

## HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

### INVESTIGACIÓN

## Laboratorios de agrobiotecnología: niveles de decisión en trayectorias de transferencia tecnológica

*Romani, Facundo\*; Codner, Darío\*\*; Pellegrini, Pablo Ariel\**

### Resumen

Históricamente la producción de conocimiento científico en Argentina se caracteriza por una gran separación entre el sector productivo y la investigación científica. Sin embargo, en los últimos años se puede observar incipientes casos de innovación que articulan relaciones entre los investigadores y empresas. Particularmente interesa estudiar el caso de la agrobiotecnología. Este trabajo se realiza en el marco de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología y busca analizar las trayectorias de casos de laboratorios de investigación y desarrollo que tienen proyectos de transferencia tecnológica hacia empresas. El objetivo consiste en caracterizar las estrategias que desarrollan para orientar sus investigaciones en ese sentido. Las conclusiones generales ilustran la existencia de distintos niveles de decisión que resultan claves en la realización de la transferencia tecnológica. Esas decisiones conforman estrategias donde los laboratorios logran hacer coexistir actividades de investigación y transferencia.

**Palabras clave:** agrobiotecnología; transferencia tecnológica; estudios sociales de la ciencia; patentes

---

Artículo derivado de la tesina de grado del primer autor, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Presentado el 14/09/15 y admitido el 22/03/16.

AUTORES: \*Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología (IESCT), Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina; \*\*Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.



## **Agrobiotechnology laboratories: decision levels in technology transfer trajectories**

### **Abstract**

Historically the production of scientific knowledge in Argentina is characterized by a large gap between industry and scientific research. However, in recent years it can be seen premature cases of innovation which articulate relationships between researchers and companies. It is particularly interesting the study of agrobiotechnology. The present work is carried out in the context of social studies of science and technology and it aims to analyze the trajectories of research and development laboratories cases which have projects in technology transfer to companies. The purpose is to characterize the strategies developed to guide their research in this direction. The general findings illustrate the existence of different levels of decision making that are key in achieving technology transfer. These decisions shape strategies which manage to coexist laboratory research and transfer.

**Keywords:** agrobiotechnology; technology transfer; social studies of science; patents

## **Laboratórios de agrobiotecnologia: níveis de decisão em trajetórias de transferência de tecnologia**

### **Resumo**

Historicamente a produção de conhecimento científico na Argentina é caracterizada por uma grande separação entre o setor produtivo e a investigação científica. No entanto, nos últimos anos podem se observar casos incipientes de inovação que articulam relações entre os investigadores e empresas. Particularmente interessa estudar o caso da agrobiotecnologia. Este trabalho é realizado no âmbito dos estudos sociais da ciência e a tecnologia e busca analisar as trajetórias de casos de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento que têm projetos de transferência de tecnologia para empresas. O objetivo é caracterizar as estratégias desenvolvidas para orientar suas investigações nesse sentido. As conclusões gerais ilustram a existência de diferentes níveis de decisão que resultam fundamentais na realização da transferência de tecnologia. Essas decisões conformam estratégias onde os laboratórios conseguem fazer coexistir atividades de investigação e transferência.

**Palavras-chave:** agrobiotecnologia; transferência de tecnologia; estudos sociais da ciência; patentes

## I. Introducción

Argentina fue uno de los primeros países en el mundo en adaptar su actividad agropecuaria a las nuevas tecnologías de transgénesis vegetal a principios de la década de 1990 (Pellegrini, 2013). A pesar de ello, y en términos generales, la investigación científica en el país tiene características particulares vinculadas con su contexto periférico (Kreimer, 2006). Esto implica que la mayoría de la investigación es desarrollada por centros de investigación especializados y universidades públicas y financiada por organismos estatales, mientras que la tecnología utilizada proviene de grandes empresas extranjeras. En el ámbito local se concentran únicamente las tareas de adaptación de esta tecnología, sin lograrse un real desarrollo local de la misma, e implicando esto un problema económico por el pago de regalías y otros gastos al exterior. Por más que el país tiene capacidades para desarrollar tecnologías propias en biotecnología vegetal, y de hecho ha logrado desarrollar cultivos transgénicos propios, son muy pocas las empresas que se dedican al tema y contadas las innovaciones que hayan llegado o estén cerca de llegar al mercado (Pellegrini, 2013).

El sector agropecuario acumula a su vez a toda una serie de actores empresarios muy particulares: dueños de campos e inversionistas que se involucran en una dinámica muy distinta a la de cualquier otro sector de la industria, particularmente en Argentina. Dicho panorama concierne también a la agrobiotecnología local.

El presente trabajo se dirige a entender los modos en que puede haber una mayor conexión entre las investigaciones de laboratorio en agrobiotecnología y su transferencia a la sociedad. En efecto, en la sociedad actual la innovación se ha convertido en la principal actividad que deben llevar a cabo los países para mejorar su competitividad y esto constituye esencialmente un problema económico (David y Foray, 2002). Una de las formas de promover la innovación es a través de la transferencia tecnológica.

La discusión en torno al concepto de transferencia tecnológica (también referida como sólo «transferencia») no ha llegado aún a un punto de consenso generalizado, en parte debido a que los enfoques y estrategias que se ponen en juego mantienen el nivel polisémico del término. En líneas generales la transferencia de tecnología es un proceso complejo mediante el cual una organización transfiere un resultado científico o tecnológico, junto con el conocimiento técnico que puede usarse en su producción (Chun, 2007). En ese proceso están implicadas también la transferencia de habilidades culturales que acompañan el movimiento de máquinas, equipos y herramientas

(Levin, 1993). Por lo tanto, la transferencia tecnológica no sólo concierne a la transmisión del conocimiento sino también a las capacidades del adoptante de aprender y absorber la tecnología en la función de producción (Maskus, 2003). En síntesis, entendemos que la transferencia de tecnología es el flujo bidireccional de conocimiento tecnológico (material, embebido y tácito) entre productores y usuarios de la tecnología.<sup>1</sup>

El escenario actual muestra que en la Argentina hay una mayor inversión en Ciencia y Tecnología por parte del Estado con relación a años anteriores.<sup>2</sup> También se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT), se fortalecieron los financiamientos otorgados por la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología (ANPCyT), que otorga recursos a proyectos orientados e incluye a las empresas dentro de sus beneficiarios. Aun así, los casos de transferencia tecnológica son escasos. El aumento de la transferencia no se agota en una mera distribución de recursos. De este modo, el problema fundamental que se plantea el trabajo es determinar cuáles son los factores claves que influyen en la articulación de las agendas de investigación de los laboratorios y las demandas de las empresas para que se produzca un proceso de transferencia tecnológica.

En ocasiones, los problemas de la transferencia tecnológica se sitúan en la falta de decisión política por parte de los gobiernos y la falta de capacitación por parte de la burocracia de las universidades (Casalet, 2010). A consecuencia de esto, la falta de apoyo hace que la formación de vínculos entre la Industria y la Universidad quede librada a la iniciativa individual de los investigadores y profesionales cercanos a la industria. El problema desde la universidad no debe ser visto como meramente político o burocrático, existe también dentro de la misma un problema económico vinculado a la mala articulación con la Industria y es la no apropiación de los resultados de las investigaciones realizadas por los centros de investigación. El conocimiento generado por la universidad y los centros de investigación termina fluyendo a compañías del extranjero que sí le sacan provecho económico de sus resultados, en lo que Codner *et al.* (2012) denominan «transferencia tecnológica ciega», en detrimento de la apropiación social local del conocimiento financiado de manera pública.

La hipótesis de este trabajo es que, en biotecnología agropecuaria, existe en el país una estructura (aunque incipiente) que demanda tecnología, hay financiamiento del sector público orientado a promover innovaciones, pero en la transferencia tecnológica resulta fundamental el rol de los investigadores en el redireccionamiento de sus agendas de investigación.

Este trabajo se propone analizar casos donde la transferencia tecnológica sí se llevó a cabo. Desde una perspectiva constructivista de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, se estudiarán las actividades que realizan los investigadores a lo largo de su trayectoria. Entendiendo la importancia del azar y la contingencias en las actividades de los científicos y tecnólogos (Barber y Fox, 1958), donde el laboratorio se convierte en el dispositivo protector y de estabilización de los proyectos de investigación que allí se realizan frente a la cambiante contingencia del entorno (Vinck, 1992). El laboratorio es el que tiene la flexibilidad de adaptarse y generar su propia estrategia que le permita conservar actividades que sean del interés de los investigadores y dejen de serlo para otros actores externos. Por esta razón se tomará al laboratorio como unidad de análisis para el estudio de casos.

Se puede ver entonces a los investigadores como estrategias de su lugar de trabajo (Lemaine, 1969). Despliegan estrategias tanto intelectuales, tendientes a resolver problemas de investigación, como sociales, en función de obtener reconocimiento externo o dentro de la comunidad. Estas estrategias ponen en compromiso las preferencias individuales de los investigadores en función de las condiciones reales de la investigación. Algunos investigadores trabajan sobre hipótesis arriesgadas, otros solamente sobre hipótesis seguras, y en el medio hay diferentes estrategias donde los investigadores pueden trabajar sobre dos hipótesis, una de riesgo y otra muy probable, o diversifican sus actividades para crear espacios de actividad menos competitivos (Lemaine, 1969).

Para analizar las actividades que realizan los investigadores, uno de los aportes del constructivismo que nos interesan es el de Terry Shinn y el concepto de regímenes de investigación (Shinn, 2000). Shinn propone una tipología que integre las diferentes dimensiones que influyen en la producción de conocimiento y permita diferenciar entre diferentes formas de hacer ciencia. Los regímenes propuestos por Shinn son tres: disciplinar, transitorio y utilitario.<sup>3</sup> Se diferencian entre sí, entre otras cuestiones, por su eje de investigación y modo de difusión de los resultados. En primer lugar, el régimen disciplinar se caracteriza por la elección de temas de investigación propios de la disciplina a la que se suscribe el investigador y que son comunes a otros investigadores pertenecientes a la misma. Además, el medio de difusión de los resultados es mediante revistas científicas y congresos y el público principal al que se dirige son los mismos investigadores de la disciplina. La única relación al exterior que caracteriza este tipo de regímenes es para la búsqueda de financiamiento. En el régimen utilitario,

en cambio, el investigador muestra un compromiso con problemas ligados a la demanda socioeconómica. La forma de difusión del conocimiento es a través de patentes, revistas profesionales, medios de comunicación masivos. Por último, el régimen transitorio es un punto medio entre el utilitario y disciplinar e incorpora temas de interés para la esfera socioeconómica, recurriendo a libros de divulgación, congresos empresariales, y apuntando hacia un público cada vez menos exclusivo.

Los tres regímenes a su vez son interdependientes y se relacionan entre sí. De hecho conforman un continuo en donde comparten características. Las demarcaciones sirven porque ubican a los investigadores en un lugar donde pueden desarrollar sus objetivos, y delimitan las principales capacidades que ponen en práctica para sobrevivir en el medio social. Lo que muestran estos regímenes es que no hay una sola forma de «hacer ciencia», sino que hay diferentes formas que se despliegan según la manera de relacionarse con su medio social, permitiéndole a los investigadores buscar reconocimiento tanto dentro como fuera del espacio limitado de la «comunidad científica».

Un estudio posterior (Shinn y Lamy, 2006) propone tres categorías de análisis que son de interés para este trabajo replicar. El autor selecciona tres factores en los que se pueden diferenciar los casos analizados en función de su forma de relacionarse con su medio social: *sinergia*, *tensión* y *autonomía*. Por *sinergia* se refiere a los «beneficios recíprocos derivados de las diferentes unidades organizacionales a través de interacciones mutuas», en este caso universidades y empresas. El segundo hace referencia a la tensión entre la universidad y la empresa en tanto que pueden existir conflictos de interés. Por último, la *autonomía* hace referencia al posicionamiento relativo de la organización de investigación con respecto a un sistema normativo interno desde un punto de vista clásico o mertoniano. Shinn afirma que cuando la autonomía es alta, la sinergia entre los laboratorios públicos y las empresas también es alta.

Para llevar a cabo la investigación se analizarán una serie de casos desde un enfoque cualitativo y cuantitativo de sus actividades de investigación. El estudio de casos se centrará en la trayectoria de los investigadores, cómo se definen las agendas y cómo se llega a la transferencia tecnológica. El objetivo es poder caracterizar los factores clave que influyen en estos procesos e identificar posibles estrategias de transferencia asumidas por los investigadores.

## II. Metodología

El proyecto está concebido a partir de la exploración empírica de diversos casos, según un abordaje cuali-cuantitativo y comparado (Yin, 1984; Stake, 1995; Gallart, 1993; Eisenhardt, 1989). Para la selección de los casos se realizó un relevamiento de experiencias de transferencia en laboratorios de universidades públicas de Argentina. Se tomaron tres casos que se consideraron representativos de la variedad de aplicaciones de la agrobiotecnología, que tuvieran una trayectoria mayor a veinte años de trabajo, que presentaran alguna relevancia en el ámbito público o por sus logros y no hubieran sido estudiados antes de forma metódica.<sup>4</sup> Para mantener la confidencialidad de los tres casos seleccionados serán denominados como Caso 1, Caso 2 y Caso 3. En particular, los casos 2 y 3 son los únicos dos laboratorios con patentes de invención en plantas modificadas genéticamente que cumplen con los requisitos antes mencionados. El Caso 1, en cambio, se destaca por realizar transferencia en agrobiotecnología sin involucrar plantas directamente.

Para el análisis de los casos se toma al laboratorio como unidad de análisis y a su/s director/es como principal/es referente/s. Se recurre a dos enfoques metodológicos complementarios. Por un lado el estudio cuali-cuantitativo de los productos del laboratorio, en términos de publicaciones, patentes, servicios puntuales y otras actividades de transferencia. Por el otro, el estudio cualitativo de las experiencias de los investigadores del laboratorio con el fin de evaluar sus trayectorias personales en tanto formación inicial, selección de temas de trabajo, formación de grupos e incorporación en general de sus impresiones y vivencias con respecto a los cambios que se produjeron en el trabajo del laboratorio a partir de las actividades de transferencia.

Para el análisis cuantitativo<sup>5</sup> se realizó un estudio bibliométrico de publicaciones científicas, libros y capítulos de libros científicos, patentes y otras actividades de transferencia tecnológica. Este análisis se llevó a cabo mediante un protocolo específico igual para todos los casos, actualizado hasta febrero de 2015.

Para las publicaciones científicas se tomó como referencia las bases de datos de artículos de revistas especializadas que proporciona el *National Center for Biotechnology Information* del gobierno de los Estados Unidos (Pubmed). Aunque estas bases no incluyen la totalidad de las publicaciones, proveen una muestra con un mismo sesgo que es tomada como base. Para todos los casos se buscaron los nombres de los directores de los laboratorios, ya que siempre al menos uno de los directores debería figurar en las publicaciones de un mismo centro de estudio.

Todas las publicaciones en revistas científicas y capítulos de libros obtenidas se clasificaron a su vez por su pertenencia a los regímenes disciplinar (R1) y transitorio (R2) que propone Shinn según el tema del que tratan.<sup>6</sup> Para tal fin se adaptaron las tipologías propuestas por el autor a criterios sencillos para la clasificación. Para determinar si los temas de investigación son propios de la disciplina (R1) se tomó como criterio si los organismos objeto de estudio de la publicación son modelos de estudio de la disciplina (Pandey, 2014) o no. También se tomó como criterio, la explicitación en el cuerpo del texto la posible aplicación productiva de los resultados de la investigación. De cumplir el primer criterio por la negativa o el segundo por la positiva se consideraba de régimen transitorio (R2).

En lo que respecta a actividades vinculadas al régimen utilitario (R3), para las patentes pertenecientes a los laboratorios, se decidió elegir entre las otorgadas a nivel internacional, para eso se tomaron como referencia las consignadas en los buscadores de la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), el buscador Patentscope de la *World Intellectual Property Organization* (WIPO), el buscador de *Espacenet de la European Patent Office* y el buscador *Industrial Property Digital Library* de la *Japan Patent Office* (JPA) siguiendo criterios de búsqueda similares a los consignados para las publicaciones, eliminando redundancias y aquellas que no fueron otorgadas.

Para otras actividades, como acuerdos de transferencia de *know-how*, acuerdos de asistencia técnica, consultoría y servicios, se tomaron aquellos consignados por los investigadores y disponibles en los buscadores de las bases de datos del Registro Unificado y Normalizado a nivel nacional de los Datos Curriculares del personal científico y tecnológico (CVar) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del gobierno federal Argentino (MinCyT) y al Sistema Integral de Gestión y Evaluación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Se incluyeron también publicaciones de libros de difusión masiva como actividades de divulgación (régimen utilitario).

Finalmente, para cada investigador se construyeron dos indicadores que intentan representar la pertenencia del laboratorio a los regímenes de investigación mencionados. El primero surge de darle un puntaje de 1 a las publicaciones clasificadas como R1 y de 2 a las clasificadas como R2, siendo el indicador el promedio de estos valores. El segundo indicador consiste en asignarle a las actividades de transferencia (R3) un valor de 3 como pertenecientes al régimen utilitario.<sup>7</sup> Se entiende a R2 como un estado intermedio entre R1 y R3. De los tres valores promediados año a año se genera el segundo indicador. En los gráficos, para cada año se considera el promedio



de la integración de las actividades de los cinco años anteriores. La elección del lapso se relaciona con otras investigaciones cuantitativas sobre aspectos similares (Barandiarán y D'onofrio, 2013) donde los autores intentan aplicar una tipología de perfiles de diversidad profesional de los investigadores y toman ese período para hacer una clasificación actual.

Para el análisis cualitativo de la historia y las trayectorias se utilizaron páginas web, notas periodísticas, libros, reglamentaciones, proyectos de investigación, memorias institucionales, evaluaciones externas y se realizaron entrevistas en profundidad. Las mismas fueron formalizadas en el lugar de trabajo de los entrevistados, sin un cuestionario estructurado, procurando abarcar toda la trayectoria de los mismos. En todos los casos fueron entrevistados, al menos, los directores de laboratorio y en el caso 1 también el codirector. En algunos casos se agregaron entrevistas complementarias a otros investigadores o encargados del área de transferencia tecnológica del lugar. En total se realizaron 9 entrevistas desde noviembre de 2013 a julio de 2014.

En los siguientes apartados se desarrollarán los resultados del estudio de casos.

### III. Caso 1: Nuevos «amigos» de las plantas

El laboratorio se especializa en diferentes áreas relacionadas con la biotecnología entre las que se destaca el trabajo con bacterias del suelo. Se ha consolidado internacionalmente con sus publicaciones en revistas científicas y dentro de la Argentina es uno de los pocos laboratorios que se dedican al estudio de los suelos, a pesar de su alta importancia para la economía del país. Es de especial interés la utilización de microorganismos como inoculantes para la fijación de nitrógeno y bacterias promotoras del crecimiento vegetal y otros fertilizantes a base de microorganismos. Además de desarrollar las líneas de investigación propias, se ha involucrado en proyectos en conjunto con una importante empresa del área de inoculantes de capitales nacionales con sedes en el exterior.

Tanto el director como el codirector son egresados de Bioquímica de una Universidad Nacional con mucha trayectoria. El primero realiza su doctorado en el año 1990, en la misma casa de estudios, sobre la simbiosis fijadora de nitrógeno de la bacteria *Rhizobium* con leguminosas, particularmente alfalfa. Durante su post doctorado en Suecia se involucra en el estudio de una simbiosis fijadora de nitrógeno diferente basada en bacterias del género *Frankia* (Wall, 2005.)

El investigador vuelve al país en el año 1995 habiendo entrado en la Carrera de Investigador del CONICET y teniendo su lugar de trabajo en una Universidad Nacional de reciente creación. Su laboratorio toma como tema el trabajo que había realizado durante su post doctorado. Inmediatamente incorpora al que sería el codirector del laboratorio a su equipo de trabajo, dirigiendo su tesis doctoral, y trabajan describiendo esta simbiosis entre *Frankia* y una planta local proveniente de la Patagonia.

En el año 2002 el codirector se va a hacer su post doctorado a Suiza con la voluntad de aprender técnicas de biología molecular que no había utilizado durante su doctorado. El tema de su post doctorado consistía en el estudio de una bacteria promotora del crecimiento vegetal, cuya regulación estaba mediada por Ácidos Ribonucleicos (ARN) pequeños. De la misma manera del caso anterior, el investigador, cuando vuelve al país, instala su tema de post doctorado a nivel local, haciendo énfasis en la posible aplicación agrícola de este tipo de bacterias, pero principalmente en los aportes al conocimiento en general provenientes de la regulación por ARN pequeños.

De esta manera, ambos investigadores van adquiriendo experiencia en campos distintos, incorporando personas al laboratorio y tejiendo redes de contactos también distintas. El director sigue trabajando en colaboración con investigadores de universidades nacionales del interior del país y otros contactos que mantuvo después de la realización de su post doctorado en Suecia. Mientras que el codirector tiene colaboraciones en el tema de ARN con otros laboratorios de Alemania y Suiza con los que, en parte, tiene contacto desde su formación post doctoral.

### **III.1. El laboratorio va al campo**

Uno de los sucesos que marca la incorporación de proyectos y actividades de transferencia tecnológica en el laboratorio, se da en el contexto de las negociaciones entre productores agropecuarios con intenciones de invertir en investigación, la Secretaría de Ciencia y Tecnología, el CONICET y algunos de los investigadores que más estaban en el tema con el fin de desarrollar una agenda común. El laboratorio no participaba de estas negociaciones, pero veía este contexto como una oportunidad. Es así que el director del laboratorio se comunica directamente con el que entonces era el presidente de la Asociación de Productores de Siembra Directa (AAPRESID) para comentarle su interés en participar de alguna manera. Lo que tenía el laboratorio para ofrecer estaba vinculado con sus conocimientos y capacidades en microbiología de los suelos. Según los investigadores, el empresario tenía algún conoci-

miento casual del trabajo del laboratorio y eso ayudó a generar confianza rápidamente en las capacidades del laboratorio.

Este fue el inicio de una relación fructífera que cambiará paulatinamente la orientación del laboratorio. Hacia el 2005, el presidente de AAPRESID le solicitó al laboratorio una serie de análisis en su propio campo con el fin de comprender y solucionar ciertos problemas de productividad que entonces tenía. Tanto el director como el codirector se involucraron y sirvió para poner en juego y potenciar capacidades en microbiología de suelo aplicada a la actividad agropecuaria.

Esta relación, además de consistir en los primeros servicios que el laboratorio ofrece a privados, inicia toda una serie de vinculaciones con el agro. Puntualmente el laboratorio es invitado a participar en los congresos de AAPRESID, donde toma más contacto con productores y empresas relacionadas con el sector. También surge entre otras cosas la oportunidad de obtener un financiamiento importante que en ese entonces ofrecía la ANPCyT que involucraba a empresas, entidades sin fines de lucro y laboratorios en grandes proyectos con un importante ayuda financiera pública; el financiamiento se denominaba Programas de Áreas Estratégicas (PAE).<sup>8</sup>

El director del laboratorio fue coordinador académico del PAE, mantuvo un rol de liderazgo dentro del programa. El programa involucró a numerosos laboratorios del país con algunas empresas del sector. Se puede encontrar un análisis más acabado del programa en particular en Codner (2011).

El proyecto buscaba generar conocimientos con el fin de entender la dinámica de los procesos biológicos del suelo en sistemas de producción agrícola de siembra directa. El fin último era lograr una producción eficiente y sustentable con el medio ambiente, en lo que se suele denominar «buenas prácticas agrícolas». El programa se dividía en varios proyectos que consistían en un enfoque multidisciplinario donde cada parte contribuía en su especialidad.

El laboratorio aportaba conocimiento en bioquímica y microbiología del suelo, particularmente en el aislamiento de bacterias con miras al desarrollo de biocontrol de microorganismos patógenos. Es este aspecto lo que interesaba a una empresa especializada en inoculantes que participaba en el proyecto. Es importante destacar que las empresas intervinientes en el PAE tienen prioridad en el aprovechamiento de lo que se desarrolla en el mismo; en el caso de los aislamientos, las cepas que se encuentren y tengan una utilidad para el biocontrol de fitopatógenos podrían ser utilizadas con exclusividad por la empresa.

Para el laboratorio, el programa significó poder sumar capacidades que no tenía, potenciar sus relaciones de colaboración con otros laboratorios y

empresas y abrir camino para nuevas líneas de investigación de tipo más aplicada, además de publicaciones en revistas científicas de algunos de los resultados. Las bacterias para biocontrol generaron un vínculo que continuó con la empresa más allá del proyecto.

Otro de los temas que significaron para el laboratorio proyectos importantes con la misma empresa se produjo en la línea del director del mismo. En colaboración con una universidad del interior del país, llegaron a la conclusión de que la simbiosis del sistema de *Frankia* podría ser mejorada con el uso de otros microorganismos. Lo que convirtió a este descubrimiento en un potencial producto de interés comercial es que la misma interacción se pudiera dar entre estos otros microorganismos y las bacterias que ayudan a fijar nitrógeno en leguminosas, promoviendo también el crecimiento en leguminosas. Lo interesante entonces fue llevar el conocimiento de un modelo que tiene más interés científico a otro con mayor interés comercial, detectando que algunas cosas tienen en común.

Los resultados fueron comentados por el director del laboratorio en un Congreso de AAPRESID, y despertaron el interés de la empresa para probarlo en soja a una mayor escala. En conjunto con la empresa se realizaron los trabajos y se obtuvieron resultados positivos por medio de convenios de vinculación y servicios puntuales. Esta línea continuó y se logró formalizar la relación mediante un financiamiento donde la Universidad aportó recursos para el proyecto de desarrollo con la empresa.

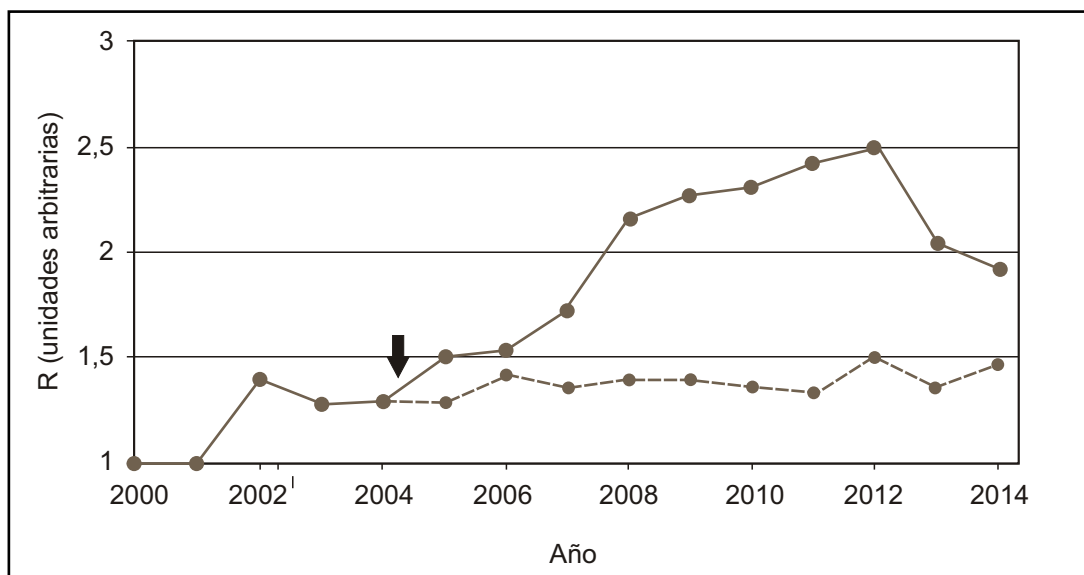
### III.2. Publicar y transferir

En un análisis más minucioso de la trayectoria de los investigadores en términos de sus publicaciones y actividades de transferencia, se pueden destacar algunas características. En principio, es importante diferenciar que cada trayectoria (director y codirector) puede ser comprendida por separado.

En la **Figura 1** se puede ver la trayectoria del director del laboratorio (Caso 1a) en función de los indicadores de actividades generados, como se especificó en la metodología. Lo que se observa en primer lugar es que existe un punto de divergencia donde las actividades dejan de ser solamente publicaciones y empiezan a aparecer las actividades de transferencia a partir de 2004 con los primeros trabajos que se mencionaron. Una vez pasado ese punto, las actividades de transferencia crecen de manera casi constante hasta 2012, mostrando una *sinergia*.

En términos de publicaciones exclusivamente, se ve que hay un compromiso importante por temas aplicables al sector productivo más que de interés meramente disciplinar y se estabiliza tempranamente en la trayectoria del

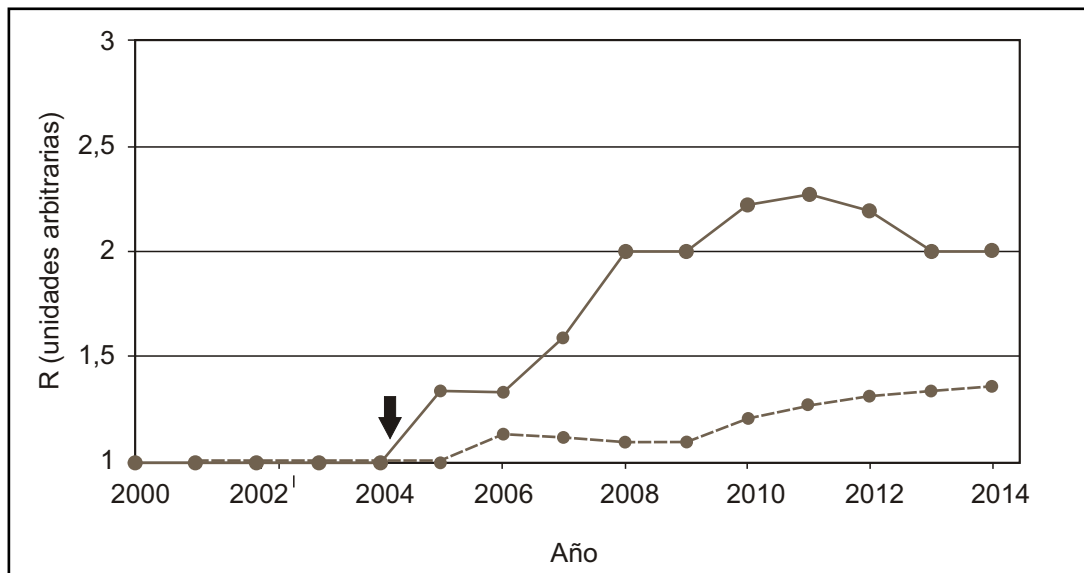
investigador en un valor de régimen transitorio ( $R_2$ ), incluso antes de tener las primeras actividades de transferencia. Esto mostraría que existe una relación importante entre la investigación y el medio productivo a la hora de elegir los temas, que puede ser entendida como una *autonomía* relativa no tan alta. Sin embargo, este compromiso no es total porque mantiene otras líneas de trabajo. En cuanto a cantidad de publicaciones por año (datos no publicados), se podría decir que no hay una correlación directa con el tipo de publicaciones o la incorporación de actividades de transferencia, lo que muestra también un grado bajo de *tensión* en tanto que los temas aplicados no comprometen necesariamente las publicaciones del laboratorio y no existen conflictos de intereses evidentes.



**FIGURA 1.** Gráficos de trayectorias del Caso 1a. Se muestra el promedio ponderado de las actividades con línea sólida y sólo de las publicaciones con línea punteada. Los valores de  $R$  corresponden a unidades arbitrarias y fueron calculados como se explica en la metodología. En la flecha se señala el punto en donde divergen ambas líneas

En la **Figura 2** se ve la trayectoria del codirector del laboratorio. Presenta algunos patrones similares, dado que en la mayoría de las actividades de transferencia ambos figuran como autores, y se podría hablar también de la misma *sinergia*. La diferencia fundamental está en el perfil de publicaciones, donde está claro que están más dirigidas al ámbito disciplinar, estabilizándose en un valor de  $R$  más bajo. Eso se debe a que la línea de trabajo que sostiene el codirector tiene esa finalidad. El tema de investigación se mantiene más separado de las actividades de transferencia en este caso,

hay claramente una mayor *autonomía*, aunque con el tiempo van creciendo también los temas orientados al ámbito productivo.



**FIGURA 2.** Gráficos de trayectorias del Caso 1b. Se muestra el promedio ponderado de las actividades con línea sólida y sólo de las publicaciones con línea punteada. En la flecha se señala el punto en donde divergen ambas líneas.

#### IV. Caso 2: Factores de transcripción para la sequía

El Instituto donde se ubica el laboratorio que constituye este caso es de doble dependencia entre una universidad nacional del interior y el CONICET. El tema del laboratorio es la caracterización de factores de transcripción y sus posibles aplicaciones en la biotecnología vegetal. Su relevancia radica en haber patentado y desarrollado junto a empresas locales la aplicación de genes que otorgan tolerancia a sequía de plantas de interés agropecuario.

##### IV.1. Un lugar en el mundo

La directora del laboratorio recibió su formación de grado en el área química con orientación biológica, en Israel. Con la democracia, regresa al país y tiene sus primeras publicaciones durante su doctorado en un experimentado laboratorio del área de bioquímica dependiente de una universidad nacional del interior del país. Su objeto de investigación consistía en una proteína involucrada en la cadena de transporte de electrones de la fotosíntesis. Como en otros casos, la formación en biología molecular la perfeccionó en el exterior, más concretamente durante su post doctorado en Francia, donde trabajó

sobre ARN en un alga unicelular. Lo que tienen en común estos temas es la biología molecular de organismos fotosintéticos.

La investigadora vuelve a la Argentina, entra a la Carrera de Investigador del CONICET y posteriormente se radica en otra universidad del interior del país. Al regresar al país se dedicó a estudiar la caracterización funcional de factores de transcripción vegetales involucrados en la adaptación a condiciones ambientales. La elección del tema, aunque según la investigadora tiene un carácter fortuito, se puede vincular también a la vacancia del tema en el país para esa época y al hecho de que en un país agrícola como Argentina, tendría más posibilidades de conseguir financiamiento.

En el año 2008, se fusionan una serie de laboratorios que trabajaban dentro de la universidad, entre los que se encontraba la cátedra de la investigadora, conformando un instituto que pasa a estar bajo su dirección. Esto significó un salto importante en el crecimiento que ya venía teniendo el laboratorio: más financiamiento y posteriormente un edificio propio. El mismo ya había logrado tres patentes con respecto a los factores de transcripción que estudiaban.

#### **IV.2. Un enfoque eminentemente básico**

Los factores de transcripción son proteínas que regulan la expresión del ADN mediante la unión específica al mismo. En particular, los factores de transcripción que investiga el laboratorio no estaban muy estudiados en plantas al momento que empiezan a trabajar. La primera publicación de la directora del laboratorio sobre el tema se da apenas tres años después de que se encontrara el primer factor de transcripción de este tipo en plantas en el mundo (1991), hasta entonces sólo identificados en el reino animal (Ariel *et al.*, 2007).

Dentro del grupo de estos factores de transcripción el laboratorio se vuelca sobre una familia con características bioquímicas específicas que sólo existen en plantas. Eso sugiere que están involucrados en regulaciones que no se encuentran en otro tipo de organismos. Las plantas son organismos sésiles, están arraigadas a un sustrato y permanentemente expuestas al estrés, al que deben responder y adaptarse continuamente, de ahí que se postula que estos factores de transcripción están involucrados en las respuestas al estrés ambiental. Claramente, entender el desarrollo de las plantas a nivel de los factores de transcripción de este tipo podía tener un interés biotecnológico. Se podría «domesticar» a las plantas para evitar que lleven a cabo procesos fisiológicos que responden al estrés ambiental, que para la planta significan mecanismos de supervivencia pero que no son deseados a nivel agronómico.

El grupo de investigación fue uno de los primeros en el mundo en caracterizar este tipo de factores desde un enfoque eminentemente básico. Este hecho le permitió al laboratorio tener una gran cantidad de publicaciones sobre el tema por medio de *papers* en revistas científicas internacionales. Prácticamente todas sus publicaciones tienen que ver con la misma familia de proteínas y su búsqueda por caracterizar los fenotipos que generan y las interacciones con otras proteínas.

Las primeras especies transgénicas de plantas que inundaron los mercados en los años 1990 y 2000 (transgénicos de primera generación) se centraron en dotar a las plantas de propiedades que pudieran evitar el ataque de plagas o hacerlas resistentes a herbicidas (Pellegrini, 2013). La modificación de factores de transcripción correspondería a una segunda generación de transgénicos (Century, 2008), todavía muy escasos en los mercados. Los factores de transcripción regulan procesos biológicos que involucran muchos componentes genéticos de la planta y son mucho más difíciles de comprender de manera integral.

### IV.3. Girasol

Como ya se dijo, el laboratorio fue pionero en el estudio de los factores de transcripción en plantas y eso le permitió posicionarse en cuanto a publicaciones en revistas científicas. Para dar cuenta de la importancia del grupo dentro del tema, no sólo hay que mencionar que dentro del país es el único que lo estudia, sino que el 8,82 % de todas las publicaciones del mundo sobre esta familia de factores de transcripción tienen como autor a la directora del instituto. Hay esparcidos en el mundo varios grupos estudiando sobre el tema pero no son más que unas decenas. A su vez, si se busca específicamente los factores de transcripción de esta familia en girasol, la directora figura como autora del 87,5 % de los *papers*.<sup>9</sup>

Por esta razón, está claro que la originalidad del tema está también en haber elegido los factores de transcripción de una especie en particular, con interés productivo, como el girasol. Esta decisión es muy temprana y se produce al mismo tiempo que la elección del tema de investigación, cuando la investigadora vuelve al país. Ayuda a confirmar entonces que desde un principio se buscaba elegir un tema con posibles aplicaciones tecnológicas.

Si bien el laboratorio investiga factores de transcripción en general, y en particular *Arabidopsis* es el modelo de estudio más usado por el grupo, los factores de regulación provenientes de girasol fueron los que dieron todas las patentes que le fueron otorgadas al laboratorio. Esto tiene que ver con la originalidad del tema, pero también a cuestiones moleculares bastante más



complejas, ya que el uso de genes provenientes de plantas no modelo tiene menos restricciones para generar cambios en plantas modelo que cuando se usan genes endógenos debido, por ejemplo, a los mecanismos de silenciamiento génico (Martínez de Alba *et al.*, 2015). Por otra parte, los genes de sistemas modelos se encuentran en mayor medida en patentes debido a la homología de secuencia; en cambio, los genes de sistemas heterólogos tienen menos homología de secuencia y se pueden evitar reclamaciones de este tipo a la hora de llevar adelante una patente.

El girasol también fue protagonista de los temas del laboratorio cuando se llevó adelante, en 2009, un PAE como en el Caso 1. En esta ocasión lo que se buscaba era caracterizar genómicamente al girasol con el fin de aplicar los conocimientos que se tenían sobre la tolerancia a estrés. Los responsables del proyecto fueron la directora del instituto y un importante empresario agropecuario. El PAE consistió en una asociación estratégica entre los investigadores de varios institutos y grupos de investigación de diferentes universidades del interior del país, empresas de biotecnología locales, organismos públicos y organizaciones no gubernamentales.

Para el laboratorio, el proyecto sirvió para orientar los esfuerzos a la aplicación del conocimiento y la interacción con otros grupos de investigación en el tema. De todos modos, trabajar con una especie como el girasol presenta una serie de complejidades que casi no existen utilizando la planta modelo *Arabidopsis*, cuyo genoma ya se encuentra secuenciado, tiene un ciclo de vida mucho más corto y de la que se obtiene un conocimiento que es más fácil de comparar y de ser aceptado por las revistas científicas de la especialidad. Sin duda fue una decisión costosa para el laboratorio proponerse trabajar en el mejoramiento de esa especie.

Con matices diferentes, se podría comparar esta decisión con la del uso de la papa transgénica en el caso que analiza Pellegrini (2013). En ambos casos se utilizan organismos no modelo, pero sobre temas muy diferentes: factores de transcripción, resistencia a virus. Mientras que para este caso se utilizan proteínas de organismos no modelo sobre organismos modelo, para la resistencia a virus se aplica un mecanismo ya descrito en plantas modelo para transformar plantas no modelo. Es decir, mientras en un caso se aprovecha la riqueza genética de las plantas no modelo, en el otro se topan principalmente con las dificultades técnicas del trabajo con organismos no modelo, y eso se ve reflejado también en el tipo, calidad e impacto de publicaciones científicas.

#### **IV.4. Un esfuerzo suplementario**

La decisión de realizar transferencia tecnológica fue totalmente consciente para los investigadores y de alguna forma significó agregar un esfuerzo extra para poder llegar a transferir esos conocimientos sin dejar de lado la investigación. El objetivo de investigación del laboratorio es muy claro y consiste en entender el funcionamiento de los factores de transcripción de las plantas. Los fenotipos logrados mostraron que podían tener, además de una relevancia científica, también una aplicación biotecnológica para la actividad agropecuaria. A partir de esto es que el laboratorio se encamina a patentar estos eventos genéticos.

El desarrollo de una innovación de este tipo involucra costosos experimentos, como por ejemplo ensayos a campo, para los que se requiere la asociación con empresas que provean de financiamiento y conocimientos técnicos. El laboratorio se asoció también a una empresa inglesa para poder llevar esta innovación a los mercados internacionales. Esta empresa se especializa en la gestión de patentes científicas en diferentes ámbitos de la biotecnología pero no realiza por sí misma los desarrollos, sino que logra licenciar dichas patentes a otras empresas que sí lo hacen. El contacto con la misma se produjo por una experiencia previa que tenía un investigador conocido de la directora del instituto (del que se hablará en el Caso 3) y ya había cierta experiencia de cómo manejarse en estos casos. Lo que se acordó es licenciarle la patente a esta empresa pero únicamente para el exterior, manteniendo la exclusividad de trabajar con una empresa de biotecnología local para el desarrollo regional de la semilla.

El laboratorio siempre tuvo la intención de llevar los conocimientos que se obtenían en plantas modelo –que solo sirven a nivel de «prueba de concepto»– a plantas de interés agronómico por su propia cuenta. Esto implica la puesta a punto de técnicas de transformación poco estudiadas y consumen mucho tiempo y recursos económicos, además de que tienen más controles por parte de los organismos públicos. Para tal fin, el laboratorio se embarcó en un proyecto para realizar, dentro de las instalaciones del instituto, un servicio de transformación de otras especies vegetales, que requería poner a punto esta técnica tanto para proyectos propios como para los solicitados por terceros o en colaboración. Lo que se buscaba era dotar al Instituto de una capacidad estratégica para el sistema de innovación del país (y la región), e implicaba abarcar una porción más amplia de la cadena de valor del desarrollo de productos de este tipo.

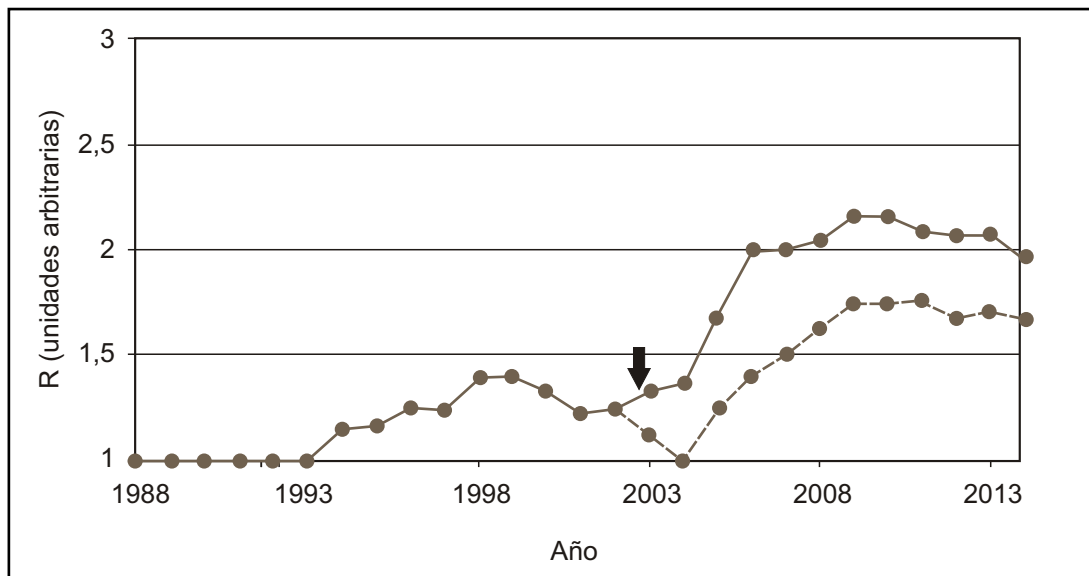
#### IV.5. Desde lo básico a lo aplicado

Para finalizar con el caso, tal como se hizo para el caso anterior, se analizará esta trayectoria de forma pormenorizada según sus actividades. En esta ocasión se tiene que analizar un período más largo de trabajo ya que tempranamente en su carrera la directora del instituto tiene un flujo de publicaciones constante.

En la **Figura 3** se pueden ver dos períodos donde las publicaciones se orientan al medio productivo. El primer pico refleja publicaciones que pertenecen a un régimen transitorio debido al organismo de estudio que emplean (organismo no modelo: girasol). Más adelante se ve un cambio a un régimen más disciplinar y se trata de estudios mucho más enfocados en la familia de proteínas en general. El último período, después de 2003, es cuando las publicaciones empiezan a orientarse nuevamente al medio productivo de forma definitiva.

El punto de divergencia donde se empiezan a incorporar las actividades de transferencia (**Figura 3**) es contemporáneo con la caída del régimen de las publicaciones. Esto no es casual, se basa también en que los resultados transferibles surgen de trabajos realizados durante el primer período de cambio de régimen donde se utilizó un modelo de interés productivo y más adelante el laboratorio se centra en entender mejor el mismo problema pero ya saliéndose de los organismos modelo de investigación. A simple vista, en este caso las publicaciones acompañan el proceso de cambio de régimen vinculado con la transferencia, por lo que la *autonomía* relativa podría ser considerada como baja. Pero a la vez, esto podría verse relativizado porque también se mantienen líneas en aspectos más básicos del tema, sobre organismos modelo.

En cuanto a la *sinergia*, si bien se incorporan actividades de transferencia, estas no tienen una dimensión tan importante como el cambio en el perfil de las publicaciones y se debe en parte a la forma de relacionarse con el medio productivo (más patentes y convenios y menos servicios puntuales en comparación con el caso anterior) y a conservar líneas de investigación básicas como en el codirector del Caso 1. Es decir, existe una forma de relacionarse con el medio productivo que es diferente, intensa en ciertos aspectos, y coexiste con un gran caudal de publicaciones que se incrementa con el tiempo.



**FIGURA 3.** Gráficos de trayectorias del Caso 2. Se muestra el promedio ponderado de las actividades con línea sólida y sólo de las publicaciones con línea punteada. En la flecha se señala el punto en donde divergen ambas líneas

## V. Caso 3: La evolución es sabia, pero los científicos también lo son

Este tercer caso trata de un investigador con una amplia trayectoria y que ha logrado también patentar eventos transgénicos de relevancia agronómica. Es un laboratorio de doble dependencia entre CONICET y una universidad nacional del interior, especializado en la tolerancia al estrés biótico y abiótico de plantas. Emplazado en uno de los más importantes institutos de biología molecular de Argentina, el laboratorio fue uno de los primeros en el país en obtener una patente internacional sobre el tema y es un caso pionero para el aprendizaje en este sentido.

### V.1. Primeros pasos

El director del laboratorio es bioquímico de la misma casa de estudio donde desarrolla sus actividades. Realiza también su doctorado en la misma ciudad, vinculado a la caracterización bioquímica de una enzima clave en los procesos *redox* (reacciones químicas de óxido-reducción fundamentales para la vida) fotosintéticos. Más tarde, viaja a Alemania a hacer trabajos post doctorales, donde investiga temas de clonado molecular en plantas por el lapso de un año. Luego pasa a trabajar en una importante universidad de los Estados Unidos investigando la replicación de los cloroplastos a nivel molecular.

A inicios de los '90, regresa al país e ingresa a carrera del CONICET, y la universidad donde había realizado sus estudios le otorga un laboratorio pro-

pio. Su tema se centraba en estudios a nivel bioquímico de mecanismos de reacción de enzimas de plantas. Más tarde retoma el estudio de la enzima *redox* vinculada a su doctorado, logrando obtener importantes resultados sobre su estructura tridimensional, que tuvieron trascendencia internacional. Es recién en el 2002 cuando el investigador empieza a dedicarse de lleno al estrés en plantas.

## V.2. Una cosa lleva a la otra

Que haya llegado a trabajar en el estrés en plantas está íntimamente vinculado a haber trabajado en una proteína *redox* de la fotosíntesis (Zurbriggen *et al.*, 2010). En principio porque el estado *redox* de la planta es uno de los que se ve más afectado con el estrés en general, y las proteínas involucradas en estos mecanismos y sus sustratos son sensibles a esos cambios.

El laboratorio había estudiado una proteína que funcionaba como un sustrato similar para una de estas enzimas *redox*, pero que no existía en plantas. Cuando el laboratorio incorpora por medio de uno de sus becarios que retornaba del exterior, la capacidad de realizar técnicas de transformación en plantas, los investigadores tienen la idea de utilizarla para expresar alguna proteína en planta de las que ya tenían aisladas. La proteína que terminan utilizando es justamente este sustrato alternativo que no existía en plantas. Para sorpresa de los investigadores, la planta que expresaba esta proteína mostró una mayor resistencia a condiciones de estrés oxidativo. Esta proteína otorga a la planta resistencia a estreses múltiples debido a su rol fundamental en la fotosíntesis y a que no necesita de hierro para sintetizarse. Estas investigaciones le permitieron al laboratorio publicaciones de mucho impacto.

Los investigadores conocían el potencial que podía tener lo que acababan de encontrar y decidieron patentarlo. En esa época, año 2001 aproximadamente, el país pasaba por una enorme crisis que afectaba muy profundamente a todo el sistema científico tecnológico. Quien debió haber llevado a cabo las gestiones para patentar el descubrimiento es el titular del conocimiento que se genera en los laboratorios, en este caso el CONICET y la universidad. Ninguno de los dos poseía una política activa en la valorización del conocimiento en la forma de patentes ni tenía recursos suficientes para financiar el proceso administrativo en el exterior. Es esta razón la que llevó a los investigadores a buscar por su cuenta una forma alternativa de llevar a cabo esta tarea. Mediante un contacto con otro investigador que había logrado patentar pero en un ámbito muy diferente, es que logran contactarse con una empresa inglesa (la misma que en el Caso 2) e interesarla en el proyecto.

Una vez interesada la empresa, se llegó a un acuerdo donde patrocinaría la patente, se haría cargo de los gastos que faltaban para poder presentarla a condición de que se la licencie de forma exclusiva una vez aprobada por una suma de dinero simbólica, y además el laboratorio se haría cargo de futuros trabajos que requiriese el desarrollo del producto. En ese momento fue la universidad la que firmó los correspondientes convenios que llevaron a la patente y el CONICET no tuvo prácticamente participación. Aunque pueda juzgarse al acuerdo como inconveniente para el laboratorio, para los investigadores fue la única salida para poder patentar la invención en ese momento.

Años después la empresa consiguió un comprador al que licenciar la patente y eso dio lugar a una nueva etapa en el desarrollo de la innovación. Una vez que la patente fue licenciada a una empresa especializada en agrobiotecnología, se le empezaron a requerir al laboratorio el desarrollo de nuevos trabajos, entre ellos la transformación de plantas no modelo. El nuevo licenciamiento también significó la entrada por primera vez de beneficios económicos por el desarrollo de la innovación en forma de canon fijo. Esto puso nuevamente atención en los aspectos legales de la patente y el CONICET, que hasta el momento no había sido parte de los convenios a pesar de ser titular de la patente, empezó a intervenir. La razón por la que se interesa tardíamente no es sólo por los beneficios económicos. Hay que contextualizar también que en esos años (2008), el Consejo empezó a tener una política más activa y a dedicar más recursos en ese aspecto. Sin duda existió un proceso de aprendizaje en todos los actores, pero principalmente en el CONICET, que hasta el momento no tenía tantos convenios de ese tipo.

El laboratorio se embarcó también en la optimización del evento transgénico con el fin de extender el período de exclusividad de la patente. Esto llevó bastante más trabajo, lo cual extendió el período de exclusividad de la patente por siete años más y mejoró el valor biotecnológico de la innovación en términos de rindes.

Aunque el laboratorio se relacionó en gran medida con las empresas para el desarrollo del producto, fue la empresa licenciataria la que se encargó de realizar los últimos desarrollos en los modelos vegetales donde se obtienen los mejores rindes para su posterior comercialización.

Como conclusión de este desarrollo, se podría decir que para el laboratorio la patente requirió de numerosos esfuerzos, que lo llevaron a dedicar más de diez años al mismo tema. Los beneficios hasta la fecha son todavía potenciales debido a que los cánones pagados no son tan significativos como la participación en las ganancias del producto ya terminado.

### V.3. Más preguntas por responder

En la larga trayectoria del laboratorio, también se dedicó a otras experiencias de transferencia tecnológica, aunque se realizaron de forma más bien aislada y no involucraron tanto tiempo y esfuerzos como el desarrollo anterior.

En un caso, mediante el contacto de ex alumnos de la universidad con el director del laboratorio, se trató de encontrar un compuesto con actividad biocida, cuya existencia se suponía en base a conocimientos tradicionales. Si bien no era una pregunta científica interesante para la cartera de temas del laboratorio, el mismo tenía algunas capacidades para aislar el compuesto y caracterizarlo. Para tal fin el laboratorio pudo incorporar personal específico para el proyecto y se obtuvieron resultados que más tarde serían patentados.

La otra experiencia consistió en la producción de un insumo empleado en la fabricación de quesos, que en su momento era complicado de obtener de forma natural y muy costoso su sustituto recombinante. El laboratorio tenía las capacidades de expresar proteínas en sistemas bacterianos y el proyecto consistió en poner a punto la producción de esa proteína a nivel local. En este caso no se trató de una innovación porque el recombinante ya existía, pero tenía una utilidad económica. Para el laboratorio significó ingresos en una época complicada para la actividad científica (principios de la década del 2000) y la formación de recursos humanos.

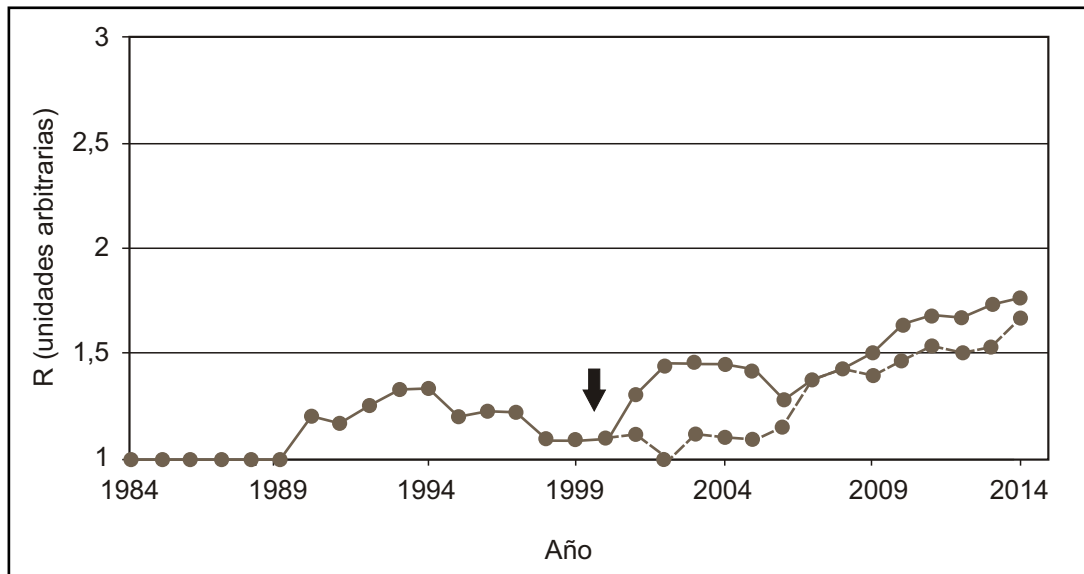
### V.4. Una trayectoria diferente

En este tercer y último caso, se ve una trayectoria bastante diferente a los casos anteriores, donde las actividades de transferencia han tomado un lugar distinto al de los otros casos dentro del laboratorio. Centrándose únicamente en las publicaciones (**Figura 4**), se puede notar que hasta el año 2005 las mismas pertenecían al régimen disciplinar. Recién en un período posterior, el laboratorio se orienta a publicaciones vinculadas con el medio productivo, lo que lo ubica con un valor de régimen más alto.

Para el laboratorio, entonces, las actividades de transferencia no ocupan un lugar importante, esto puede verse por la poca separación que se produce entre las líneas punteada y rellena en el gráfico. Por otro lado, éstas no son las que modifican el perfil del laboratorio, sino que las publicaciones son más importantes para el cambio de régimen. Se podría decir entonces que no existe una *sinergia* entre las actividades de transferencia, se mantienen solamente en períodos y de forma acotada.

En cuanto al total de publicaciones, si bien se mantiene siempre relativamente alto, se observa una caída centrada en el año 2002, que puede asociarse a una *tensión* entre los trabajos que implicaba la transferencia

tecnológica que comprometieron las actividades del laboratorio tendientes a publicar. Las publicaciones vinculadas a este proyecto recién aparecen años después y se observa como un cambio de régimen posterior. Esto muestra que son los proyectos de transferencia los que llevan al cambio de régimen, pero eso no quita que el laboratorio mantenga una amplia *autonomía* de selección de temas durante toda su trayectoria.



**FIGURA 4.** Gráficos de trayectorias del Caso 3. Se muestra el promedio ponderado de las actividades con línea sólida y sólo de las publicaciones con línea punteada. En la flecha se señala el punto en donde divergen ambas líneas.

## VI. Discusión

### VI.1. ¿Publicar o hacer transferencia? Niveles de decisión

Para responder a las preguntas que motivaron esta investigación es importante diferenciar las actividades orientadas a la transferencia de aquellas que lo están a la investigación, indagando acerca de qué motiva cada una de ellas, cómo pueden coexistir y los problemas asociados a ello.

Investigar requiere realizar publicaciones en revistas científicas como medio de obtener reconocimiento dentro del sistema científico, en particular dentro del CONICET<sup>10</sup>, al que pertenecen la mayoría de los investigadores. Eso no ha cambiado significativamente en el último tiempo ni en los casos estudiados y sigue predominando en las preocupaciones de los investigadores a la hora de decidir investigar para publicar.<sup>11</sup> En aquellos casos donde se llega a realizar transferencia, o al menos orientarse a temas más



aplicados, influyen una serie de factores que se evidencian en diferentes niveles de decisión que se asumen dentro del laboratorio. Identificamos al menos tres niveles de decisión bien diferenciados:

**-Seleccionar una línea de investigación.** El tema general es el que los investigadores deciden en su ingreso a carrera y corresponde a la línea de investigación que van a seguir. En todos los casos hubo una decisión consciente de elegir temas vinculados al agro por su afinidad con la actividad económica en el país y la posibilidad de conseguir mejores financiamientos. En el primer caso se estudian interacciones planta-bacteria entre las que hay posibles aplicaciones biotecnológicas y en el segundo caso se estudian factores de transcripción que puedan explicar la respuesta de las plantas a un problema agronómico relevante (adaptación al estrés), algo similar al Caso 3 que aplicó conocimientos básicos sobre proteínas de la cadena de transporte de electrones también al estrés. Se eligen temas que busquen responder preguntas de interés científico pero cuyo desarrollo puede llevar a posibles aplicaciones, en parte ajustándose a lo que se pretende desde las convocatorias de CONICET.

**-Seleccionar temas dentro de la línea.** Corresponde a un segundo nivel elegir qué se investiga dentro de esa línea y ahí sí hay una elección en torno a qué público se dirige. Las decisiones en este nivel son del tipo: qué especie vegetal usar, si una especie modelo o una especie de interés comercial; qué aspectos se quieren conocer, si únicamente el fenotipo o entender a nivel molecular cierto mecanismo. El factor determinante nuevamente es conseguir financiamiento, pero acá ya no es una decisión general sino particular y resulta en un compromiso real con las actividades. Por ejemplo, cuando en el Caso 1 se deciden probar ciertos aspectos sobre leguminosas, hay un compromiso por intentar algo alejado al tema principal pero que podría ser mucho más relevante a nivel tecnológico; en el Caso 2 es clara la decisión de usar organismos no modelo que tengan relevancia económica; y en el Caso 3 está la decisión de probar en plantas el conocimiento que se tenía de las proteínas *redox*.

**-Realizar una vinculación tecnológica.** Un último nivel de decisión es ya, si se quiere, buscar una vinculación tecnológica con un adoptante del conocimiento al que se le transferiría la tecnología. En todos los casos analizados se trata mayoritariamente de empresas del sector agropecuario nacional o internacional. Este nivel de decisión se refiere al grado de involucramiento que el laboratorio va a tener con el proceso de desarrollo de la innovación, si se va movilizar para venderla, o si sólo se va a limitar a empaquetar el conocimiento de la manera más simple y transferirlo.

Identificamos tres formas particulares de involucramiento en actividades de vinculación o transferencia tecnológica. Una de ellas es hacer **servicios puntuales** donde el involucramiento es limitado y se busca aprovechar las capacidades del laboratorio pero sin comprometer cambios en las líneas de investigación. Pueden funcionar como punto de partida para futuras **asociaciones** como sucede en el Caso 1 o la formación de recursos humanos financiados por esos servicios como sucede en el Caso 3.

La otra forma de realizar transferencia tecnológica es por medio de instrumentos de **propiedad intelectual** como patentes, como en el Caso 2 y 3. La toma de esta decisión es un asunto complejo por varios motivos. Primero porque los investigadores no siempre tienen conocimiento acerca de lo que se puede patentar o no, según se pudo ver. Aun siendo patentable y pudiendo obtener asesoramiento, los ensayos que implica desarrollar una patente para que su contenido sea lo más completo posible y se puedan demostrar las posibles aplicaciones, requieren mucho tiempo que los investigadores tienen que comprometer y no siempre sirve para publicar. La redacción de la patente implica también una capacidad que el investigador no tiene y debe contratar a profesionales externos. Tanto los ensayos, como la contratación de profesionales, como los gastos administrativos, implican una inversión que no necesariamente la patente va a compensar y por la que se requiere de recursos económicos específicos. Por esta razón, para un laboratorio que trabaja en las condiciones de periferia como es el caso de la Argentina, una decisión como patentar es sumamente compleja, que requiere casi necesariamente de socios.

Como último grado de involucramiento del laboratorio en las actividades de transferencia, es la decisión de pasar a una asociación a largo plazo con el adoptante de la tecnología. Esto se ve en la conformación de estrechas relaciones con empresas que se dan en todos los casos. Es una decisión compleja ya que puede traer diferentes inconvenientes. Por ejemplo en el Caso 1 aparecieron dificultades legales cuando se quisieron publicar resultados que involucraban a cepas empleadas en la asociación del PAE y tenían prioridad para ser usadas por la empresa. Otro inconveniente que se podría mencionar pertenece al Caso 3, donde el laboratorio se comprometió a continuar el desarrollo de la patente y eso terminó significando más trabajo de lo que se esperaba, demorando publicaciones y comprometiendo otras líneas. Al mismo tiempo, a través de esta vía el laboratorio participa más del desarrollo del producto y se obtienen mayores beneficios económicos.

En este nivel ya se habla de otro tipo de financiamiento, que puede llegar a ser remuneraciones en concepto de honorarios para los investigadores o

incorporación de recursos humanos. Se vuelve más relevante el contexto de la institución en la que se llevan a cabo los proyectos y las políticas nacionales de promoción de la ciencia y la tecnología, así como también la capacidad de las empresas y la situación económica del país. En la mayoría de los casos el Estado cumple un rol fundamental a la hora de cofinanciar estos proyectos y darle algún reconocimiento a las actividades que realiza el laboratorio.

Por último, es importante hacer una referencia a cómo los laboratorios van tomando estas decisiones y cuáles son las motivaciones más importantes en los casos analizados. En líneas generales, lo que se observa es que hay una voluntad por sostener agendas de investigación, ligadas a aspectos básicos del conocimiento y dirigidas a un público académico, más allá de las actividades vinculadas a la transferencia tecnológica. Lo que sucede es similar a lo que plantea Lemaine (2005) como «estrategias dobles», donde la línea de investigación disciplinar o básica es la segura y la línea de investigación aplicada es la riesgosa, vinculada a la innovación.

Los investigadores, por su formación, están mayormente influenciados a seguir líneas de investigación que interesan al ámbito académico y por eso todas las trayectorias arrancan desde lo disciplinar. Por otro lado, existen mecanismos que los retienen en el ámbito disciplinar que se enmarcan en el fenómeno de ciencia hipernormal<sup>12</sup>. Pero una vez que se van tomando decisiones que empiezan a orientar al laboratorio al sector productivo, se empieza a poner en riesgo la pertenencia al régimen disciplinar. Es allí donde la decisión es entre mantener separadas las líneas de investigación u orientarse completamente. En todos los casos estudiados se conserva en algún aspecto la línea de investigación original. Esto sirve al laboratorio de resguardo ante los vaivenes del sector productivo, y permite a los investigadores mantener colaboraciones con el extranjero, realizar publicaciones en revistas científicas, avanzar en la carrera de investigador y obtener algunos financiamientos.

Lo interesante es que cada tipo de tema tiene fuentes de financiamiento distintas: para temas básicos se pueden obtener recursos de convenios internacionales, subsidios del CONICET y PICT (Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica) del ANPCyT, y para transferencia PAE de ANPCyT, o convenios directos con empresas sin financiamiento o cofinanciados por las universidades u otras instituciones. La conveniencia, entonces, de sostener más de una línea de investigación está ligada con la posibilidad de diversificar las fuentes de financiamiento, reducir la competencia, tener más posibilidades de obtener dinero para las investigaciones y, de alguna manera, se comple-

mentan las líneas. Puede que una línea más aplicada obtenga beneficios de mayor cantidad de dinero mientras que las líneas de investigación más ligada al régimen disciplinar aporten publicaciones y avances en la carrera de investigador.

## VI.2. Consideraciones finales

En todos los casos analizados se puede ver que existe un cambio de régimen que los lleva de uno disciplinar a uno transitorio, investigaciones básicas e insertadas en agendas científicas globales que luego diversifican incluyendo transferencia de tecnología. Como se dijo, las estrategias apuntaron todas a estabilizarse en un valor medio de régimen, donde se comprometen de diferentes maneras las actividades de investigación con las de transferencia.

El presente trabajo aplica por primera vez una metodología para cuantificar categóricamente las actividades de los laboratorios y elaborar un índice que, en el tiempo, muestra de forma gráfica las transiciones entre regímenes de investigación propuestos por Shinn.

La otra alternativa que no fue explorada en los casos de estudio y es importante diferenciar, es la del laboratorio completamente orientado a la transferencia tecnológica. Desde allí deberían ser otras las estrategias que se articulan, otras las formas de evaluación y otros los valores que se ponen en juego a la hora de tomar decisiones sobre cómo articular con la investigación científica. La realidad muestra que ninguno de los ámbitos tiene la «fórmula del éxito» y por eso fue importante indagar en las trayectorias y estrategias específicas de cada tipo de casos.

En el ámbito académico existen proyectos de investigación científica con y sin potencial para la transferencia tecnológica. Lo que resulta problemático para las fuentes de financiamiento orientadas a tal fin es poder diferenciar entre unos y otros. En los casos estudiados, los financiamientos públicos fueron importantes a la hora de tomar decisiones en cuanto a la orientación de la investigación, aunque generalmente son posteriores al inicio de la relación con los privados. Mientras tanto, los investigadores se valieron de sus propios subsidios de investigación, que no fueron originalmente pedidos para realizar actividades tendientes a la transferencia.

Pareciera que los financiamientos no son condición suficiente para apoyar la transición de los laboratorios entre los diferentes regímenes. A esto se suma un sistema de evaluación de la práctica científica, altamente burocratizado y centrado en la generación de indicadores sobre publicación de *papers*, que profundizan las tendencias científicas de los investigadores (Kreimer, 2015). Esto muestra que existe una falencia de apoyo a proyectos

de potencial transferencia que, hasta ahora, se mueven únicamente en el ambiente de la ciencia disciplinar y, si no es por la voluntad de los investigadores, difícilmente salgan de ese ámbito. Los PAE son una muestra de que tampoco se pueden forzar las vinculaciones con empresas y obtener productos exitosos si no hay previamente algo que tenga el valor suficiente para salir al mercado con éxito. Sí es condición necesaria la toma de decisiones previas en la conformación de las agendas y la existencia de voluntad de los investigadores de llevar adelante proyectos de transferencia a partir de resultados promisorios que no necesariamente formaban parte de los objetivos de la investigación.

Como aporte de este trabajo a las posibilidades de diferenciar proyectos enmarcados en lo disciplinar que puedan lograr transferencia tecnológica, se pueden señalar algunos puntos: la cercanía a la frontera de conocimiento de algunas investigaciones mostró que trae ventajas a la hora de empaquetar el conocimiento (patentar) y facilitar el posicionamiento como líder local en el tema, lo que a su vez convierte al laboratorio en referente para los empresarios interesados en la innovación. Otra característica que puede ser importante es el uso de organismos no modelo en la investigación, al menos en lo que respecta al dominio de estudio. Esta elección resulta en menor competencia por el tema y mayores posibilidades de innovación debido a que tales descubrimientos pueden ser más importantes para la actividad productiva, tener una mayor utilidad a nivel local y mayor interés por socios tecnológicos. Cuestiones que no suceden generalmente cuando se utilizan modelos estandarizados a nivel global, que tienen un público enriquecido principalmente por actores del ámbito disciplinar.

Todo esto es posible, al menos, en la agrobiotecnología donde existe un sistema productivo local con algunas capacidades de demandar y absorber tecnología de frontera producida localmente por laboratorios públicos. Para aquello que el sistema local no puede absorber, existen otras empresas internacionales que se interesan por los desarrollos, apropiándose de la tecnología o funcionando como socios en el exterior. Esto último presenta desafíos en cuanto a cómo se puede fomentar la investigación científica con potencial transferencia desde la política pública y qué puntos débiles existen en el entramado productivo local y resulta necesario mejorar.

## Notas

1. Para los efectos de este trabajo nos centraremos en transferencias mediadas por algún tipo de instrumento formal como un acuerdo o contrato entre partes. Ese acuerdo puede estar intermediado por instrumentos de Propiedad Intelectual (Patentes de Invención, Modelos de Utilidad, Modelos y diseños industriales, etc.), en cuyo caso el acuerdo es un contrato de licencia esencialmente. También puede no mediar un instrumento de propiedad intelectual y consistir en acuerdos de transferencia de *know-how*, acuerdos de asistencia técnica, consultoría, servicios. En estos casos, puede mediar en esta relación la conformación de un consorcio o la firma de acuerdos de confidencialidad entre las partes (Lowenstein y Hermida, 2013). [Volver al texto](#)
2. Mientras que el gasto en Ciencia y Tecnología en el año 2011 fue de U\$S 5240,99 millones, en 2001 fue de U\$S 1583,10 a paridad de poder de compra (RICYT, 2014). [Volver al texto](#)
3. Originalmente el autor (Shinn, 2000) presenta tres regímenes de investigación que son disciplinar, transitorio y transversal. Más tarde son cuatro regímenes que incluyen también el utilitario (Shinn, 2002) y posteriormente el autor también menciona un régimen de investigación-tecnológica (Markovich y Shinn, 2012). Para los efectos de esta investigación se toman solo los tres que se indican por una cuestión de simplicidad y coincide con el resumen que hace Vinck (Vinck, 2014). [Volver al texto](#)
4. Un buen estudio de otros casos sobre biotecnología pero que ya tiene varios años de vigencia está en Vaccarezza y Zabala (2002). [Volver al texto](#)
5. Dentro de la diversidad de fuentes, cada una tiene sus ventajas y desventajas a nivel analítico (D'Onofrio y Gelfman, 2009), considerando que se pueden usar desde bases de datos de patentes y publicaciones científicas, hasta bases normalizadas de *Curriculum Vitae*. También se puede usar una combinación de fuentes que vayan complementando la información, como se realizó en este trabajo. [Volver al texto](#)
6. Se entiende que los productos de tipo publicaciones en revistas científicas y capítulos de libro, no pueden ser de régimen utilitario (R3), por eso se omite esa posible tercer clasificación. [Volver al texto](#)
7. En el mismo sentido que la nota anterior, las actividades de transferencia solo pueden pertenecer al régimen utilitario (R3) y no es necesario considerar las otras clasificaciones. [Volver al texto](#)
8. Para más información sobre este tipo de financiamiento consultar la web de la ANP-cyT (2006). [Volver al texto](#)
9. Ambos datos fueron obtenidos de la base de datos de PubMed utilizando como criterio de búsqueda el nombre de la directora del laboratorio como autora y el nombre de la familia de genes en el título o *abstract*, en el primero de los casos. Para el segundo de los casos se agregó como criterio la presencia de la palabra «*sunflower*» en el mismo apartado. Consultado en enero de 2015. [Volver al texto](#)

10. Los científicos necesitan publicaciones en el CONICET para aprobar informes y aspirar a promociones dentro de la carrera de científico.
11. Existen iniciativas dentro del CONICET para cambiar esta realidad y valorar otras actividades, por ejemplo con la creación de todo un nuevo espacio de evaluación de Informes para aquellos investigadores de la Carrera del Investigador Científico que realizan actividades en el marco de Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs). Para más información ver web Conicet (2016)
12. Lo que Lemaine (2005) denomina como ciencia hipernormal es el fenómeno consistente en la escasa toma de riesgo por parte de los investigadores y hace referencia al concepto de «ciencia normal» de Kuhn.

## Referencias bibliográficas

- ANPCyT (2006). *Convocatoria IP PAE 2006*. Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Disponible en: < <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/convocatoria/189> > [9 de abril de 2016]
- ARIEL, D. F.; MANAVELLA, P. A.; DEZAR, C. A.; CHAN, R. L. (2007). The true story of the HD-Zip family, en: *Trends in Plant Science*, 12(9): 1360-1385.
- BARANDIARÁN, S., y D'ONOFRIO, M. G. (2013). Construcción y aplicación de una tipología de perfiles de diversidad profesional de los investigadores: aportes al Manual de Buenos Aires (pp. 75-85). En: BARRERE, R. E. (dir). *El Estado de la Ciencia: Principales indicadores en Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos*. Buenos Aires: RICYT.
- BARBER, B., y FOX, R. (1958). The case of the floppy-eared rabbits: An instance of serenity fained and serenity lost, en: *American Journal of Sociology*, 64(2):128-136
- CASALET, M. (2010). *Mitos y realidades en la transferencia de conocimientos en América Latina*. VII Jornadas Latinoamericana- nas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE). Disponible en: < [http://www.esocite2010.escyt.org/download\\_ponencia.php?file=Casalet%20ESOCITE%20Mitos%20y%20realidades%20en%20la%20transferencia%20de%20conocimiento1276897348.doc&Code=oyqp9kson58y5iqxecvwsoxr8m-58fib3zrox2q643nozjhdtoexyh6iwoq](http://www.esocite2010.escyt.org/download_ponencia.php?file=Casalet%20ESOCITE%20Mitos%20y%20realidades%20en%20la%20transferencia%20de%20conocimiento1276897348.doc&Code=oyqp9kson58y5iqxecvwsoxr8m-58fib3zrox2q643nozjhdtoexyh6iwoq) > [11 de abril de 2016].
- CHUN, C. L. (2007). Modeling the Technology Transfer to Taiwan from China, en: *International Research Journal of Finance and Economics*, 7:48-518
- CODNER, D. (2011). Alcances, resultados e impacto del FONCYT entre 2006 y 2010 (pp. 133-181). En: PORTA, F. y LUGONES, G. *Investigación científica e innovación tecnológica en Argentina. Impacto de los fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica*. Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- CODNER, D., BECERRA, P., y DIAZ, A. (2012). Blind Technology Transfer or Technological Knowledge Leakage: A case Study from

- the South, en: *Journal of Technology Management and Innovation*, 7(2):184-195.
- CONICET (2016). *Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTS)*. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Disponible en: < <http://vinculacion.conicet.gov.ar/pdts-3/> > [9 de abril de 2016]
- DAVID, P., y FORAY, D. (2002). Una introducción a la economía y a la sociedad del saber, en *Revista Internacional de las Ciencias Sociales* 171:7-28.
- D'ONOFRIO, M. G., y GELFMAN, J. (2009). Fuentes de información para el análisis de resultados e impactos de programas de becas de posgrado ciencias e ingeniería en Iberoamérica, en: *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4(12):103-130.
- EISENHARDT, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research, en: *Academy of Management Review*, 14(4):532-550.
- GALLART, M. A. (1993). La integración de métodos y la metodología cualitativa. Una reflexión sobre la práctica de la investigación (pp. 107-149). En: FORNI, D. G., *Métodos Cualitativos II. La Práctica de la Investigación*. Buenos Aires: CEAL.
- KREIMER, P. (2006). ¿Dependientes o Integrados?: La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo, en: *Nómadas*, 24:199-212.
- KREIMER, P. (2015). Los mitos de la ciencia: desventuras de la investigación, estudios sobre ciencia y políticas científicas, en: *Nómadas*, 52 :33-51.
- LEMAINE, G. (1969). La lutte pour la vie dans la cité scientifique, en: *Revue française de sociologie*, 10(2):139-165.
- LEMAINE, G. (2005). Ciencia Normal Y Ciencia Hipernormal. Las Estrategias de Diferenciación y las Estrategias Conservadoras en la Ciencia, en: *REDES*, 11(22):117-151.
- LEVIN, M. (1993). Technology Transfer as a Learning and Development Process: An Analysis of Norwegian Programmes on Technology Transfer, en: *Technovation*, 13(8):497-518
- LOWENSTEIN, V., E., H., y HERMIDA, N. (2013). *Guía de Buenas Prácticas en Gestión de la Transferencia de Tecnología y de la Propiedad Intelectual en Instituciones y organismos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Buenos Aires: MinCyT.
- MARKOVICH, A. y SHINN, T. (2012). Regimes of science production and diffusion: towards a transverse organization of knowledge, en: *Scientiae Studia*, 10:33-64.
- MASKUS, K. E. (2003). *Encouraging International Technology Transfer*. Génova: ICTSD/UNCTAD
- MARTÍNEZ DE ALBA, A., MORENO, A., GABIEL, M., MALLORY, A., CHRIST, A., BOUNON, et al. (2015). In plants, decapping prevents RDR6-dependent production of small interfering RNAs from endogenous mRNAs, en: *Nucleic Acid Research*, 43(5):2902-2913.
- PANDEY, G. (2011). Model organism used in molecular biology or medical research, en: *International Research Journal of Pharmacy*, 2 (11):62-65.
- PELLEGRINI, P. (2013). *Transgénicos: ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*. Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- RICYT. (2014). *Indicadores por país, Argentina*. Red de Indicadores de Ciencia y



- Tecnología - Iberoamericana e Interamericana. Disponible en: < <http://db.ricyt.org/query/AR/1990,2011/calculados> > [12 de diciembre de 2014]
- SHINN, T. (2000). Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale, en : *Revue française de sociologie*, 41(3) :447-473.
- SHINN, T.(2002). The Transverse Science and Technology Culture: Dynamics and Roles of Research-technology. Social Science Information, en: *Social Science Information*, 41(2):207-251.
- SHINN, T., y LAMY, E. (2006). Paths of commercial knowledge: Forms and consequences of university–enterprise synergy in scientist-sponsored firms. *Scientiae Studia*, 4(3):485-508.
- STAKE, R. (1995). *Investigación con estudios de caso*. Madrid: Ediciones Morata.
- VACCAREZZA, L., y ZABALA, J. P. (2002). *La construcción de la utilidad social de la ciencia: Investigadores en biotecnología frente al mercado*. Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- VINCK, D. (1992). *Du laboratoire aux réseaux. Le travail scientifique en mutation*. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes.
- VINCK, D. (2014). *Ciencia y Sociedad*. Barcelona: Gedisa.
- WALL, L. G. (2005) *Plantas, bacterias, hongos, mi mujer, el cocinero y su amante: sobre interacciones biológicas, los ciclos de los elementos y otras historias*. Buenos Aires: Siglo XXI editores.
- YIN, R. (1984). *Case Study Research. Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage.
- ZURBRIGGEN, M.D., CARRILLO, N., HAJIREZAEI, M. R. (2010) ROS signaling in the hypersensitive response: when, where and what for?, en: *Plant Signal & Behaviour*. 5(4):393-396.