían estar afectando en la actualidad las demandas tecnológicas y de conocimiento del sector. Importa en nuestro análisis pensar en estas variables ya que condicionan y demarcan las interpretaciones que podremos realizar en nuestro estudio de caso.

Uno de los fenómenos más importantes que experimentado la Argentina los últimos años ha sido la masiva expansión de la frontera agrícola, la cual ha impactado en otros sectores de la economía de manera significativa. El incremento en la rentabilidad agrícola en relación a la de la ganadería ha incentivado una expansión significativa en la tierra destinada a la actividad agrícola en detrimento de la ganadería. Este proceso se hizo particularmente notable desde mediados de la década de los '90, con el marcado crecimiento de la superficie implantada con cultivos agrícolas (Gráfico 1).

Gráfico 1: Superficie agrícola implantada (principales cultivos)



Fuente: elaboración propia sobre la base de MINAGRI.

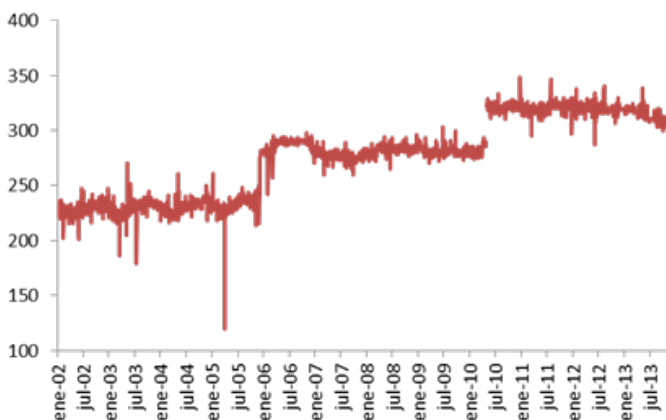
Frente a esta situación, en un contexto de precios internacionales de la carne en alza desde el año 2006, el gobierno nacional diseñó una serie de políticas buscando garantizar el abastecimiento del mercado interno y contener los precios. Así, se

restringieron las exportaciones de carne, subieron las retenciones, se controlaron los precios en diferentes etapas de la cadena productiva y se establecieron pesos mínimos de faena (que variaron entre 240kg y el valor que rige actualmente, de 300kg) como se ve en el Box 1. Estas políticas afectaron la rentabilidad del sector y fueron motivo de confrontación permanente entre los actores de la cadena y el gobierno nacional, dado el contexto de precios internacionales favorable y la importancia que el sector externo ha tenido y aún tiene para el sector ganadero argentino, como se puede ver en el Box 2.

### Box 1: La política de pesos mínimos de faena

En el año 2005 se establecieron mínimos entre 260 y 280 kg (Resolución 645/2005 SAGPyA). En el año 2007 luego de varias idas y vueltas se estipulan pesos mínimos de 300kg (Resolución 68/2007 SAGPyA) pero vuelven a reducirse a 280 kg en 2009 (Resolución 42/2009 MAGyP). Recién desde el año 2010 se elevan y sostienen a los 300kg que rigen en la actualidad (Resolución 13/2010 y 88/2010 MAGyP). El Gráfico 2 ilustra claramente la respuesta del mercado al establecimiento de pesos mínimos de faena sobre el peso promedio comercializado en el Mercado de Liniers (categoría de terneros): hasta el año 2006 estuvieron por debajo de los 250kg, suben a 280kg entre 2006 y 2009 y llegan a los 300kg a partir del 2010 a la actualidad.

Gráfico 2: Peso promedio diario de los Terneros comercializados en Liniers

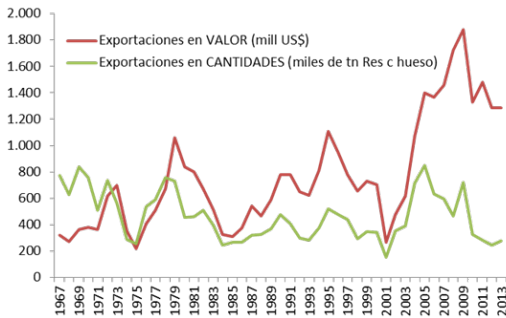


Fuente: elaboración propia sobre la base de MINAGRI

## Box 2: La importancia del mercado internacional para el sector ganadero

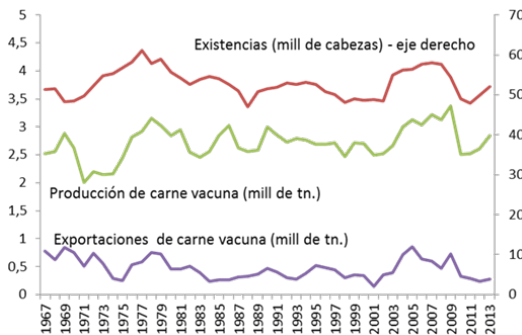
El mercado internacional ha sido un factor importante en la evolución del sector ganadero. En promedio en los últimos quince años se exportó el 15% de la producción, con un pico en el año 2005 que alcanzó el 27%. Los precios internacionales han registrado un sendero particularmente favorable en los últimos años, lo que permitió que el valor exportado despegara de su medición en volumen, como se ve en el Gráfico 3.

Gráfico 3: Exportaciones argentinas de carne vacuna



Fuente: elaboración propia sobre la base de IPCVA

Gráfico 4: Existencias de bovinos, producción y exportaciones de carne Argentina 1967-2013



Fuente: IPCVA

En principio podría pensarse que en tanto y en cuanto las demandas del mercado externo sean reemplazadas por las locales, no debería afectar la dinámica del sector. Sin embargo este no es el caso, dado que, por un lado, existen controles de precios en el mercado interno que afectan la rentabilidad en este segmento de mercado pero además porque la carne que se exporta y la que se consume internamente es diferente.

En el mercado de exportación se vende carne de novillo, que son animales cuyo peso mínimo oscila alrededor de los 450 kilos; por su parte, el consumidor local prefiere carne de animales más chicos, lo que conduce a faenar terneros que sólo alcanzan los 300kg.

Los referentes del sector señalan que las exportaciones de carne no necesariamente compiten con el mercado doméstico porque los cortes que se exportan representan sólo 15% de cada animal (La Nación, 2014), dejando el resto para comercializar en el mercado interno. Además, como los cortes de exportación se obtienen de animales más grandes, el volumen total producido que restaría para comercializar en el mercado doméstico podría no ser inferior al que existe hoy con las restricciones a las exportaciones que inducen a la producción de animales de menor tamaño.

También el tipo de carne, en cuanto a contenido graso, es diferente entre el mercado de exportación y el doméstico; en el mercado externo se demanda carne que tenga un contenido más elevado de grasa intramuscular.

Estas diferencias implican que a la hora de seleccionar genéticamente los animales no sea irrelevante anticipar cuál es el mercado en el cual se comercializarán porque el tipo de animal óptimo para la producción de carne de novillo no es el mismo que resulta óptimo para la producción de ternero y lo mismo respecto al tipo de carne (con más o menos grasa). Así, para realizar mejoramiento genético resulta necesario tener un mercado de referencia, ya que se buscará optimizar ciertas dimensiones según el interés de la demanda (por ejemplo, el peso al nacer o el contenido de grasa intramuscular).

Cuando existe incertidumbre respecto del mercado en el que será localizada la producción, invertir en mejoramiento genético tiene menos sentido. Por ejemplo, ante las restricciones en el mercado de exportación se ha faenado animales a los 300 kilos –porque esa es la demanda en el mercado doméstico– aun cuando dichos animales fueron seleccionados para poder alcanzar eficientemente los 450-500 kilos, que es el peso óptimo de un animal cuya carne se exporta. De esta

forma se desaprovecha el potencial productivo del mejoramiento genético. Dado que en la actualidad (2014) los referentes del sector están disconformes con la política pública, en particular con las restricciones a las exportaciones<sup>3</sup>, es probable que las demandas de conocimiento que realizan las cabañas en el presente sean menores o al menos diferentes a las que se lograría en situaciones de contexto más favorable

---

3. Así se lee en la prensa y también es la percepción que recabamos en nuestro trabajo de campo.

## 4 - CASO DE ESTUDIO

### 4.1 - Descripción metodológica del trabajo de campo y estructura global de la red

El principal objetivo de este trabajo es analizar la red de conocimiento que se desarrolla a partir de las demandas de conocimiento que realiza el sector de cabañas en Argentina. Para ello, seleccionamos una empresa de servicios de reproducción animal ubicada en la provincia de Córdoba, la empresa IRAC/Biogen, y buscamos recrear su red de conocimiento incluyendo tanto cabañas de la región centro-norte del país como otros actores productores de conocimiento del ámbito nacional e internacional.

En diciembre 2013 realizamos dos entrevistas en profundidad con representantes de IRAC-Biogen y de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba que nos permitieron construir un listado de actores que tentativamente formaría parte de la red de conocimiento que buscábamos identificar. Este listado lo denominamos *roster recall* y lo utilizamos con dos fines. Por un lado, hicimos una muestra de actores a entrevistar intentando capturar la mayor diversidad posible de actores que figuraba en el listado. Por otro lado, mostramos el listado a cada actor entrevistado para que identificara aquellos actores con los que tenía o había tenido vínculos de conocimiento. Se permitía además que los actores identificaran también vínculos con otros actores fuera del listado. La metodología para la reconstrucción de la red fue de *snowball sampling*, es decir, a medida que los entrevistados nos identificaban sus vínculos, esos actores pasaban a formar parte del *roster recall*.

El trabajo de campo se desarrolló durante los meses de febrero y marzo de 2014 e incluyó la realización de 16 entrevistas semi-estructuradas. Las entrevistas semi-estructuradas fueron realizadas a ocho actores privados (cinco cabañas ganaderas, un tambo y un instituto veterinario), seis dependencias de Universidades y dos Organismos Públicos de Investigación (OPI), y la empresa proveedora de servicios biotecnológicos IRAC-Biogen que es el "ego" de la red. En el caso de las universidades y los OPI, la unidad de análisis fue el equipo de investigación en mejoramiento genético y reproducción animal.<sup>4</sup> Para los actores privados, la unidad de análisis fue la empresa.

4. Las dependencias entrevistadas fueron: en la Universidad de Buenos Aires, el Departamento de Producción Animal dentro de la Facultad de Agronomía; en la Universidad Nacional de Córdoba, la Cátedra de Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias; en la Universidad Nacional de La Plata, la Cátedra de Reproducción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias; en la Universidad Nacional de Río Cuarto, la Cátedra de Reproducción Animal, Facultad de Agronomía y Veterinaria; en la Universidad Nacional de San Martín, el Laboratorio de Biotecnologías Reproductivas y Mejoramiento Genético Animal; y en la Universidad Nacional de Villa María, Cátedra de Reproducción de la carrera de Medicina Veterinaria del Instituto de Ciencias Básicas y Aplicadas. Por el lado de los OPI, se entrevistó al Instituto de Genética del Centro de Investigación en Ciencias Veterinarias y Agronómicas (CICVyA - INTA Castelar), y al Laboratorio de Biotecnología del CEPROCOR.



Además, realizamos otras dos entrevistas en profundidad en marzo 2014 con representantes del Instituto de Genética de INTA y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires que fueron claves para contextualizar el estudio. 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.

La pregunta central utilizada para captar las vinculaciones fue formulada de la siguiente manera: “¿Con cuál de las organizaciones en la lista (*roster recall*) interactúa para intercambiar conocimiento y qué tipo de acuerdo estableció en relación a temas de genética bovina o reproducción animal? [Por favor, indique si el vínculo es continuo o discontinuo y si la importancia del vínculo para sus actividades es alta o baja]”. Las opciones para los tipos de acuerdo eran: I+D conjunta, contrato de investigación, asistencia técnica y transferencia de tecnología, ensayos y experimentación, capacitación, intercambios informales, extensión o capacitación conjunta, y otros. Además para cada vínculo se preguntaba el año de inicio de la relación.

Dada la localización geográfica del ego en la Provincia de Córdoba, el grueso de los actores se entrevistó en esta provincia y varias de las conexiones se registraron también entre actores geográficamente cercanos. Sin embargo, el alcance de la red rápidamente se expandió más allá de los límites geográficos, con vínculos de conocimiento de alcance internacional.

El Cuadro 1 presenta una descripción de los actores entrevistados.

Actor Entrevistado	Tipo de institución	Actividades principales
1 IRAC BIOGEN	Empresa privada - EGO	Producción y mejoramiento genético. Investig, transferencia y capacitación
2 CABAÑA LA LILIA	Empresa privada	Producción lechera; mejoramiento genético
3 CABAÑA LA SULTANA	Empresa privada	Producción y mejoramiento genético bovino
4 CABAÑA LAS PENCAS	Empresa privada	Producción y mejoramiento genético bovino
5 CABAÑA LOS SOCAVONES	Empresa privada	Producción y mejoramiento genético bovino
6 CABAÑA SIERRAS CHICAS	Empresa privada	Producción y mejoramiento genético bovino
7 INSTITUTO VETERINARIO CHAMICAL	Empresa privada	Producción de embriones/semes; mejoramiento genético
8 TAMBO DON ANTONIO	Empresa privada	Producción lechera
9 CEPROCOR	Organismo Público de Investigación	Investigación y servicios
10 INTA CASTELAR (CICVYA)	Organismo Público de Investigación	Investigación y transferencia
11 UNIV DE BS AS (AGRONOMÍA)	Universidad	Investigación, docencia y transferencia
12 UNIV NAC DE CBA (CS AGROPECUARIAS)	Universidad	Investigación, docencia y transferencia
13 UNIV NAC DE LA PLATA (VETERINARIA)	Universidad	Investigación, docencia y transferencia
14 UNIV NAC DE RIO CUARTO (VETERINARIA)	Universidad	Investigación, docencia y transferencia
15 UNIV NAC DE SAN MARTÍN (BIOTECNOLOGÍA)	Universidad	Investigación, docencia y transferencia
16 UNIV NAC DE VILLA MARÍA (VETERINARIA)	Universidad	Investigación, docencia y transferencia

El Cuadro 2 resume los actores por tipo que fueron identificados como parte de la red de conocimiento (en total 135 actores). Entre ellos, se hicieron entrevistas a 16 actores que como hemos dicho fueron seleccionados de forma de poder captar la diversidad de actores pertenecientes a la red. Se observa que en términos proporcionales las entrevistas realizadas reproducen la participación por tipos de actores relevados (aunque quedaron fuera del trabajo de campo los actores internacionales, las asociaciones y las agencias públicas).

Cuadro 2: Actores que conforman la red relevada

Tipo de actor	Cantidad en la red	%	Cantidad entrevistados	%	Principalmente...
Cabañas	34	25,2%	6	37,5%	Cabañas y tambos (en Argentina y el exterior).
Otros actores privados	20	14,8%	2	12,5%	Laboratorios, farmacéuticas y otras empresas.
Actores internacionales (excepto cabañas)	23	17,0%	-	-	Universidades y empresas privadas
Universidades	23	17,0%	6	37,5%	Diferentes dependencias de Universidades Nacionales
Asociaciones	19	14,1%	-	-	Asociaciones de razas bovinas y de productores
Organismos públicos de investigación	15	11,1%	2	12,5%	Dependencias del INTA e Institutos de Investigación provinciales de Córdoba
Agencias públicas	1	0,7%	-	-	Agencia ProCórdoba
<b>Total</b>	<b>135</b>	<b>100%</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>	

## 4.2 - Características de la empresa “ego” de la red

La empresa ego de la red, IRAC-Biogen, se dedica a la formación, investigación y el desarrollo y la actividad comercial en el campo de la reproducción animal (principalmente bovinos).

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. Allí se investigan técnicas 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. Durante el pasado año 2013 Biogen integró un consorcio de exportación en asociación con otras empresas de genética y cabañas productoras, con el objetivo de generar un paquete exportable que cumpla con los estándares de sanidad y calidad y resulte competitivo internacionalmente. El consorcio, apoyado por la Agencia ProCórdoba (agencia de gobierno provincial que promueve la exportación), ya ha conseguido la visita de delegaciones chinas que realizaron evaluaciones de las empresas, logrando la aprobación para comenzar a exportar. Se encuentran en tratativas otros países, siendo Rusia uno de los más importantes de la lista.

La empresa en su conjunto cuenta con unos 18 empleados permanentes, 12 de los cuales poseen grado universitario o superior (dos de ellos doctores) en las áreas de agronomía y veterinaria, fundamentalmente. Se suman también una serie de empleados part-time y ayudantes, alumnos provenientes de los posgrados que allí se dictan. Anualmente el IRAC recibe unos 90 nuevos inscriptos en sus carreras de posgrado, con afluencia de estudiantes de diversas provincias del país y de otros países de América Latina.

En cuanto al financiamiento de la investigación que se realiza en IRAC, alrededor de 50% proviene de organismos públicos (Ministerio de Ciencia Nacional, Secretaría de Ciencia Provincial, Universidades Nacionales) y el restante 50% de entidades privadas (fundamentalmente laboratorios). La empresa ha mostrado una variedad de resultados exitosos de las investigaciones que incluyen desde publicaciones en revistas indexadas y actividades de extensión, hasta prototipos y patentes nacionales. En el Box 3 se resumen los objetivos y metodologías de dos proyectos para ilustrar el tipo de actividades de investigación que estaba realizando la empresa en el momento de nuestro trabajo de campo.

Los posgrados que se dictan desde IRAC, en conjunto con la Universidad Nacional de Córdoba, son también un espacio de formación muy importante y de renombre dentro del ámbito de profesionales dedicados a la reproducción animal, no sólo en Argentina sino también en América Latina. Diversos convenios con empresas y Universidades se han realizado en Colombia, Uruguay, Ecuador, Paraguay y Panamá para que los docentes de IRAC brinden cursos y posgrados en estos países.

El ámbito de formación es también en muchos casos el inicio o la consolidación de vínculos que se extienden luego al área de la investigación conjunta o las relaciones comerciales.

### Box 3: Síntesis de dos proyectos de investigación de IRAC-Biogen

**Proyecto 1:** “Embriones sexados en la producción de toros comerciales a bajo costo para pequeños productores”

*Financiamiento.* Co-financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba. Subsidios para Innovación y Transferencia de Tecnología.

*Objetivos.* La posibilidad de seleccionar de antemano el sexo de los embriones permite mejorar la rentabilidad de los productores de toros de razas carniceras en las cuales el valor de los machos es superior al de las hembras y también en la industria lechera, en donde se busca el nacimiento de hembras. Este proyecto busca el desarrollo de una metodología eficiente, práctica y de bajo costo que les permita a los pequeños productores utilizar sus vacas generales como “incubadoras biológicas” para gestar sus toros, mejorando genéticamente y productivamente sus rodeos.

*Metodología.* Se comparan alternativas de producción de toros utilizando protocolos de producción in vivo e in vitro, analizando los resultados físicos y también económicos. En el caso de los producidos in vivo, se compara la calidad y cantidad de embriones utilizando semen convencional y semen sexado provenientes del mismo eyaculado de 4 toros donantes en 32 vaquillonas. Para los producidos in vitro, se utilizan los mismos toros y vaquillonas donantes que en el caso in vivo. También se comparará la viabilidad de embriones con sexo predeterminado producidos in vivo e in vitro. Los análisis tendrán en cuenta el costo de producción del embrión, y el porcentaje y los tiempos de preñez logrados.

**Proyecto 2:** “Plan de investigación y desarrollo sobre nuevas tecnologías reproductivas. Para optimizar la producción bovina y equina”

*Financiamiento.* Proyecto ANR I+D, FONTAR, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

*Objetivos.* Se desagregan en dos líneas. La primera de ellas involucra el desarrollo de protocolos de criopreservación de embriones producidos in vitro. El proceso de congelado y descongelado de estos embriones reduce drásticamente su viabilidad en comparación con los producidos in vivo, lo cual motiva investigar técnicas superadoras que permitan el congelamiento, transporte y utilización sin alterar el rendimiento. La segunda línea abarca la simplificación y mejora de los tratamientos para la producción de embriones in vivo.

*Metodologías.* Línea 1: Se evalúa la viabilidad post-vitrificación de ovocitos y embriones producidos in vitro y se compara experimentalmente este método con el tradicional de criopreservación. Se evalúan distintos métodos de dilución de las soluciones crioprotectoras. Línea 2: Se compara la respuesta superovulatoria de las vacas frente a distintos tratamientos, teniendo en cuenta distintas razas de carne y leche.

## 5 - RESULTADOS: ANÁLISIS DE LA RED, CONOCIMIENTO INTERCAMBIADO Y ACTORES.<sup>5</sup>

### 5.1 - El intercambio de conocimiento en genética animal

En la red de conocimiento, como se pudo ver en el Cuadro 2, participan una diversidad de actores, cuyas relaciones de conocimiento se presentan en el Gráfico 5 de abajo. Presentamos el gráfico resaltando un círculo central de cabañas, que son el único actor del sector de recursos naturales de la red identificada, y los vínculos directos que ellas tienen<sup>6</sup>. Llamaremos *núcleo* de la red a este grupo de actores. Todos los actores que hemos entrevistado<sup>7</sup> forman parte de este núcleo, con excepción del instituto público CEPROCOR.

Las cabañas son heterogéneas en términos de sus capacidades tecnológicas. Muchas de ellas recurren al asesoramiento o servicios de otras entidades de mayor especialización, que pueden, asimismo, ser también otras cabañas ya que algunas de ellas, las menos, cuentan con laboratorios propios. Resulta habitual que una empresa provea el servicio de fecundación de embriones in-vivo o in-vitro a una cabaña que previamente hubiera seleccionado al toro donante de semen y a la vaca que provee los ovocitos.

En nuestro caso, ese rol lo asume la empresa ego de nuestra red, IRAC-Biogen, quien provee una vasta variedad de servicios de asistencia técnica y transferencia de tecnología. Entre las últimas puede mencionarse el desarrollo de protocolos que facilitan la aplicación de técnicas avanzadas por parte de actores con menor sofisticación tecnológica. IRAC-Biogen establece una suerte de padrino tecnológico para muchas cabañas, tanto desde el lugar de la transferencia tecnológica como desde la formación y la prestación de servicios que requieren conocimiento científico.

En la red, también hay universidades cuyo rol principal suele ser el de ofrecer actividades de capacitación de profesionales. También se han registrado casos en los cuales las cabañas reciben a estudiantes universitarios para la realización de prácticas diversas (en eventos como jornadas o también aceptando pasantes), entablando un

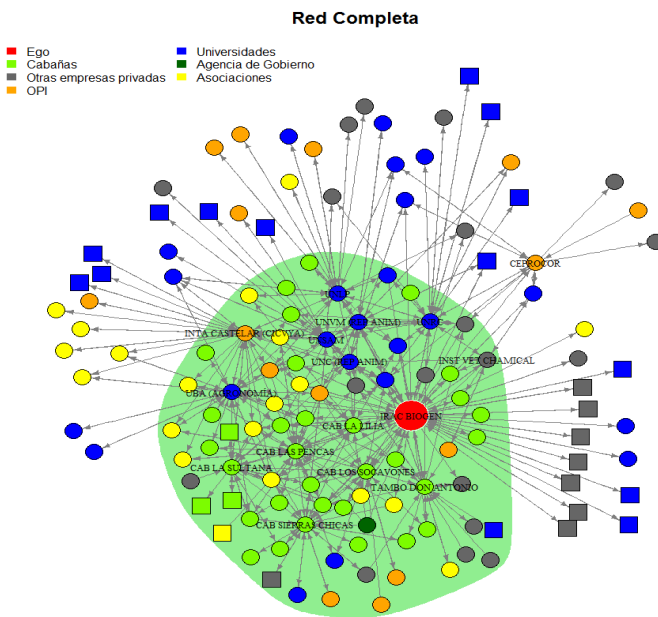
5. Para el análisis empírico de la red se ha utilizado el paquete "igraph" (Csardi G. y Nepusz T., 2006), implementado en el lenguaje "R" (R Core Team, 2014).

6. El núcleo se conforma por todas las cabañas (34) y los actores con los que las mismas tienen vínculos directos (estos pueden haber sido revelados por ellas o por los actores con los que se vinculan). El número inicial de "vecinos" directos de las cabañas es de 56 (41% de todos los nodos registrados en la red).

7. Los actores entrevistados están señalados por su nombre en el Gráfico 5.

vínculo que podría denominarse de extensión. Con menor frecuencia se encuentra la prestación de servicios profesionales por parte de la universidad, aunque sí es común que ingenieros agrónomos o veterinarios docentes de universidades tengan además un vínculo estable asesorando las actividades productivas de las cabañas de forma privada. Por último, las universidades que entrevistamos tienen poca participación en actividades de investigación y desarrollo en colaboración con otros actores de la red y las mismas son prácticamente inexistentes en colaboración con las cabañas (sólo identificamos un caso).

Gráfico 5: Red completa de conocimiento del caso de estudio, identificación del núcleo central



**Notas:**

Los círculos representan actores localizados en Argentina y los cuadrados aquellos localizados en el exterior del país. En el gráfico no se distinguen los diferentes tipos de vínculos de conocimiento. Se muestran los nombres de aquellos actores que fueron entrevistados.

Otro actor importante en la red son las diversas Asociaciones de Criadores que nuclean a las cabañas de acuerdo a las razas bovinas con las que realizan sus actividades. Estas asociaciones realizan eventos y jornadas de intercambio, habilitando una instancia para la interacción informal entre actores de la red. También colaboran con la difusión de información que puede ser útil para las decisiones de mejoramiento genético de cada cabaña. Entre ellos sobresalen

los estudios de genética cuantitativa que estas organizaciones encargan a instituciones académicas. Los vínculos entre las asociaciones y las cabañas resultan muy heterogéneos y variables de acuerdo a cada tipo de asociación.

La Facultad de Agronomía de la UBA y el Instituto de Genética del INTA proveen servicios de evaluación genética mediante las herramientas de genética cuantitativa mencionadas y también otros servicios como evaluaciones a través de imágenes ecográficas. Normalmente el vínculo entre estas organizaciones y las cabañas está mediado por las asociaciones de criadores con quienes la UBA y el INTA se vinculan mediante acuerdos de vinculación tecnológica.

## 5.2 Capacidades de los actores entrevistados

A partir de la información recabada en las 16 entrevistas semi-estructuradas, algunas medidas permiten aproximar una distribución de las capacidades tecnológicas y de creación de conocimiento de los actores.

En este sentido, el 75% de los entrevistados (12 actores) declaró que realiza actividades de investigación, proporción que incluye a todas las universidades, los OPI, la empresa ego IRAC-Biogen, y un poco menos de la mitad de las cabañas. Sin embargo, debe señalarse que la percepción de lo que significa “investigación” en cada uno de los ámbitos es muy diferente y por ende el concepto engloba actividades heterogéneas.

Por ejemplo, sólo 9 de estos 12 actores declararon haber obtenido publicaciones en revistas indexadas y 4 de ellos haber obtenido patentes. Al mismo tiempo, si bien 10 revelaron poseer laboratorios, sólo 6 disponen de campos de experimentación, lo que también revela diferencias en las metodologías, temáticas o posibilidades de estudio.

Más allá de estas discrepancias, un criterio que unifica a todas las investigaciones es la orientación netamente aplicada hacia las problemáticas concretas del sector, en la búsqueda de mejorar la genética bovina, transferir tecnología (adaptando técnicas a la realidad de la producción local) o ampliar las posibilidades productivas (por ejemplo en líneas de investigación como el congelamiento de embriones fecundados in vitro).

El cuadro 3 muestra la proporción de profesionales (trabajadores con educación

universitaria o superior), el tamaño de la unidad relevada (medido en número de empleados) y la cantidad de resultados de conocimiento obtenidos por la unidad entrevistada<sup>8</sup>. Las universidades y los OPI resaltan en términos de profesionales y resultados de conocimiento. Sin embargo, y a pesar de que la cantidad de profesionales no resulta en promedio tan elevada en comparación con los actores anteriores debido a que la empresa tiene campos experimentales en los cuales trabajan peones rurales con baja formación, el ego de la red es el que produce mayor diversidad de resultados de conocimiento. Las cabañas muestran en promedio una participación menor de profesionales (aunque con elevada dispersión) y un número menor de resultados de conocimiento. Vale resaltar que normalmente las cabañas tienen terciarizados los servicios brindados por veterinarios y otros especialistas que por lo tanto no forman parte de su plantel permanente de empleados.

Cuadro 3: Capacidades de los entrevistados

Tipo de actor		Actor	Proporción de profesionales	Tamaño (cantidad de empleados)	Rdos de conocimiento (total de 9 posibilidades)
EGO		IRAC BIOGEN	67%	18	8
Universidades		Universidad 1	100%	22	6
		Universidad 2	100%	10	5
		Universidad 3	100%	7	4
		Universidad 4	100%	8	3
		Universidad 5	92%	13	5
		Universidad 6	67%	6	6
OPI		OPI 1	100%	15	5
		OPI 2	83%	6	4
Empresas Privadas	Cabañas	Cabaña 1	80%	5	3
		Cabaña 2	27%	11	3
		Cabaña 3	20%	20	2
		Cabaña 4	11%	18	2
		Cabaña 5	8%	40	3
		Cabaña 6	7%	15	1
	Otro	Actor privado	100%	4	5

8. La pregunta sobre resultados de conocimientos incluyó la posibilidad de marcar las siguientes alternativas: i) Nuevos prototipos (últimos 10 años); ii) Productos, procesos o servicios (últimos 10 años); iii) Publicaciones en revistas indexadas (últimos 5 años); iv) Patentes obtenidas en oficinas de patentes nacionales (últimos 10 años); v) Otros registros de propiedad intelectual relevantes en el campo (últimos 10 años); vi) Proyectos de I+D con financiamiento externo y una duración superior a los dos años (últimos 5 años); vii) Productos no académicos orientados a la divulgación (por ej. artículos en el diario, audiovisuales, etc. - últimos 5 años-); viii) Organización de actividades de extensión (por ej. jornadas de capacitación, salidas a campo, etc. -últimos 5 años-); ix) Otros; especificar (últimos 10 años).



Finalmente, también hemos construido un índice de sofisticación tecnológica que se presenta en el Gráfico 6 en base a una pregunta sobre adopción y/o investigación de un listado de 13 técnicas biotecnológicas ordenadas según su nivel de sofisticación<sup>9</sup>. El índice tiene un rango entre 0 y 1 y se construyó calculando un promedio ponderado siguiendo la fórmula:

$$ST_j = \frac{\sum_{i=1}^{13} kT_i^j}{T_j}$$

Siendo:

$ST_j$  = Sofisticación tecnológica del actor "j"

$T_i^j$  = Es cero si el actor "j" no aplica ni investiga sobre la técnica "i", mientras que si sí lo hace, su valor es igual al orden que posee la técnica entre todas las técnicas consideradas (1 a 13)

$K$  = Ponderador igual a 1 si el actor "j" sólo aplica la técnica e igual a 2 si en cambio investiga sobre la técnica

$T_j$  = Indica la cantidad de técnicas que el actor "j" aplica o sobre las que investiga.

Luego se normalizan los resultados obtenidos para los 16 actores de forma tal que el índice refleje un valor igual a 1 para el actor de mayor sofisticación e igual a cero para el de menor sofisticación. En línea con los datos de capacidades presentadas, los OPI, las universidades y el ego de la red muestran los mayores valores del índice de sofisticación tecnológica.

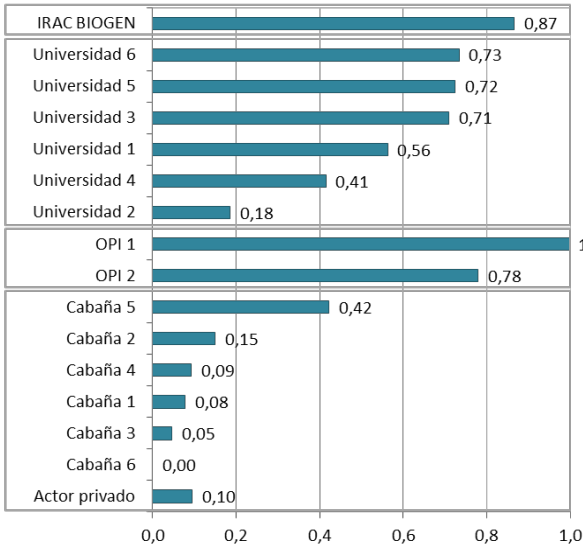
La institución que se posiciona como líder en este indicador es el CEPROCOR (Centro de excelencia en productos y procesos).<sup>10</sup> Sin embargo, vale resaltar que al tratarse de un promedio, de alguna manera se está penalizando a quienes aplican una diversidad de técnicas de diferente nivel de sofisticación, frente a otros que, como en el caso de CEPROCOR, solo investigan pocas técnicas pero de alta sofisticación. Las cabañas presentan menores valores de sofisticación; si bien esto es representativo de nuestra percepción durante el trabajo de campo, también resultan de decisiones metodológicas, ya que justamente se trata de actores que normalmente no investigan pero sí aplican técnicas de diverso grado de sofisticación.<sup>11</sup>

9. Las técnicas del listado, en orden de sofisticación creciente, son las siguientes: 1-Inseminación artificial; 2-Sincronización e inducción de la ovulación; 3-Superovulación; 4-Producción y transferencia de embriones in vivo; 5-Congelamiento de semen; 6-Congelamiento de embriones; 7-Partición de embriones; 8-Sexado de espermatozoides y embriones; 9-Producción de embriones in vitro; 10-Clonación de animales; 11-Técnicas de ADN/ARN; 12-Bioinformática; 13-Nanobiotecnología.

10. Es un organismo autárquico del Gobierno de la Provincia de Córdoba dedicado fundamentalmente a prestar servicios tecnológicos y a la investigación aplicada, dentro del marco de las políticas provinciales. Entre las diversas áreas científicas en las que se desempeña, posee un departamento de biotecnología dedicado a una variedad de temáticas que incluyen la biomedicina, los polímeros, la bio-nanotecnología y la salud animal; y dentro de esta última se hallan los desarrollos relacionados con nuestro caso de estudio.

11. En la fórmula del índice de sofisticación que se mostró arriba se pondera el doble a un actor que investiga en relación con uno que no lo hace.

Gráfico 6: Índice de sofisticación tecnológico-científica



### 5.3 - Los vínculos y flujos de conocimiento

A los fines de caracterizar los tipos de vínculos de conocimiento que se establecen entre los actores hemos creado dos taxonomías. Por un lado, se clasifica el **tipo** de conocimiento involucrado y, por otro, la **direccionalidad** de los intercambios. El cuadro 4 muestra las categorías identificadas en cada una de ellas.

Cuadro 4: Taxonomías utilizadas para estudiar los vínculos entre actores

Taxonomía ->	Tipo de conocimiento				Direccionalidad		
Categorías ->	Nuevo	Existente	Intercambios informales	Otros vínculos	Salida	Entrada	Bidireccionales
Incluye ->	-Investigación y desarrollo -Contratos de investigación	-Asistencia técnica/transfere ncia de tecnología -Ensayos y experimentación -Capacitación conjunta/ extensión	-Intercambios informales de conocimiento	-Otros vínculos de conocimiento no incluidos en las categorías anteriores	SALIDAS de: -Asistencia técnica/transfere ncia de tecnología -Contratos de investigación -Capacitación -Ensayos y experimentación	ENTRADAS de: -Asistencia técnica/transfere ncia de tecnología -Contratos de investigación -Capacitación -Ensayos y experimentación	-Investigación y desarrollo -Capacitación conjunta / extensión

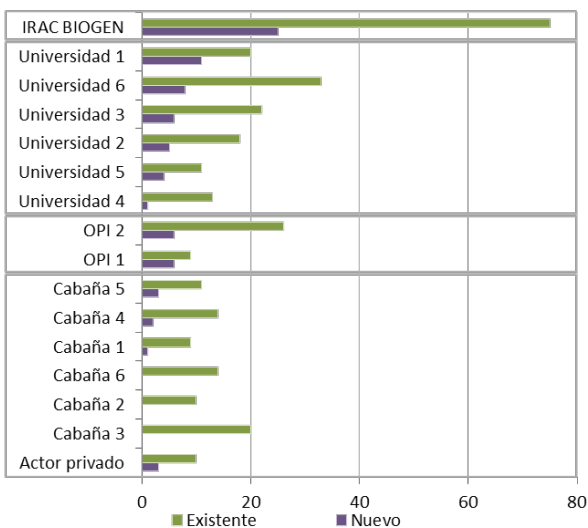
La taxonomía de tipo de conocimiento tiene cuatro categorías: i) conocimiento nuevo: vínculos para la realización actividades de I+D conjunta o investigación contratada; ii) conocimiento existente: difusión de conocimiento existente

mediante vínculos de asistencia técnica, transferencia de tecnología, capacitación y ensayos; iii) intercambios informales, que en realidad es un corte diferente, muchas veces asociado a relaciones personales entre actores que intercambian conocimiento sin mediar ningún contrato formal; y otro tipo de vínculos cuyas características específicas no fueron identificadas durante el relevamiento.

Otra forma de caracterizar los vínculos es identificando la direccionalidad del flujo de conocimiento. Así pudimos identificar casos donde el actor fundamentalmente recibía conocimiento (vínculos de entrada) y casos donde el actor fundamentalmente lo emitía (vínculos de salida). Había también un tercer tipo de vínculo cuyo flujo de conocimiento era bi-direccional.

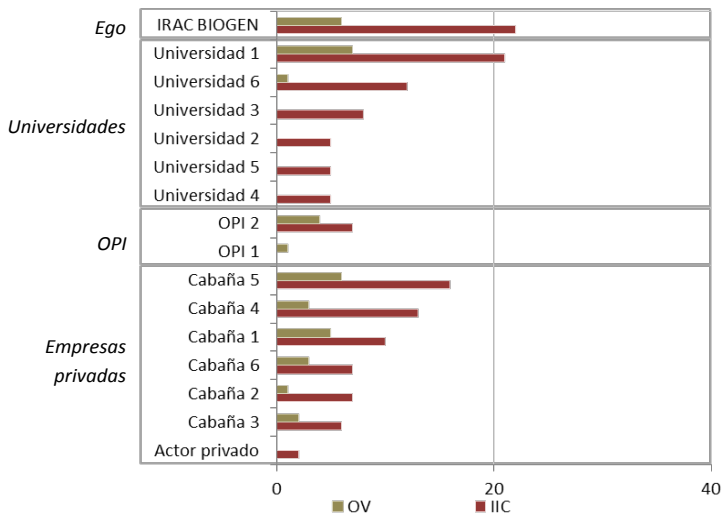
El Gráfico 6 representa los diferentes tipos de actores en relación a la primera de las taxonomías mencionadas. Es claro el predominio de intercambios de conocimiento existente para todos los tipos de actores. En vínculos de conocimiento novedoso, en cambio, se destacan IRAC-Biogen, las universidades y los OPI, lo cual es esperable considerando que estos actores son generalmente los encargados de la creación de conocimiento. Si bien algunas cabañas también registran vínculos de conocimiento nuevo, la mayor parte se concentra en aquellas instituciones que poseen laboratorio propio y por tanto tienen capacidades de establecer vínculos de investigación con otros actores, normalmente universidades.

Gráfico 7: Vínculos por tipo de conocimiento: Conocimiento nuevo y existente (Orden decreciente de conocimiento nuevo por tipo de actor)



El gráfico 8 muestra la distribución de vínculos informales y de otro tipo para los cuales no es posible identificar demasiados patrones. Todos los actores tienen algún nivel de incidencia de este tipo de vínculos.

Gráfico 8: Vínculos por tipo de conocimiento: Intercambios informales y otros vínculos. (Orden decreciente de intercambios informales por tipo de actor)



Los gráficos 9 y 10 representan la direccionalidad del intercambio de conocimiento por tipo de actor. Se ve claramente en el primero de dichos gráficos que las cabañas son receptoras netas de conocimiento, mientras el resto de los actores son emisores netos, resaltando el ego de la red entre estos últimos. Finalmente, en el gráfico 10, donde se representan los vínculos bidireccionales (I+D y capacitación conjunta/extensión), se puede ver que los mismos predominan en las universidades, los OPI y la empresa IRAC-Biogen, mientras están relativamente ausentes en las cabañas.

Gráfico 9: Entradas y salidas de conocimiento por actor  
(Orden decreciente de salidas por tipo de actor)

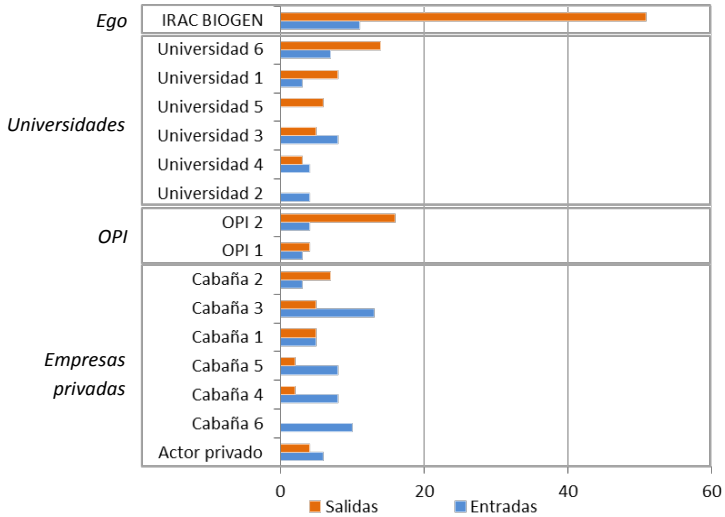
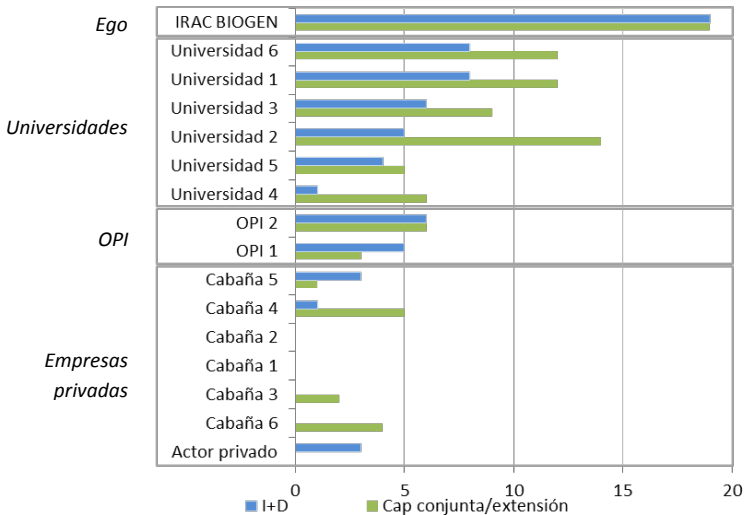


Gráfico 10 Vínculos bidireccionales por actor  
(Orden decreciente de I+D por tipo de actor)



## 5.4 Propiedades de la red entrevistada y centralidad de los actores

Para observar algunas propiedades generales de la red y medidas estándar de centralidad de los actores consideramos lo que llamamos “red entrevistada”, compuesta sólo por los 16 actores que han sido entrevistados –ya que solo de ellos tenemos información completa de vínculos existentes–. Deben interpretarse con cuidado los resultados ya que no necesariamente representan a la red completa, aunque sí pueden ser sugerentes del comportamiento general.

En la red entrevistada la densidad es del 40%, es decir, entre todos los vínculos posibles entre los 16 actores, se materializan el 40%. Esto indica que si bien existe un número importante de conexiones directas entre los actores, hay muchos casos en los cuales precisan uno o más intermediarios para conectarse. En total se registran 115 conexiones, que lleva a un promedio de 7,2 vínculos por actor entrevistado.<sup>12</sup> Para comparar las densidades en las distintas sub-redes según los tipos de acuerdo de vinculación es necesario tener en cuenta que en cada una de estas sub-redes participan distinto número de nodos. Así por ejemplo, la densidad es alta en la sub-red de contratos de investigación, pero son sólo tres los actores conectados, por lo que no dice mucho del potencial de difusión de conocimiento. Teniendo esto en cuenta, la sub-red que presenta una densidad relativamente alta es la de capacitación conjunta y extensión. En I+D, en cambio, la densidad es relativamente baja; hay varios actores participando pero no están todos bien conectados entre sí.

A su vez, el *coeficiente de agrupamiento* o transitividad de la red es del 44%, que divide el número de triángulos sobre el total de tríadas con vinculaciones. Esto puede interpretarse como el grado de cohesión de la red, y sería asimilable a la probabilidad promedio de que si dos nodos cualesquiera tienen un vínculo en común también tengan un vínculo entre ellos. En la literatura niveles altos de transitividad se asocian con redes donde predomina la confianza y el oportunismo es bajo. Este número no impresiona como exageradamente alto, es decir, no se trata de una red donde la cohesión sea importante. Es más alto en las sub-redes de otros vínculos y de capacitación conjunta y extensión. En el primero de estos casos son fundamentalmente cabañas que tienen vínculos que se establecen en el consorcio de exportación que promueve la agencia de gobierno de exportación. En el segundo caso se debe a que la propia actividad supone conexión entre grupos de actores; tres o más actores están unidos para dar capacitación conjunta u organizan tareas de extensión en alguna cabaña.

12. Si bien la cantidad de vínculos por nodo está correlacionada con la densidad, no hay una relación unívoca ya que dos actores conectados por más de un vínculo pesa igual en el cálculo de densidad que dos actores conectados por un solo vínculo.

Cuadro 5: Propiedades de la red y de las sub-redes

<b>RED COMPLETA Y SUBREDES DE ACTORES ENTREVISTADOS</b>	<b>Cantidad de nodos (A)</b>	<b>Cantidad de vínculos (B)</b>	<b>Vínculos promedio por nodo (B/A)</b>	<b>Cantidad de componentes conectados</b>	<b>Cant de actores en el componente más grande</b>	<b>Densidad</b>	<b>Transitividad</b>
RED COMPLETA	16	115	7,2	1	16	40,0%	43,9%
SUBRED RAD	12	14 (bid)	1,2	2	9	21,2%	30,0%
SUBRED CI	3	2	0,7	1	3	66,7%	0,0%
SUBRED AT_TT	14	25	1,8	1	14	26,4%	29,7%
SUBRED CAP	8	9	1,1	1	8	32,1%	14,3%
SUBRED EYE	10	9	0,9	2	8	17,8%	0,0%
SUBRED IIC	14	20 (bid)	1,4	1	14	22,0%	30,5%
SUBRED CC_E	10	18 (bid)	1,8	1	10	40,0%	53,7%
SUBRED OV	8	18	2,3	2	6	32,1%	66,7%

Referencias: RAD = I+D; CI = Contratos de investigación; AT\_TT = Asistencia técnica / transferencia de tecnología; CAP = Capacitación; EYE = Ensayos y experimentación; IIC = Intercambios informales de conocimiento; CC\_E = Capacitación conjunta / extensión; OV = Otros vínculos. En los casos de RAD, IIC y CC\_E, los vínculos son por definición bidireccionales (bid), es decir se considera que existe flujo de conocimiento mutuo entre los actores involucrados (por ejemplo, los 14 vínculos de RAD implican 28 flujos de conocimiento).

Notas: La Densidad muestra la proporción de conexiones existentes como porcentaje del total posible. Se considera a la red como no dirigida y no se tienen en cuenta los vínculos múltiples. La transitividad indica la probabilidad de que dos vértices adyacentes a un vértice estén conectados entre sí.

Por otro lado, para caracterizar el rol de los actores entrevistados, se calcularon distintas medidas de centralidad. Las diferentes medidas de centralidad de alguna forma sirven para captar el rol que los actores tendrán en la difusión de conocimiento dentro de una red. El ego de la red, por construcción, es el que tiene mayor centralidad en cualquiera de las medidas. Si tomamos la medida de cercanía de salida (out-closeness) que es una buena medida de difusión de conocimiento porque se calcula acorde a la mínima cantidad de pasos necesarios para que un actor llegue a todos los otros –contempla la direccionalidad del vínculo– son las dos universidades y un OPI los que aparecen en un lugar más central, después del ego. Dos cabañas aparecen recién en el quinto y séptimo lugar. En general, las cabañas no ocupan los lugares centrales de la red, o en otras palabras su rol en la difusión de conocimiento al interior de la red no parece ser muy importante.

Cuadro 6: Centralidad de actores

	<i>Grado de salida</i>	<i>Grado de entrada</i>	<i>Centralidad de vector propio</i>	<i>Centralidad de Intermediación</i>	<i>Cercanía de salida</i>
IRAC BIOGEN	14	13	1,00	0,37	0,94
Universidad 3	7	7	0,60	0,05	0,65
OPI 2	7	5	0,48	0,04	0,65
Universidad 2	7	7	0,67	0,03	0,65
Cabaña 2	6	6	0,50	0,05	0,63
Universidad 6	6	6	0,59	0,02	0,63
Cabaña 4	6	6	0,56	0,02	0,63
Universidad 4	6	4	0,50	0,02	0,63
Cabaña 1	5	6	0,50	0,03	0,60
Universidad 1	5	5	0,49	0,01	0,60
Cabaña 5	5	7	0,56	0,03	0,58
Universidad 5	4	4	0,39	0,00	0,58
Actor privado	3	3	0,31	0,01	0,56
Cabaña 3	3	3	0,33	0,00	0,54
OPI 1	2	2	0,25	0,00	0,54
Cabaña 6	2	4	0,26	0,01	0,43

Notas: Los actores han sido ordenados en valor decreciente de cercanía de salida en primer lugar y luego por el orden decreciente del resto de las variables que se presentan en la tabla, comenzando por la penúltima columna.

Grados de salida y de entrada indican la cantidad de actores a los cuales cada entrevistado reveló transmitir algún tipo de conocimiento o de los cuales lo recibe, respectivamente.

La centralidad de vector propio es una medida que, intuitivamente, considera la influencia de un actor no solo a partir de sus propios vecinos, sino también tomando en cuenta el grado de conectividad de sus vecinos.

La centralidad de intermediación representa la capacidad de un actor para mediar entre el resto de los nodos de la red.

En estas dos últimas medidas no se tienen en cuenta la direccionalidad de los vínculos.

La cercanía de salida mide la inversa de la cantidad de pasos que se requieren para alcanzar todos los actores de la red desde el nodo para el cual se está calculando la medida.

Esta última medida fue calculada tomando la red como dirigida, es decir imponiendo la dirección relevada en cada tipo de vínculo. Todas las medidas de centralidad han sido normalizadas para que varíen en el intervalo unitario. Los conceptos pueden ampliarse en cualquier texto introductorio de análisis de redes, por ejemplo ver Wasserman y Faust (1998).



## 6 - RESULTADOS ANALÍTICOS DEL CASO

En esta sección presentamos algunos resultados analíticos para entender mejor la dinámica de las relaciones en la red y sus determinantes.

El Cuadro 7 relaciona los indicadores de capacidades científico-tecnológicas de los actores (en filas, indicador 1 a 5) con el tipo de vínculo que establecen (en columna) utilizando la información que fuera presentada en la sección anterior. Lo primero que se ve es que las capacidades no suelen discriminar entre vínculos de conocimiento nuevo de los de conocimiento existente. En ambos casos, suelen participar actores que logran una variedad de resultados de conocimiento (indicador 1) y manejan técnicas de una sofisticación tecnológica que es alta en promedio (indicador 5). Si bien la correlación es un poco mayor entre estos indicadores de capacidad y los vínculos asociados a conocimiento novedoso, la diferencia con la correlación entre capacidades y vínculos existentes no es significativa.

Sí se encuentran diferencias más notables en la relación entre capacidades y vínculos cuando se evalúa la direccionalidad de los flujos. En este caso es claro que hay una relación positiva entre capacidades y vínculos de salida y vínculos bidireccionales, mientras la correlación es negativa entre capacidades y vínculos de entrada. Es decir, los actores con mayores capacidades suelen ser los que emiten conocimiento mientras que los de menores capacidades lo reciben. Las cabañas son las que están determinando esta diferencia, ya que suelen ser actores receptores de conocimiento y sus capacidades son en promedio menores que las del resto de los actores de la red.

De forma similar encontramos que la capacidad también juega un rol importante en la centralidad que tienen los actores en la red y sus posibilidades de difundir conocimiento, como fuera señalado por la literatura (Giuliani y Arza, 2009; Giuliani y Bell, 2005). Los actores más capaces, medidos en términos de la cantidad de resultado de conocimiento y también en cantidad y sofisticación de técnicas utilizadas, suelen ocupar un lugar más central en la red.

Con el fin de apreciar la dinámica de ampliación de la red, se definió un núcleo de actores que se vinculan inicialmente para satisfacer las demandas de conocimiento asociadas a la producción de genética bovina. El gráfico 5 mostraba la red completa con el núcleo sombreado. Se puede ver en ese gráfico cómo a partir de ese núcleo la red (79 actores) se amplía hacia otros actores, incluidas otras empresas privadas

(no cabañas), organismos públicos de investigación, universidades y asociaciones, llegando a sumar los 135 actores que pertenecen a la red.

Cuadro 7: Capacidades, sofisticación tecnológica y vínculos de conocimiento

Coeficientes de correlación		Taxonomías de los vínculos						Medidas de centralidad			
		Nuevo	Existente	IIC	OV	Entradas	Salidas	Bidireccionales	de Vector Propio	de Intermediación	Cercanía de salida
Capacidades y sofisticación tecnológica	1 Cant de result de conocimiento	0,85	0,64	0,20	-0,02	-0,23	0,67	0,82	0,54	0,57	0,66
	2 Proporción de profesionales	0,29	0,04	-0,20	-0,29	-0,58	0,08	0,35	0,06	0,00	0,22
	3 Tamaño (cant de empleados)	0,10	0,03	0,06	0,15	0,29	0,00	0,01	0,09	0,10	-0,05
	4 Cant de técnicas utilizadas	0,33	0,45	0,05	-0,12	0,50	0,40	0,26	0,45	0,50	0,37
	5 Sofisticación tecnológica promedio	0,63	0,45	0,16	0,09	-0,28	0,50	0,60	0,28	0,35	0,43

Nota: La cantidad de resultados de conocimiento fue recabada con la pregunta 2.2 de las encuestas semiestructuradas (ver nota al pie número 5 del presente trabajo); la proporción de profesionales corresponde a la participación de trabajadores con grado universitario o superior sobre el total de trabajadores; el tamaño es la cantidad total de trabajadores relevada (estas tres medidas se presentaron en el Cuadro 3 de este trabajo); la cantidad de técnicas utilizadas se corresponde con el número de técnicas que el entrevistado aplica o aplica e investiga, recabadas en la pregunta 4.1 de la encuesta; la sofisticación tecnológica promedio es el indicador definido previamente y presentado en el Gráfico 6.

Valores críticos (bilaterales) de los coeficientes de correlación:

$|r| > 0,43$  = significativo al 10%

$|r| > 0,49$  = significativo al 5%

En el Cuadro 8 caracterizamos los actores del resto del núcleo, al que llamamos migración. Hemos definido dos medidas de migración. La primera es la migración total que ya hemos definido. Para la segunda, que llamamos migración permanente, tuvimos en cuenta sólo los vínculos que fueron considerados por los actores como continuos e importantes;<sup>13</sup> por ese motivo, los actores que participan en esta red son menos que los que participan en la red en la que no se discrimina la importancia de la vinculación. Creemos que la migración permanente es una medida más sólida y de mejor proyección para evaluar difusión de conocimiento actual y futura ya que contempla relaciones más persistentes e importantes para los actores. Es interesante señalar que la apertura de la red hacia otras actividades es importante; aproximadamente el 50% de los nodos están por fuera del núcleo de relaciones directas de los cabañeros.

Estas medidas de migración fueron asimismo calculadas por tipo de actor y para las subredes de I+D y de asistencia técnica y transferencia de tecnología (AT y TT).

13. En la pregunta en la que indagábamos los vínculos de cada actor preguntábamos también acerca de la continuidad e importancia de la contraparte para sus actividades de conocimiento en una escala de dos puntos.

En la red total, la única agencia de gobierno identificada y un tercio de las asociaciones de criadores están incluidos en el núcleo permanente. Es decir, existe una relación directa, importante y frecuente entre estos actores y las cabañas. Lo mismo, desde ya, sucede con el ego de la red. Sin embargo, la red se amplía hacia otros actores que si bien no tienen una cercanía directa con las cabañas sí forman parte de la red ampliada de conocimiento. Podría interpretarse esta ampliación de la red como una migración de conocimiento hacia otros actores que no están directamente vinculados por las cabañas. Muchos, incluso, son totalmente desconocidos por las cabañas. La mayoría de las empresas privadas, las universidades y los OPI pertenecen a la red ampliada. Estos resultados sugieren que los conocimientos que disparan las actividades de recursos naturales avanzan más allá de la red directa de sus vínculos, alcanzando otros actores y actividades como la producción académica. Las empresas privadas que están en la red permanente ampliada son, en su mayoría, empresas asociadas a la industria de productos farmacéuticos de uso veterinario, muchas de ellas del exterior, que tienen vínculos directos con el ego de la red.

Cuadro 8: Red núcleo y migración por tipo de actor, Red completa y Subredes de AT y TT e I+D

	RED COMPLETA							
	MIGRACIÓN TOTAL				MIGRACIÓN PERMANENTE			
	Núcleo		Migración		Núcleo		Migración	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
<b>Cabañas</b>	34	100%	0	0%	23	100%	0	0%
<b>Otros privados</b>	12	43%	16	57%	4	25%	12	75%
<b>OPI</b>	7	47%	8	53%	3	30%	7	70%
<b>Universidades</b>	12	32%	25	68%	5	19%	22	81%
<b>Agencias Gob</b>	1	100%	0	0%	1	100%	0	0%
<b>Asociaciones</b>	13	65%	7	35%	4	36%	7	64%
<b>TOTAL</b>	79	59%	56	41%	40	45%	48	55%

	RED DE AT Y TT						RED DE I+D									
	MIGRACIÓN TOTAL			MIGRACIÓN PERMANENTE			MIGRACIÓN TOTAL			MIGRACIÓN PERMANENTE						
	Núcleo		Migración	Núcleo		Migración	Núcleo		Migración	Núcleo		Migración				
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%				
<b>Cabañas</b>	27	100%	0	0%	18	100%	0	0%	4	100%	0	0%	3	100%	0	0%
<b>Otros privados</b>	9	75%	3	25%	3	43%	4	57%	2	33%	4	67%	1	33%	2	67%
<b>OPI</b>	7	78%	2	22%	3	50%	3	50%	4	50%	4	50%	3	43%	4	57%
<b>Universidades</b>	9	56%	7	44%	4	36%	7	64%	9	33%	18	67%	4	18%	18	82%
<b>Agencias Gob</b>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<b>Asociaciones</b>	7	58%	5	42%	3	50%	3	50%	0	0%	1	100%	0	0%	1	100%
<b>TOTAL</b>	59	78%	17	22%	31	65%	17*	35%	19	41%	27	59%	11	31%	25	69%

\* De los 17 actores del conjunto de "migración permanente" en la subred de AT y TT, sólo 9 continúan conectados al núcleo (observar grafo correspondiente en el Gráfico 11), por lo que este valor y el porcentaje asociado deben interpretarse con cautela. Si tomamos en cuenta sólo los 9, la migración

permanente pasa a ser del 22%.

La migración hacia otros actores es también influenciada por el tipo de vínculo. El gráfico 11 muestra los grafos de la red de Asistencia técnica y Transferencia de Tecnología (AT y TT) y de Investigación y Desarrollo (I+D), resaltando aquellos actores que pertenecen al núcleo, sea que este se define para todos los vínculos (migración total) o sólo para aquellos vínculos que son continuos e importantes (migración permanente).

En el caso de la red de AT y TT el núcleo se conforma con 59 actores, entre los cuales se encuentran 27 cabañas. La migración de la red a partir de este núcleo se compone de 17 actores (una ampliación del 22% del núcleo), concentrados mayoritariamente en universidades y asociaciones de criadores. Sin embargo, cuando se analiza la migración permanente, encontramos que la red deja de ser un solo componente totalmente conectado y en cambio pasa a tener tres componentes conectados (ver Gráfico 11), así, de los 17 actores que conforman la migración permanente, sólo nueve siguen conectados al núcleo de la sub-red de AT y TT; esto implica que la migración permanente también es del 22% (9/40), explicada fundamentalmente por universidades y asociaciones.

Yendo uno por uno en el análisis de estos casos de migración permanente, encontramos que en el caso de las asociaciones y otras universidades, su aparición en la red la reportan, principalmente, el Instituto de Genética del INTA (OPI) y la Facultad de Agronomía de Universidad de Buenos Aires (Facultad de Agronomía). Es decir, su vínculo con las cabañas, en esta red de asistencia técnica, suele estar mediados por estos dos actores, como hemos mencionado. En cambio, la aparición de otros actores privados en la red ampliada, fundamentalmente farmacéuticas, fueron reportadas el ego de la red.

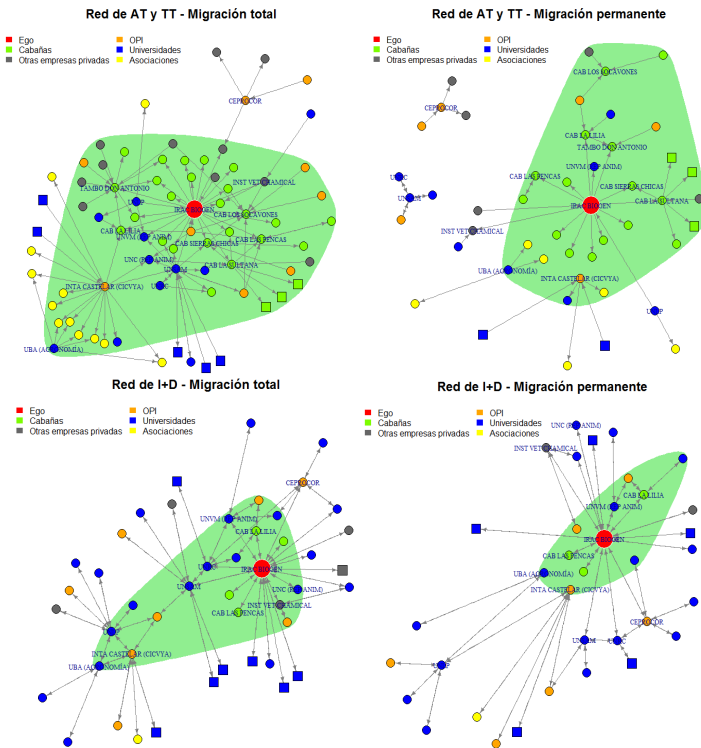
La red de I+D registra 19 nodos en el núcleo, de los cuales nueve son universidades. En esta red la migración es más notable, ampliándose a 27 actores (crece 59% respecto del núcleo). Es decir, si bien no existen muchos actores del núcleo que participen en actividades de I+D, sí los hay en la red ampliada. Los actores que se suman son, como cabría de esperar, fundamentalmente universidades, reflejando que éstas son las instituciones más activas en la generación de este tipo de proyectos.

La migración permanente en I+D es todavía más importante que la total, ya que son menos los actores que en el núcleo tienen vínculos frecuentes e importantes (11 en lugar de 19) pero se mantiene bastante estable el número de actores con vínculos frecuentes e importantes fuera del núcleo (25 en lugar de 27). En este caso la migración es del 69%. Esto simplemente sugiere que la red de I+D es

mucho más fuerte fuera del núcleo que dentro, lo cual no sorprende ya que las cabañas no suelen ser activas en I+D.

La incorporación de actores en la red ampliada, también permite sumar nuevas tríadas a las que ya existen en el núcleo. Estos actores no necesariamente participan en proyectos conjuntos de investigación pero sí se vinculan en redes de I+D, complementándose en conocimiento, actividades y recursos. Por ejemplo las vinculaciones entre IRAC-Biogen (Ego), el Instituto Veterinario Chemical (laboratorio privado) y la Universidad Nacional de La Rioja; o la tríada que forman IRAC-Biogen con el CEPROCOR (OPI) y la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Gráfico 11: Red núcleo y migración de AT y TT e I+D



En suma, el análisis de migración nos permite visualizar un aspecto que puede pasarse por alto si sólo se estudian los vínculos de conocimiento de los actores productores de recursos naturales. Así por ejemplo habíamos visto en la sección 5.3 que las cabañas (el actor productor de recursos naturales en nuestro caso de estudio) establecen,

en términos relativos a otros actores, pocos vínculos de conocimiento en general y especialmente muy pocos vínculos que involucren generación de conocimiento nuevo. Una conclusión apresurada de esa información podría ser que su actividad genera pocas oportunidades para la generación y difusión de nuevo conocimiento. Sin embargo, cuando analizamos la red completa separando entre núcleo (centralizado en los vínculos directos de las cabañas) y la migración a partir de allí hacia vínculos con otros actores, vemos que las oportunidades para la generación y difusión de conocimiento se duplican (migración total, 41%; migración permanente, 55%).

Finalmente, realizamos un análisis de dinámica temporal de la red correspondiente a nuestro caso de estudio. En la pregunta en la que captamos las vinculaciones pedimos a cada actor que nos dijera desde cuándo estableció el vínculo con cada uno de los otros actores del listado. Como muchos de estos vínculos son personales más que institucionales, muchas veces el año de inicio de la relación era anterior al año de fundación de la organización estudiada. Lo que nos interesa aquí es analizar cómo fue cambiando la conformación de las diversas sub-redes, si algunas crecen más rápido que otras, y también identificar años que pueden haber significado hitos importantes para la formación de la red total cuya foto, representada en el Gráfico 5, nosotros tomamos en el año 2014.

El Gráfico 12 muestra la evolución de la cantidad de actores acumulados en cada año; o sea, el crecimiento de este indicador representa nuevos actores que se fueron sumando a la red desde el año 1974. Allí se ve claramente cómo las redes de intercambio informal de conocimiento y las de asistencia técnica crecen a una tasa más alta que las restantes. Las menos dinámicas son las sub-redes de contratos de investigación y ensayos y experimentación en nuestro caso de estudio, mientras que las redes de I+D presentan un dinamismo intermedio.

En el Gráfico 13 mostramos la acumulación de vínculos y los clasificamos utilizando la taxonomía de la sección 5.3. Como ya hemos señalado, la mayor parte de las vinculaciones son para intercambio de vínculo existente, mientras los vínculos para la creación de nuevo conocimiento tienen una incidencia mucho menor. Sin embargo, es interesante analizar la dinámica de estos tipos de vínculos. Como se ve en este gráfico, la tasa de crecimiento del intercambio de conocimiento existente es más alta, lo cual no sorprende ya que la generación de nuevo conocimiento demanda más tiempo y esfuerzo y necesita una participación activa de todos los involucrados en su creación, mientras la difusión de conocimiento existente puede viralizarse y difundirse mediante terceras partes con mucho más facilidad.

Si buscamos años donde se pueda notar un quiebre en las tendencias generales, podemos mencionar 2000, 2004, 2010 y 2012. Entre estos años sospechamos

que tres de ellos se relacionan con sesgos en la recolección de los datos ya que es extraño que los actores entrevistados recuerden con exactitud el año de vinculación con los actores. Por lo cual era frecuente que se redondearan las fechas a los años 2000 o 2010, o “hace diez años” (2004). En cambio en 2012 sí hubo un hito importante en nuestra red, que fue cuando el ego de la red comenzó a ofrecer en el mercado sus servicios de fecundación in-vitro. Esto impacta directamente en los vínculos de asistencia técnica (clasificados como de conocimiento existente). De hecho es notable cómo a partir de este año se despega la red de asistencia técnica y alcanza a la de intercambios informales en cantidad de nodos (gráfico 12).

Gráfico 12: Nodos acumulados por tipo de acuerdo, 1974-2014

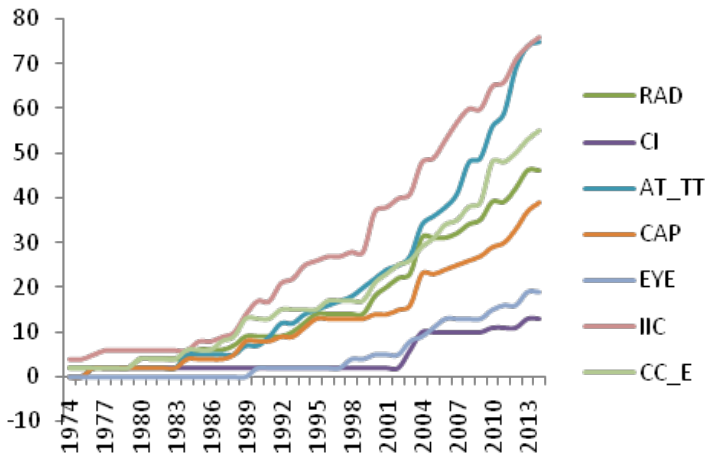
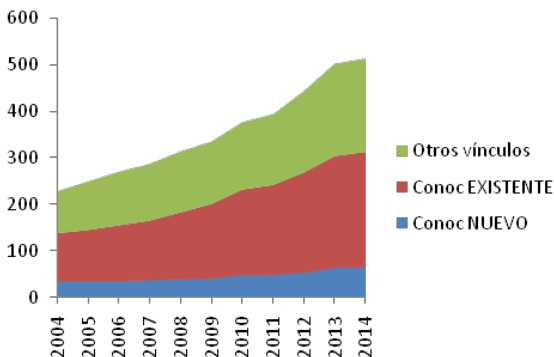


Gráfico 13. Vínculos acumulados utilizando la taxonomía de tipo de conocimiento intercambiado, 2004-2014



## 7 - REFLEXIONES FINALES E IMPLICANCIAS DE POLÍTICA

En nuestro proyecto nos propusimos investigar las redes de conocimiento asociadas a una actividad central de la innovación en el sector ganadero que es el mejoramiento genético.

En el momento de nuestro estudio el sector ganadero atravesaba un momento de fuerte incertidumbre y relativo estancamiento. Por un lado, la expansión de la frontera agrícola desde mediados de los '90 implicó una fuerte presión sobre la tierra que previamente se dedicaba a la ganadería. Esto tuvo un impacto muy claro en la evolución de la participación de la ganadería en el PIB agropecuario. Por otro lado, y en parte como consecuencia de este fenómeno sumado al aumento de los precios internacionales de la carne, el sector tuvo que enfrentar en los últimos años mayores presiones desde la política pública que se orientó a asegurar el suministro de carne en el mercado doméstico a precios razonables en un país donde el consumo de carne por habitante es uno de los más altos del mundo. En concreto estas políticas alternaron y combinaron control de precios, restricción de exportaciones y establecimientos de pesos mínimos de faena.

Este contexto de incertidumbre y control de las actividades del sector por parte del estado no ha sido del todo propicio para las actividades de innovación del sector, que consisten fundamentalmente en el mejoramiento genético animal con un fin determinado. El "animal óptimo" no es el mismo en diferentes mercados. En este sentido, es posible que la red de conocimiento identificada sea menos rica que la que encontraríamos en un momento de políticas más estables y/o favorables para el sector.

Dos herramientas principales son utilizadas en el mejoramiento genético: las que provienen de genética cuantitativa y las biotecnológicas. En la red identificamos actores claves en investigación y aplicación de ambas herramientas, pero nos concentramos en la red de conocimiento en torno a la empresa proveedora de servicios biotecnológicos.

Indagamos sobre los diferentes tipos de vinculaciones de conocimiento que la empresa tiene con, por un lado, las cabañas -cuya actividad es la venta de la genética de los reproductores, sea mediante la venta de toros o de semen o embriones- y por otro lado, con organismos públicos de investigación y otras instituciones científicas del ámbito doméstico y extranjero, ya que las actividades rutinarias de este tipo de empresas proveedoras de servicios biotecnológicos se nutren de conocimiento científico.



La empresa elegida para el caso de estudio fue IRAC-Biogen, una empresa líder en investigación, capacitación y ventas de servicios de genética bovina en el país. La información analizada surgió de entrevistas con 16 actores seleccionados de una lista originalmente construida por la empresa que se fue ampliando a medida que fuimos entrevistando a nuevos actores. La elección de los actores a entrevistar respondió al objetivo de generar una muestra que reflejara la diversidad de actores que estaban presentes en el listado original. Así, además de la empresa mencionada, entrevistamos a seis productores primarios (cabañas), un laboratorio privado, seis universidades y dos organismos públicos de investigación (OPI). En base a estas entrevistas identificamos 135 actores vinculados a la red de conocimiento en genética bovina.

Las cabañas son heterogéneas en capacidades tecnológicas aunque en conjunto presentan menores niveles en los diversos indicadores utilizados para estudiar dichas capacidades (profesionales en el staff y manejo de técnicas biotecnológicas, generación de resultados de conocimiento) que los otros actores de la red. Las universidades y los OPI muestran mayores niveles en la mayor parte de los indicadores.

En relación a los vínculos, la empresa IRAC-Biogen, ego de la red identificada, es la que establece mayor cantidad de vínculos, tanto para crear conocimiento (I+D y contratos de investigación) como para difundir conocimiento existente (asistencia técnica y transferencia de tecnología, ensayos de investigación, capacitación y extensión). En las cabañas, los vínculos para la creación de conocimiento son prácticamente inexistentes. Las universidades y los OPI que entrevistamos establecen pocas colaboraciones, tanto de conocimiento nuevo (I+D y contratos de investigación) como de conocimiento existente (asistencia técnica, capacitación, extensión, ensayos y experimentación, etc.) en la temática, si se las compara con el ego de la red, pero más que las cabañas.

Existe una asociación entre capacidades y direccionalidad de los vínculos. Los actores más capaces suelen establecer con más frecuencia que los menos capaces vínculos de salida de conocimiento, mientras que lo inverso sucede con los vínculos de entrada. Esto mismo implica que los actores que son centrales en la difusión de conocimiento en la red son generalmente los más capaces, lo cual es virtuoso para el buen funcionamiento de una red de conocimiento.

En cuanto a la centralidad en la red, además del ego de la red cuya centralidad responde en gran medida a la metodología de construcción de la red, las universidades suelen ocupar un lugar bastante central, lo cual indica que esta red que atiende a las demandas de las cabañas, también circula conocimiento

académico/científico. Así, si bien las cabañas no suelen generar vínculos para la creación de nuevo conocimiento, pocas de ellas realizan investigación, tiene niveles relativamente bajos de capacidades medidas por diferentes indicadores, sí generan una demanda de conocimiento (son receptoras netas de conocimiento) que se extiende mucho más allá de su área directa de influencia.

De hecho hemos identificado que si bien en el núcleo permanente de influencia de las cabañas –definido como el grupo de actores con quienes las cabañas tienen vínculos directos, permanentes e importantes–, no existen muchos actores que hagan acuerdos de colaboración de I+D, cuando se estudia la influencia ampliada de las cabañas para contemplar también otras terceras partes, los actores que hacen I+D crecen 69%. En asistencia técnica la migración es menos importante porque allí sí las cabañas suelen tener un rol más activo y permanente.

En otras palabras, las necesidades de conocimiento de los productores primarios (las cabañas) puede estar resultando útil para desarrollos realizados por fuera de este sector. Así por ejemplo, IRAC ha desarrollado investigaciones conjuntas con el CEPROCOR, institución autárquica del Gobierno de la Provincia de Córdoba, que posee un equipo de investigación en biotecnología con profesionales provenientes fundamentalmente de las ciencias básicas. Esto implica que los estudios realizados en genética animal con el objetivo de la mejora de los rodeos podrían dar origen a metodologías o técnicas que se apliquen en genética y medicina humana. Casos como este se observan también en disciplinas como química o nanotecnología.

De todas maneras, si bien existen algunos casos aislados de vínculos de conocimiento que se extienden a otras actividades productivas o campos de conocimiento como los mencionados, por el momento no encontramos evidencia de derrames sistemáticos. Sin embargo, como la genética animal utiliza conceptos de la ciencia básica y herramientas de la biotecnología que son utilizados también en otros campos, es posible que los vínculos entre actores de diferentes campos de aplicación se multipliquen a medida que la red se extienda y densifique.

Respecto al dinamismo de la red, se ve que son los vínculos informales y los de difusión de conocimiento existente los que crecen a tasas más aceleradas, lo cual no sorprende porque es más sencillo y menos demandante de tiempo difundir conocimiento existente que crear nuevo conocimiento. También notamos que a partir de que la empresa ego logró incorporar una nueva técnica en el mercado (en 2012, fecundación in vitro) las vinculaciones de asistencia técnica se aceleraron aún más, lo que demuestra que a pesar del período de estancamiento e incertidumbre que atraviesa el sector, existe una demanda latente para incorporar conocimiento para nuevas innovaciones.

Esta buena recepción hacia la innovación probablemente sufra de un sesgo de selección ya que las cabañas que identificamos en la red no son una muestra representativa del sector cabañero sino que fueron identificadas por la empresa proveedora de servicios biotecnológico y por eso mismo probablemente sean las que tiene mejor predisposición a la incorporación de mejoras.

En nuestro caso se ve claramente que la demanda para este tipo de actividades está presente. No sólo eso, sino que incluso cuando estos son actores poco activos en investigación y con relativamente bajo dominio técnico, sus necesidades de conocimiento los insertan en una red donde se produce e intercambia conocimiento científico, incorporando actores que no están directamente relacionados con las actividades de reproducción animal.

En suma, a pesar del contexto recesivo que atraviesa el sector, pudimos identificar que para satisfacer sus necesidades de innovación, las cabañas se insertan en una red de conocimiento que se extiende más allá de la provisión de los servicios demandados. En esta red participan actores del mundo académico y científico que realizan investigación aplicada y de base. Es decir, la actividad de producción de recursos naturales abre oportunidades para la generación de conocimiento científico. Si bien las cabañas analizadas en el estudio pueden ser las más innovativas del sector por la forma que fueron identificadas, nuestro caso sugiere que esta demanda puede estar latente en el sector en su conjunto. Las políticas públicas de capacitación y promoción de vinculaciones de los actores de recursos naturales, pueden ser efectivas para ampliar la red y fomentar la difusión de conocimiento. Estas redes, como mostramos aquí, rápidamente se amplían hacia otros actores y vínculos que resultan responsables de creación de conocimiento científico, generando oportunidades para enriquecer los sistemas de innovación como un todo.

Una serie de implicancias de política se derivan del análisis realizado.

En primer lugar, el estudio muestra que existe una red de conocimiento que atiende las necesidades de innovación de las cabañas, que contiene un conjunto amplio y heterogéneo de actores, y que en la misma circula y se crea nuevo conocimiento científico. Sin embargo, al no ser la red particularmente densa ni estar muy cohesionada, existen oportunidades para que los lazos se multipliquen y de esa forma se abran nuevas oportunidades para la generación de conocimiento. Convendría, de esta forma, considerar a la red como un objetivo de política y profundizar las acciones que fomenten las vinculaciones.

En segundo lugar, las cabañas son actores que, en comparación con sus contrapartes en la red, tienen menos capacidades y dominan un menor

número de técnicas y de menor sofisticación. Si incorporaran más capacidades, probablemente alcanzarían un lugar más central en la red, ya que hemos identificado que las capacidades están relacionadas con la centralidad de los actores. Un conjunto más amplio de cabañas con capacidades más altas y posiciones más centrales en la red fomentaría la difusión de conocimiento existente, ya que las mismas comparten espacios de encuentro informal con otras cabañas, con potencial impacto en la innovación del sector. Por otro lado, es posible que con mayores capacidades, los vínculos que ellas establezcan tiendan a hacerse más bi-direccionales, lo cual podría ser beneficioso para mejorar la oferta tecnológica. En este sentido, valdría la pena profundizar y extender los esfuerzos que desde agencias de gobierno y OPI se hacen para brindar capacitación a este sector. Las políticas públicas de capacitación, formación y extensión hacia los actores primarios, además de aquellas de promoción de vinculaciones, pueden ser efectivas para ampliar el número de cabañas que participan de la red y fomentar la difusión de conocimiento.

En tercer lugar, al ser las cabañas receptoras netas de conocimiento, la oferta de tecnología es un factor importante para la innovación en el sector. Esto significa que ampliar, extender y diversificar la oferta de tecnologías podría tener un rol en la innovación. Así, las políticas de ciencia y tecnología orientadas a actores que tienen un rol central en la oferta tecnológica, por ejemplo empresas de servicios biotecnológicos, laboratorios y organismos públicos de investigación, podrían resultar eficaces, especialmente si se seleccionan aquellos con un lugar central en la red de conocimiento científico.

Por último, la literatura sugiere que el grado de apertura de las redes es un elemento crucial para generar diversidad y fomentar la creatividad evitando situaciones de *lock-in* (encerramiento) tecnológico en situaciones de baja sofisticación. Hemos registrado que los actores externos al núcleo de la red tienen en promedio mayores capacidades que los actores del núcleo. En las políticas de redes, es recomendable entonces favorecer el intercambio con nuevos actores.

## REFERENCIAS

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

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

**Cimoli, M. y Rovira, S. (2008).** 'Elites and Structural Inertia in Latin America: An Introductory Note on the Political Economy of Development', Journal of Economic Issues, Vol., No. 327-47.

**Giuliani, E. y Arza, V. (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, E. y Bell, M. (2005).** 'The Micro-Determinants of Meso-Level Learning and Innovation: Evidence from a Chilean Wine Cluster', Research Policy, Vol. 34, No. 1. págs 47-68.

**Hausmann, R. y Rigobon, R. (2003).** An Alternative Interpretation of The 'resource Curse': Theory and Policy Implications.

**Hirschman, A. O. (1958).** The Strategy of Economic Development, New Haven: Yale University Press.

**Iglesias, D. H. y Ghezan, G. (2010).** 'Análisis De La Cadena De La Carne Bovina En Argentina', Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

**La Nación (2014).** 'La Trampa De No Exportar Carne', *La Nación / Campo*, Sábado 12 de abril de 2014.

**Lall, S. (2000).** 'The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98', Oxford Development Studies, Vol. 28, No. 3, págs 337-69.

**Lódola, A.; Brigo, R.; Morra, F. et al (2010).** 'Mapa De Cadenas Agroalimentarias De Argentina', en G. Anlló (ed.), Cambios Estructurales En Las Actividades Agropecuarias, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas, págs. 53-76.

**Marin, A.; Navas-Aleman, L. y Pérez, C. (2014, en prensa).** 'Natural Resource Industries as a Platform for the Development of Knowledge Intensive Industries', *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*,

**OECD (2011).** Isic Rev 3 Technology Intensity Definition: Classification of Manufacturing Industries into Categories Based on R&D Intensities, Paris: OECD Directorate for Science, Technology and Industry, Organisation for Economic Cooperation and Development.

**Pérez, C. (2009).** 'Technological Revolutions and Techno-Economic Paradigms', Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, No. 1, págs. 185-202.

**Ponti, D. (2011).** 'Canales De Comercialización De Carne Vacuna En El Mercado Interno', Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires.

**Prebisch, R. (1950).** 'The Economic Development of Latin America and Its Principal Problems', reprinted in Economic Bulletin for Latin America, Vol. 7, No. 1, págs. 1-22.



**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/>.

**SENASA (2013).** 'Establecimientos De Engorde a Corral', SENASA. Actualización a junio 2013. Responsable: Gastón Darío Dana.

**Singer, H. (1975).** The Strategy of International Development: Essays in the Economics of Backwardness, Macmillan.

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

