

PORTADA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Título: LA CIENCIA NECESITA MAS QUE FINANCIAMIENTO

Autores: Javier M. Ekboir, javierekboir@gmail.com

Gabriel H. Parellada gparellada@gmail.com

Ezequiel M. Rivarola rivarola.ezequiel@inta.gob.ar

Área temática: Sistemas de innovación, política de innovación

LA CIENCIA NECESITA MÁS QUE FINANCIAMIENTO

Resumen

En muchos países en desarrollo, incluida Argentina, la discusión sobre la política científica se centró en el financiamiento público. Experimentando restricciones presupuestarias, los organismos públicos de investigación reclamaron casi exclusivamente más fondos públicos o buscaron cómo financiarse de fuentes alternativas, en general, con resultados pobres. Si bien el financiamiento es importante, éste es solo una parte de un problema más complejo que incluye nuevos modos de organización de la ciencia (incluida la globalización), nuevas formas de gobernanza, la integración de científicos en redes nacionales e internacionales de investigación e innovación y la creciente participación del sector privado. Por eso, la falta de financiamiento es insuficiente para explicar los resultados de las políticas científicas. Para sustentar nuestro argumento analizamos primero dos casos vinculados al sector agropecuario argentino: el arroz Puitá, desarrollado en el ámbito del INTA y el desarrollo de la siembra directa en Argentina. La gestión de la ciencia, incluidos los mecanismos de financiamiento, debe tener en cuenta las características especiales de estas actividades: (a) una gran incertidumbre, (b) bastante tiempo para obtener resultados, (c) se requiere la colaboración entre actores académicos y no académicos con diferentes capacidades, (d) son acumulativas y (e) las investigaciones públicas y privadas son a la vez complementarias y competitivas entre sí.

Palabras clave

Financiamiento, políticas científicas, redes nacionales e internacionales, interacción pública privada, gobernanza, calidad de la investigación

1 Introducción

El financiamiento público de la investigación se discutió repetidamente en Argentina durante los últimos 40 años, especialmente en momentos de presupuestos bajos. Mayormente los argumentos se centraron en las dificultades para mantener las investigaciones en curso y en general, no incluyeron otras dimensiones de la organización de la ciencia que determinan la eficiencia del uso de los recursos financieros, como la estabilidad y previsibilidad de los fondos, la gobernanza, la calidad de las investigaciones, la rendición de cuentas, la planificación de largo plazo y la inserción en el sistema científico internacional y en el sistema nacional de innovación. Este trabajo analiza algunas de estas dimensiones revisando experiencias de otros países y del INTA de Argentina y concluye con recomendaciones para mejorar la gestión de la ciencia.

Las caídas del financiamiento público en el país llevaron a los investigadores y autoridades de las organizaciones de investigación a explorar fuentes alternativas de financiamiento, con resultados muy variables. Algunos equipos de investigación fueron muy exitosos en captar recursos externos mientras que las administraciones centrales de las organizaciones en general lo fueron mucho menos. Por eso, los ejes de la discusión evolucionaron poco. Por ejemplo, el INTA organizó en 1996 y en 2019 dos seminarios con expertos nacionales e internacionales con exactamente la misma agenda: la búsqueda de nuevas fuentes de fondos y se propusieron acciones similares a

pesar de que en esos 20 años la gestión de la ciencia y las fuentes de financiamiento cambiaron profundamente. Debe notarse, además, que en el periodo entre los seminarios en Argentina se lograron pocos avances en el tema.

Por el otro lado, en los periodos de expansión rápida del financiamiento las organizaciones de investigación tienen problemas para gastar adecuadamente los nuevos recursos porque sus actividades requieren capacidades e inversiones que sólo pueden construirse con planificación e inversiones sostenidas a lo largo de varios años. Un resultado negativo de la variabilidad del financiamiento público es la dificultad para desarrollar capacidades organizativas y nuevas áreas de investigación, lo que es fundamental dado el rápido avance de la ciencia.

La Argentina no estuvo sola en este debate sobre el financiamiento de la ciencia; de hecho, se dio en casi todos los países, especialmente aquellos con sistemas de investigación consolidados (ver, por ejemplo, ESFRI 2018; Teitelbaum 2014; Stephan 2012; Altbach y Salmi 2011). A diferencia de estos países, en Argentina los cambios en la gestión de la ciencia fueron parciales por lo que algunos equipos de investigación se consolidaron y alcanzaron estándares internacionales mientras que otros se mantienen a niveles bajos. Los equipos que se consolidaron pudieron hacerlo porque se dio una conjunción de factores: líderes que podían guiar equipos de trabajo y conseguir recursos extrapresupuestarios, investigadores de calidad integrados al sistema científico nacional e internacional, métodos de investigación que involucraban activamente a socios académicos y no académicos como empresas privadas y productores agropecuarios y la posibilidad de mantener líneas de trabajo que los investigadores consideraban prometedoras a pesar de, en algunos casos, la oposición de las organizaciones en las que trabajaban. Esto último fue posible, entre otros factores, porque los mecanismos internos de evaluación no funcionaban adecuadamente, lo que permitió a los investigadores incursionar en áreas nuevas de conocimiento fuera de las prioridades organizacionales, pero también permitió la supervivencia de investigadores poco productivos.

La gestión de la ciencia, incluidos los mecanismos de financiamiento, debe tener en cuenta las características especiales de estas actividades: (a) una gran incertidumbre respecto de la posibilidad de obtener resultados y del valor económico y social de los mismos, (b) se requiere bastante tiempo para obtener resultados y aún más para observar su utilidad, (c) las investigaciones normalmente requieren la colaboración entre actores académicos y no académicos con diferentes capacidades, (d) son acumulativas en el sentido de que los resultados se basan en desarrollos previos y (e) las investigaciones públicas y privadas son a la vez complementarias y competitivas entre sí (Mazzucato y Semieniuk 2017)

Recién en las dos últimas décadas y en forma muy lenta, varios entes financiadores comenzaron a reconocer estas especificidades. Hasta la década del 80 la mayor parte del financiamiento de la ciencia se hacía mediante transferencias directas del tesoro a las organizaciones de investigación con muy pocos controles sobre su uso. En la década del 90 se pusieron de moda los fondos competitivos, normalmente implementados por un único equipo de investigación de una sola organización dentro de una sola disciplina. La justificación de este cambio fue un mayor control social sobre las actividades de investigación y el aumento de su eficiencia (Vera-Cruz et al. 2008). Sin embargo, estos cambios no tuvieron los resultados esperados. A partir del comienzo del siglo XXI los financiadores comenzaron a explorar políticas científicas que reconocían la complejidad de la ciencia. Esto derivó en una diversidad de mecanismos de financiamiento que incentivaban diferentes formas de organización de las investigaciones científicas; por ejemplo, se promovieron enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios, la integración de redes internacionales, la colaboración con empresas, la construcción de grandes obras de infraestructura científica, la

exploración de nuevas áreas del conocimiento o el desarrollo de regiones geográficas específicas (ESFRI 2018; Stephan 2012).

En Argentina los cambios fueron más modestos, especialmente en los programas del CONICET y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. En el caso del INTA, los cambios fueron todavía más modestos. A pesar de las debilidades institucionales, se consolidaron algunos equipos de alta calidad.

La sección 2 presenta los principales argumentos en la discusión actual a nivel global sobre el financiamiento de la ciencia y sobre cómo los diferentes modelos impactan sobre las investigaciones. La sección 3 revisa las diferentes fuentes de financiamiento del INTA y analiza la evolución de las transferencias del gobierno nacional. La sección 4 discute el papel que jugaron los arreglos organizacionales, incluidos los mecanismos de financiamiento, en el desarrollo de dos innovaciones de alto impacto en la agricultura argentina e internacional: el arroz Puitá y la siembra directa desde la década del 70. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones.

Para este trabajo se usó información secundaria (trabajos especializados y series estadísticas) así como información primaria recolectada mediante entrevistas semi-estructuradas con investigadores y autoridades del INTA y talleres con investigadores del Instituto.

2 Tendencias en el financiamiento de la ciencia a nivel mundial y su influencia sobre la organización de la ciencia

El análisis del financiamiento en los sistemas de investigación debe considerar no sólo los montos sino también su variabilidad, las fuentes y los mecanismos de asignación, qué rubros se financian, la gobernanza y los incentivos ofrecidos a los investigadores y autoridades, especialmente los estándares de calidad (ESFRI 2018; Altbach y Salmi 2011).

2.1 El panorama actual del financiamiento de la ciencia a nivel global

Las fuentes de financiamiento de la investigación pública se diversificaron en las últimas décadas en todo el mundo. Tradicionalmente, la investigación se financiaba mayormente con aportes del gobierno nacional y/o gobiernos estatales ya sea como asignaciones directas sin restricciones o como fondos para proyectos específicos (Stephan 2012). En el caso de la investigación agropecuaria, varios países establecieron mecanismos financiados por los productores pero los resultados no fueron uniformes; por ejemplo, funcionaron en EE.UU. y Australia pero no en el Reino Unido y Holanda (Heisey y Fuglie 2018).

En las últimas dos décadas, las empresas privadas aumentaron fuertemente sus inversiones en investigación, tanto en sus equipos propios como en organizaciones públicas (Archibugi y Filippetti 2016; Heisey y Fuglie 2018). Otras dos fuentes de financiamiento que aumentaron su importancia en este milenio fueron las contribuciones filantrópicas (Callahan 2017) y los capitales de riesgo y ángel. Estas fuentes son muy importantes no solo por los montos que invierten sino también porque los concentran en unas pocas áreas de investigación además de invertir en lobby para definir las agendas de investigación de todo el sistema, es decir, para influir en las decisiones de los otros financiadores (Callahan 2017; Goldfarb 2008). Sin embargo, son pocas las organizaciones de investigación que desarrollaron las capacidades adecuadas para captar cantidades importantes de recursos fuera del sector público, y aun en estos casos, estos aportes fueron una parte menor del presupuesto de la organización, con el agregado que estos fondos normalmente tienen restricciones muy importantes para su uso (Foster 2014).

Otra fuente de financiamiento que se ha discutido mucho es la comercialización de la propiedad intelectual generada por las organizaciones de investigación; a pesar de su potencial, los beneficios pocas veces han sido importantes además de que la estrategia puede resultar muy cara por los costos de patentamiento y de control de cumplimiento de los contratos (Foster 2014).

En Argentina la investigación pública agropecuaria se financió mayormente con asignaciones directas del gobierno nacional, impuestos a las importaciones y en algunos periodos con aportes obligatorios de los productores en la forma de un impuesto a las exportaciones de bienes agropecuarios. Unas pocas empresas privadas también financiaron investigaciones y actividades de validación. Se calcula que en Argentina el 70% de la inversión en investigación es aportado por el sector público, mientras que el sector privado contribuye el 30% restante (OCDE 2018); la participación privada es más baja que en otros países con agriculturas desarrolladas (Heisey y Fuglie. 2018) pero para evaluar si es insuficiente hay que tener en cuenta la globalización de las cadenas productivas. Las empresas transnacionales en general concentran sus investigaciones en unos pocos laboratorios centrales y distribuyen los resultados en todo el mundo; de esta manera, los productores argentinos acceden a tecnologías similares que sus pares de otros países.

2.2 La variabilidad del financiamiento de la ciencia y sus consecuencias

El financiamiento de la ciencia ha sido muy variable en todo el mundo. Estas variaciones generaron periodos de expansión y contracción que cambiaron fuertemente el funcionamiento de los sistemas de investigación (Teitelbaum 2014; Stephan 2012). Desde fines de la década del 90 en EE.UU. en las fases de expansión las organizaciones de investigación no tenían restricciones en cómo usaban los fondos adicionales; entonces, para aumentar su competitividad en la captación de nuevos recursos estas organizaciones invirtieron principalmente en la contratación de investigadores muy reconocidos a los que les construyeron nuevos laboratorios y les financiaron equipos de trabajo importantes. La falta de control en el uso de los fondos permitió un crecimiento desbalanceado del sistema. Por ejemplo, los investigadores senior pudieron contratar una gran cantidad de postdoctorantes y doctorantes, lo que aumentó la formación de científicos jóvenes. Como no se crearon suficientes posiciones para estos investigadores una vez que estaban formados, muchos tuvieron que seguir como postdoctorantes por más tiempo que lo que se estilaba dos décadas atrás o desistir de desarrollar una carrera académica (Stephan 2012). Los costos personales, sociales y económicos resultantes de haber preparado investigadores que después no pudieron investigar han sido poco analizados pero se consideran sustanciales (Teitelbaum 2014). En cambio, la Comunidad Europea planificaba (y hoy todavía sigue planificando) el desarrollo de su sistema de investigación con horizontes de 20 o más años y esos planes sirven de referencia a los países miembros en todos los aspectos de las políticas científicas, incluido el financiamiento y el uso de recursos públicos (ESFRI 2018).

Otros tres problemas de la variabilidad del financiamiento son que (a) se debilitan las políticas científicas ya que los gobiernos no pueden definir las agendas de investigación y disminuye la capacidad de las organizaciones públicas para desarrollar colaboraciones con socios académicos y no académicos, (b) la proporción de los costos fijos aumenta fuertemente en las organizaciones de investigación porque cuando cae el financiamiento lo primero que se corta son los fondos operativos, mientras que los costos de personal son más estables, especialmente cuando el empleo está protegido por los regímenes del sector público y (c) se resienten las inversiones en infraestructura y equipamiento (Cruz-Castro y Sanz-Menéndez 2015).

2.3 Mecanismos de financiamiento de las organizaciones públicas de investigación

Tradicionalmente, el financiamiento de la investigación se realizaba por medio de asignaciones directas del gobierno central a las organizaciones, sin ningún tipo de restricciones o controles. A partir de la década del 90 aumentó fuertemente el uso de los mecanismos de financiamiento competidos (Vera-Cruz et al. 2008). Ambos sistemas tienen sus ventajas y desventajas. Las asignaciones directas permiten a los investigadores desarrollar programas de investigación de más largo plazo y de mayor riesgo; además, reducen los costos de transacción de tener que preparar y revisar propuestas de investigación con baja probabilidad de aprobación y de reportar a los financiadores. El mayor problema de las asignaciones directas es que los investigadores no tienen que rendir cuentas por lo que investigan ni de la calidad de sus investigaciones. Además, como los fondos son en general manejados por los jefes de equipo, es más difícil para los investigadores jóvenes desarrollar sus líneas de investigación propias.

Mientras que en EE.UU. la investigación científica se realiza mayormente en universidades, en varios países europeos se ubica en institutos públicos de investigación, como el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y el Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) en Francia y el Instituto Max Planck en Alemania. Pero muchos investigadores de estos institutos también son docentes en universidades y muchos laboratorios están ubicados físicamente en universidades, lo que resultó en la creación de unidades mixtas. Como la mayor parte de los recursos provenían de asignaciones a los institutos, los investigadores no tenían que buscar fondos y estos se asignaban muchas veces sin considerar la calidad de las investigaciones. Estos mecanismos han cambiado en los últimos años por el aumento del uso de fondos competitivos (Stephan 2012) o por la creación de mecanismos alternativos de control (Federal Ministry 2017).

Dos mecanismos de financiamiento que se están usando crecientemente son la creación de centros de excelencia y los “grandes desafíos”. Si bien los detalles difieren en cada caso, el elemento común de estos mecanismos es que uno o más organismos nacionales o supranacionales financian un proyecto de mediano o largo plazo que involucra a varias organizaciones académicas y a veces no académicas para abordar problemas específicos de importancia económica o social. La diferencia con los fondos competitivos es que estos mecanismos son más ambiciosos y financian actividades para formar los consorcios de investigación, las que pueden durar varios años; el elemento común es la existencia de mecanismos de evaluación desde las primeras etapas de formulación del proyecto hasta varios años después de la finalización (ESFRI 2018; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2017; Malkamäki et al. 2001).

Una característica de los sistemas de investigación más desarrollados es la concentración del financiamiento en unas pocas organizaciones y equipos de trabajo que tienen una historia exitosa de conseguir financiamiento (Laudel 2005; García y Sanz-Menéndez 2005). Esta tendencia se consolidó, por ejemplo, en Europa y China que invirtieron fuertemente para fortalecer sus sistemas de investigación con el objetivo de que pudieran competir con las organizaciones de elite mundial; el aumento del financiamiento fue complementado con otras acciones que flexibilizaron la forma en que se hacía ciencia en estas organizaciones (McCann y Ortega-Argilés 2016; Teitelbaum 2014; Altbach y Salmi 2011).

En los países con sistemas de investigación menos consolidados la inestabilidad del financiamiento tuvo otra consecuencia importante. Unos pocos investigadores consolidados pudieron establecer conexiones internacionales o empresariales y obtener financiamiento fuera de las estructuras de sus organizaciones. De esta manera, se debilitaron las agendas de investigación formales de las

organizaciones y su portafolio de investigación resultó una estrategia emergente fuera del control de las autoridades. Como se verá más adelante, este fue el caso del INTA.

2.4 Financiamiento de la investigación e incentivos a los investigadores

Los mecanismos de financiamiento tienen una gran influencia sobre qué se investiga y cómo, por lo que son un componente importante del conjunto de incentivos ofrecidos a los investigadores. Por ejemplo, tanto EE.UU. como la Comunidad Europea tienen programas dedicados a investigaciones transdisciplinarias, temas específicos o regiones particulares.

Una tendencia que se está expandiendo es ligar el financiamiento a evaluaciones de desempeño. Tradicionalmente los sistemas de investigación más consolidados, especialmente en los países anglosajones, no tenían sistemas de evaluación centralizados pero las organizaciones más fuertes tenían estándares de calidad muy estrictos administrados por los propios departamentos de investigación. Esto funcionaba porque todos reconocían que los investigadores menos productivos afectaban negativamente la reputación del conjunto. En la mayoría de los países, en cambio, los investigadores del sector público estaban encuadrados en el régimen de la administración pública con muy pocas exigencias de calidad (Stephan 2012). A partir del comienzo de la década del 90 Europa y China introdujeron mecanismos para fortalecer sus sistemas de investigación, incluyendo flexibilización de los regímenes de contratación de investigadores, estándares claros de productividad y evaluaciones externas de la calidad (ESFRI 2018; Federal Ministry 2017; Altbach y Salmi 2011).

Un problema de usar el financiamiento externo en evaluaciones es que la capacidad de conseguir fondos depende en gran medida de los fondos conseguidos anteriormente y de las relaciones personales que los investigadores establecen con los financiadores, donde la calidad de los investigadores tiene una importancia relativa (Callahan 2017; Goldfarb 2008; Laudel 2006) y del ambiente de trabajo, es decir, de la calidad de los colegas y del equipamiento disponible (Stephan 2012). El resultado es que el financiamiento externo tiende a concentrarse en una proporción pequeña del total de investigadores. Un mecanismo usado en los sistemas de investigación más consolidados para contrarrestar esta tendencia es la diversificación de mecanismos de financiamiento.

A diferencia de los sistemas de investigación más fuertes, en los países en desarrollo las organizaciones públicas de investigación se caracterizan por la escasez de fondos operativos, poca transparencia en la formulación de los presupuestos, procedimientos burocráticos complicados, exceso de personal relativo al financiamiento, salarios bajos y poca (o nula) relación entre calidad del trabajo y recompensas (como salarios, promociones o beneficios) (Kangasniemi 2002). La literatura especializada indica que la combinación de salarios bajos con estabilidad laboral no provee incentivos para mejorar la calidad las investigaciones (Bailey y Ford 2003); es decir, para mejorar el desempeño de las organizaciones de investigación es necesario incorporar nuevos sistemas de incentivos.

3 El impacto del financiamiento en el funcionamiento del INTA

El financiamiento del INTA fue similar al de organismos de investigación de otros países y que se reseñaron en la sección 2. Esta sección analiza algunos impactos sobre las actividades del INTA.

El financiamiento del INTA puede dividirse en dos categorías: presupuestario (asignaciones del gobierno nacional) y extrapresupuestario que incluye proyectos especiales (con fondos nacionales o internacionales, del sector privado o público), fondos competitivos nacionales o extranjeros,

ventas de servicios, convenios de vinculación tecnológica, aportaciones de las cooperadoras de las Estaciones Experimentales y regalías por la venta de propiedad intelectual.

Existen problemas en el registro de los recursos extrapresupuestarios. Por ejemplo, las cooperadoras de las Estaciones Experimentales financian algunos gastos operativos o de investigación que son asignados de acuerdo a prioridades establecidas por la Experimental, pero como no hay un modelo único de reporte de los ingresos y egresos de las cooperadoras, a veces no es posible estimar sus contribuciones al INTA o vice versa. De igual manera, la mayoría de las Estaciones Experimentales e Institutos de Investigación venden servicios con los que financian algunas actividades de investigación. Las delegaciones de la Fundación ArgenINTA de cada unidad llevan el control administrativo de estos fondos pero su uso es definido por el jefe del grupo que recaudó el dinero. El problema radica en que el acceso a la información del flujo de estos recursos es sumamente dificultoso y su registro no está centralizado en tiempo real. Finalmente, los acuerdos de cooperación a veces no involucran transferencias de fondos sino pagos en especie (por ejemplo, financiamiento de ensayos específicos, donación de insumos o pago de viáticos) los que pueden no entrar en los registros contables. Debido a estos problemas no es posible realizar un análisis detallado de los orígenes y usos de fondos, por lo que los comentarios siguientes se basan mayormente en las entrevistas con personal de INTA.

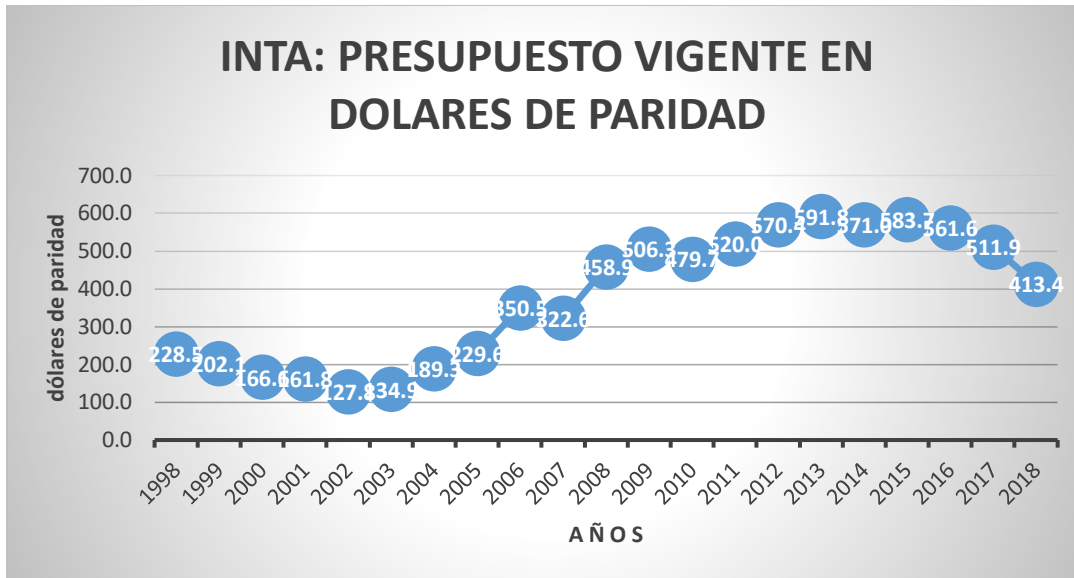
Para el año 2017 los recursos presupuestarios ascendieron a 5.935 millones de pesos mientras que los recursos extrapresupuestarios registrados devengados sumaron 358 millones de pesos, o sea, solo un 6% de los recursos presupuestarios. Dentro de los recursos extrapresupuestarios, las regalías representaron cerca del 1% del presupuesto total del INTA con la particularidad que solo tres eventos explicaron el 91% de lo recaudado por este concepto.

La figura 1 presenta la evolución de los recursos presupuestarios del INTA en los últimos años, expresados en dólares de PPA.^{1,2} En la misma se observan cuatro periodos: una caída inicial hasta 2003 (que se había iniciado unos cuatro años antes), un fuerte crecimiento a partir del 2002, cuando el INTA recupera su autarquía financiera, hasta 2011, una relativa estabilidad hasta 2015 y una caída fuerte hasta 2018; además, se perciben variaciones dentro de estas tendencias.

Figura 1. Presupuesto del INTA en dólares de paridad

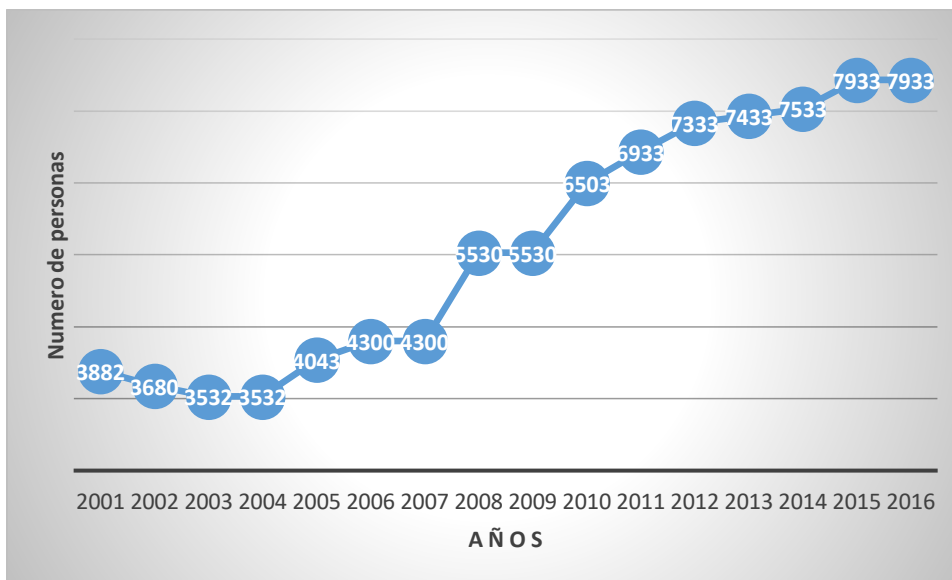
¹ Para el período 2001-2007 se tomaron los valores informados por el Ministerio de Hacienda de los presupuestos aprobados. A partir de 2008 se tomaron los presupuestos vigentes. Los valores del presupuesto, fueron corregidos, a los efectos comparativos por el coeficiente de Precio de Paridad Adquisitiva del dólar, reportado por el Banco Mundial.

² El factor de conversión de la paridad del poder adquisitivo (PPA) es la cantidad de unidades de una moneda nacional que se requieren para adquirir la misma cantidad de bienes y servicios en el mercado nacional que se podrían adquirir con dólares de los Estados Unidos en ese país. El factor de conversión informado en esta serie es para el PIB total.



En 2017 se destinó a gastos en personal casi el 92% de los recursos presupuestarios, solo el 1% a bienes de consumo, 5% a servicios no personales, 1% a bienes de uso y 1% a transferencias. Es decir, los recursos presupuestarios sirvieron casi únicamente para el pago de sueldos. Como puede inferirse de la figura 2 esta asignación es representativa de todo el periodo estudiado, ya que esta figura es un calco casi perfecto de la figura 1; de hecho, el coeficiente de correlación entre ambas series es 0,95. Es decir, los aumentos de recursos presupuestarios se destinaron casi exclusivamente a aumentos en el personal, para compensar las caídas de los periodos de presupuestos bajos. Como los recursos presupuestarios casi no financian costos operativos de investigación, no influyen sobre las prioridades de investigación ya sea del INTA o del gobierno nacional.

Figura 2. Personal total del INTA



Esta gestión de recursos humanos no permite la planificación del desarrollo de capacidades institucionales. En toda organización hay una rotación natural de personal, por ejemplo, por

jubilaciones o por cambio de trabajo. En los años de presupuestos bajos el INTA no reemplazaba a los profesionales que dejaban el instituto; en varios casos, la disminución de personal se aceleró con programas de retiro voluntario. Cuando aumentaba el presupuesto, se buscaba contratar rápidamente para cubrir los huecos que surgían en los programas de investigación, pero el problema es que en todo el mundo es difícil encontrar investigadores formados y de calidad dispuestos a cambiar de trabajo. Como se vio en la sección 2, las universidades de EE.UU. tenían que ofrecer paquetes muy atractivos para convencer a investigadores formados a que cambien de lugar de trabajo; las universidades chinas más fuertes siguieron una estrategia similar (Stephan 2012).

En cambio, el INTA implementó una estrategia diferente. Ante la dificultad de encontrar en el mercado muchos investigadores formados, contrataba becarios y los formaba, pero ese proceso en general requiere alrededor de 10 años y tiene una gran incertidumbre respecto de la capacidad del becario de transformarse en un investigador independiente productivo.³ Además, las contrataciones se hacían en función de las necesidades del momento de cada unidad y no de una planificación institucional de las áreas en las cuales el INTA debía crear capacidades. Un ejemplo claro de este problema eran los mecanismos por los cuales el INTA financiaba los estudios de postgrado de sus profesionales (tanto en el país como en el exterior). El tema de investigación era elegido por el mismo investigador, lo mismo que el lugar donde iba a realizar el posgrado; luego, con la aprobación de su jefe inmediato y habiendo cumplido con unas condiciones mínimas, prácticamente se aseguraba el sueldo en INTA mientras realizaba los estudios de postgrado y los gastos de matriculación y estipendio en el exterior.

Además de los problemas mencionados de gestión de los recursos humanos, el financiamiento de los gastos de investigación con recursos extrapresupuestarios gestionados por los propios investigadores tiene otros efectos en el funcionamiento institucional. De acuerdo con la información provista por los entrevistados, la captación de recursos externos está muy concentrada en unos pocos equipos que han desarrollado las capacidades y conexiones necesarias para acceder a financiadores mientras que la mayoría de los grupos de investigación tienen grandes problemas para trabajar. En estas condiciones no es posible evaluar el trabajo de los investigadores porque el Instituto no les provee los medios necesarios para investigar.

Otro problema es que los investigadores sólo pueden llevar a cabo investigaciones que interesen a los donantes, aunque esas líneas no sean prioritarias para el INTA si bien pueden serlo para los investigadores. En la práctica, los investigadores que captan cantidades importantes de recursos externos establecen relaciones personales con los donantes por lo que las actividades que se financian resultan de la influencia mutua entre investigadores y donantes (Callahan 2017). Es decir, el portafolio de investigación del INTA es la resultante de las interacciones de muchos investigadores individuales con donantes externos y no de prioridades institucionales; de esta manera, la cartera de proyectos del INTA refleja las capacidades adquiridas por los investigadores. De hecho, en las entrevistas semi-estructuradas la visión dominante era que la cartera de proyectos

³ Para formarse como investigador semi-senior un profesional tiene que hacer una maestría (uno o dos años), un doctorado (alrededor de 5 años) y por lo menos un postdoctorado (por lo menos un año); después necesita al menos 3 años para empezar a obtener resultados de sus investigaciones. En algunos casos, profesionales con formaciones más cortas alcanzaron la calificación de investigador senior, pero estos casos son cada vez menos frecuentes por los requerimientos del CONICET.

reflejaba mayormente lo que los investigadores ya estaban haciendo y que la misma no limitaba lo que querían hacer; en otras palabras, la cartera no es un mecanismo de priorización efectivo.

Otra estrategia para captar fondos externos fue la creación en 1987 de la unidad de vinculación tecnológica. Los objetivos iniciales de la unidad fueron desarrollar vínculos sustentables con el sector privado para lograr por un lado la sustentabilidad del sistema de innovación y por el otro crear un “círculo virtuoso” que potencie los negocios tecnológicos, formación y motivación de recursos humanos y aportación de recursos adicionales para el financiamiento (Moscardi 2007). La opinión predominante de los entrevistados fue que en los primeros años la unidad se concentró exclusivamente en buscar financiamiento en el sector privado. Más recientemente, la unidad desarrolló capacidades para ayudar a los investigadores a proteger la propiedad intelectual que desarrollan, pero como se vio más arriba, se generan pocos recursos de esta manera.

Otra iniciativa parcialmente vinculada a la búsqueda de financiamiento fue la creación en 2018/9 de las Unidades Ejecutoras de Doble Dependencia (CONICET – INTA). Estas unidades se integran con un número mínimo de investigadores del CONICET mientras que el INTA aporta investigadores y la infraestructura. Las Unidades se conforman a partir de la presentación y aprobación de un proyecto de largo plazo al que se le asignan recursos específicos del CONICET. Como se mencionó en la sección 2.1 esta estrategia es similar a las implementadas en EE.UU. y la Comunidad Europea. Si bien es temprano para evaluar a las Unidades, los investigadores las aprecian por la posibilidad de incorporar recursos humanos, especialmente doctorantes y becarios, además de los recursos financieros. Por otro lado, se detectaron problemas porque conviven dos grupos de investigadores colaborando en las mismas investigaciones, pero con regímenes de incentivos (incluidos sueldos) diferentes.

4 Dos estudios de caso del financiamiento como parte del proceso de investigación

Basándose en los temas discutidos en la sección 2, esta sección analiza dos casos de investigaciones desarrolladas en el INTA que tuvieron impactos importantes en el país y el mundo. Del análisis se desprenden dos conclusiones importantes. Primero, muchos de los problemas actuales ya fueron identificados 20 años atrás lo que demuestra una gran dificultad del INTA para implementar programas de fortalecimiento organizacional. Segundo, muchas organizaciones en diferentes países enfrentan estos mismos problemas, lo que señala que la dificultad no es sólo de la Argentina, sino que surge de la misma naturaleza de las actividades de investigación. Este tema se retoma en la última sección.

Las características comunes a estas dos experiencias que importan para este trabajo son que los costos de investigación y el equipamiento fueron financiados con recursos extrapresupuestarios conseguidos por los investigadores en forma individual, los investigadores tenían una fuerte motivación personal para realizar las investigaciones, la falta de prioridades organizacionales respecto de las actividades de investigación permitió explorar nuevas áreas de trabajo, los intentos de encauzar las agendas de investigación de los investigadores individuales fracasaron y el INTA tuvo dificultades para incorporar nuevas líneas de trabajo en su portafolio.

4.1 El arroz Puita⁴

La variedad comercial Puitá-INTA-CL, es el primer cultivar de alto rendimiento y alta calidad con resistencia a herbicidas del grupo de las imidazolinonas, que permite el combate eficaz del arroz colorado. Este logro representa un avance tecnológico sumamente relevante, no solo por la capacidad que tienen estas variedades de incrementar en forma considerable la productividad y de habilitar la apertura de nuevas áreas de cultivos y el recupero de áreas infestadas sino también porque, por su calidad, permiten un mejor acceso a los mercados internacionales. La obtención de estas variedades involucró un proceso complejo de interrelaciones entre actores del sector privado, organizaciones de investigación (INTA y universidades), asociaciones profesionales y el gobierno de la provincia de Entre Ríos.

Los primeros desarrollos del programa de arroz en el INTA comenzaron en la EEA Concepción del Uruguay hacia fines de la década del 70. Existía en ese momento un grupo de tres técnicos que esencialmente replicaban las experiencias en arroz de la Universidad de La Plata. En términos de las prioridades de la Experimental era un grupo menor, ya que la actividad principal de investigación y extensión de la EEA era la producción ganadera bovina. A partir de sus contactos con Brasil, Uruguay y el CIAT, el grupo de investigadores en arroz comenzó a conformar la idea de crear un grupo de trabajo en mejoramiento de arroz. El único financiamiento que recibía este grupo del INTA era para los sueldos de los investigadores; tampoco recibían fondos de la Cooperadora, dependiente de la Experimental, puesto que ésta sólo financiaba actividades relacionadas con la ganadería.

A partir de estas experiencias, el Ing. Alberto Livore, mejorador en arroz de la experimental, decidió realizar estudios de postgrado en la Universidad de Texas A&M. En una entrevista que mantuvimos, el Dr. Livore destacó que una de las cosas que le llamó la atención durante su experiencia en Texas fue que la investigación se financiaba por medio de una fundación a través de la cual se conectaban investigadores con empresas, cooperativas y productores que con su aporte financiaban investigaciones en áreas de su interés. Livore rápidamente buscó copiar el esquema de financiamiento a su regreso a la Argentina. En 1991 con la ayuda de algunos contactos locales, se creó la Asociación Pro-Mejoramiento del Cultivo de Arroz en la ciudad de Concordia con el objetivo de incrementar la competitividad de la cadena del arroz a través de la incorporación de tecnología de manejo, obtención de nuevas variedades, capacitación técnica a productores y profesionales y la introducción de nuevas variedades. La Asociación estaba integrada por la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Nordeste de Entre Ríos, los productores y proveedores de insumos y servicios nucleados en la Federación de Cooperativas Arroceras y Asociación de Plantadores de Arroz, de la industria a través de la Cámara de Industriales del Arroz, CIALA y CIAER, de organismos de ciencia y técnica como el INTA y del Gobierno de la Provincia de Entre Ríos (García 2013).

En la década del 90 existían en Argentina 16 variedades de arroz, una oferta heterogénea que tornaba compleja la satisfacción del mercado externo. El desafío consistía en encontrar variedades que permitieran acceder tanto al mercado brasilero (en franca expansión, sobre todo a partir del Mercosur arroceros), como al de Medio Oriente (particularmente Irán, debido a que a partir de la “crisis de los rehenes”, Estados Unidos dejó de vender arroz a Irán y ese espacio fue cubierto por cooperativas de la Mesopotamia argentina). La Asociación puso en ejecución “un programa de

⁴ Agradecemos la valiosa colaboración aportada por los doctores Alberto Livore y Alberto Prina para la elaboración de este apartado.

investigación, experimentación y transferencia de tecnología sostenido con el aporte de ocho actores institucionales de la cadena. El programa se inició con un presupuesto de veintitrés mil dólares ” (García 2013).

La Asociación se consolidó a partir de los resultados obtenidos en cuanto a la producción de variedades e incrementos de rendimientos. Es decir, “se instala la idea de que la tecnología lleva a un aumento de los beneficios económicos” (Livore, comunicación personal). En 1994 se constituyó formalmente la Asociación donde el INTA tenía una participación minoritaria. En sus comienzos, la Fundación financió los trabajos de investigación y mejoramiento genético con el aporte voluntario de productores e industriales. A partir de 1999 lo hizo mediante un aporte obligatorio sobre las ventas de arroz, del 1% para los productores y 2% para la industria.

El grupo de mejoradores de la EEA Concepción estaba fuertemente involucrado en este proceso. Ello le permitía dos cosas: por un lado, orientar la investigación en función de las principales demandas del sector que se revelaban a partir de la interacción directa con productores e industriales y, segundo, lograr que la Fundación les financie los gastos operativos de investigación que por diversas razones no estaban disponibles en el INTA en forma regular. Este grado de interacción e involucramiento de la Experimental potenció la formación de un sólido grupo de mejoradores en arroz integrado por los profesionales del INTA que en la década anterior habían realizado estudios de postgrado en los Estados Unidos.

Como los recursos de la Fundación estaban destinados en forma directa a financiar los ensayos, en la contabilidad del INTA no figuraban como recursos extrapresupuestarios, por lo tanto, los fondos de financiamiento son aquellos que resultan de sumar los aportes monetarios del INTA más aquellos aportados por la Fundación que no figuran en la contabilidad del INTA.

En la década del 90 para controlar el arroz rojo, principal maleza del arroz a nivel mundial, se utilizaba en varios países un alelo del gen que codifica la enzima acetolactato sintetasa (AHAS) que confiere tolerancia a herbicidas del grupo de las Imidazolinonas que tienen una muy buena acción graminicida. Esta variante alélica obtenida en la Universidad de Louisiana fue generada mediante la utilización de técnicas de mutaciones inducidas, es decir que las variedades desarrolladas no eran transgénicas. Sin embargo, estas variedades no estaban bien adaptadas al ecosistema de Entre Ríos, sur de Brasil y Uruguay. Por lo tanto, el Dr. A. Livore decidió avanzar en esta línea de investigación para obtener una fuente de resistencia en un fondo genético de mayor compatibilidad con el ambiente local, mayor potencial de rendimiento y mayor calidad, para lo cual convocó al Ing. Agr. Alberto Prina, del Instituto de Genética E, A Favret del CNIA-INTA Castelar, especialista en Mutaciones Inducidas en Plantas Cultivadas.

Como resultados de este proceso la EEA Concepción del Uruguay inscribió en el año 2005 la semilla Puitá INTA CL, resistente al herbicida que combate el arroz colorado. Por su parte, con la colaboración de la unidad de vinculación tecnológica del INTA en lo que hace a los aspectos legales del patentamiento, los investigadores Alberto Livore y Alberto Prina, patentaron la modificación del gen. Posteriormente, el Dr. Livore negoció con la empresa BASF las regalías que ésta pagaría al INTA por la comercialización mundial de las variedades cubiertas por la patente.

Si bien en los informes periódicos del INTA se destaca la importancia que el desarrollo de estas variedades ha tenido por su impacto económico en la sociedad y por el aporte que ellas generan en materia de regalías a la institución, no se le ha prestado una atención adecuada a las características y naturaleza del proceso que permitió un final exitoso, lo que no permitió institucionalizar mecanismos efectivos para promover activamente el surgimiento de otros equipos de investigación

con características similares. El INTA financió los sueldos de los investigadores y su capacitación, así como la infraestructura necesaria para llevar a cabo la investigación. Por otro lado, productores e industriales percibieron que un grupo de investigadores tenían la capacidad de aportar tecnología capaz de incrementar sus beneficios y por lo tanto financiaron las investigaciones. Pero más allá de los recursos financieros, un elemento esencial fue la creación de un espacio institucional fuera del INTA donde los investigadores y otros actores no académicos interactuaron para orientar y supervisar las investigaciones.

4.2 Historia de la Siembra Directa (SD) en Argentina

En Argentina la SD fue desarrollada por una red informal de actores diversos que usaron diferentes mecanismos de colaboración. Este proceso está descrito en varias publicaciones (ver, por ejemplo, Ekboir y Parellada 2002); esta sección se enfoca exclusivamente en el papel del INTA en este proceso.

En 1974 el INTA financió las maestrías de tres investigadores de la Estación Experimental de Marcos Juárez en EE.UU. e Inglaterra, donde conocieron la SD. A su vuelta organizaron una red de experimentos en campos de productores, ayudaron a varias fábricas de maquinaria para que desarrollaran sus propios equipos y los acompañaron a Passo Fundo, Brasil, que en ese momento era uno de los centros mundiales de desarrollo de la SD. Estas actividades no fueron apoyadas por las autoridades de la estación experimental, pero fueron toleradas porque los investigadores tenían libertad para usar parte de su tiempo para investigar temas de su interés personal.

Después de las primeras pruebas, en 1976 la compañía de agroquímicos ICI promovió un acuerdo con el INTA por el cual ICI financió las pruebas de SD en Marcos Juárez y varias jornadas para investigadores y productores.⁵ Además, técnicos de ICI de Brasil e Inglaterra visitaron Marcos Juárez y los investigadores de INTA viajaron a la estación experimental de ICI en a Passo Fundo donde fueron entrenados en manejo de malezas y uso de herbicidas. Los investigadores de INTA tenían contactos frecuentes con los centros de EMBRAPA de Trigo y Soja, el CIMMYT y la Universidad de Kentucky. Estos contactos eran financiados por PROCISUR, CIMMYT, ICI y la Universidad de Kentucky y no eran apoyados formalmente por el INTA.

A comienzos de la década del 70, la Estación Experimental de INTA Pergamino inició un convenio con INRA (Francia) en el cual los investigadores locales aprendieron métodos de cultivo menos agresivos que los que usaban los productores. En 1978, dos investigadores establecieron un ensayo de SD de largo plazo. Encontrar el terreno para el ensayo no fue fácil ya que los directores de la experimental no querían comprometer espacio a una tecnología que no entendían y cuyo potencial era incierto. Finalmente, el experimento se estableció en una escuela agrícola vecina y llamó la atención de productores innovadores. En forma paralela a los trabajos de INTA, varios productores y fabricantes de maquinaria experimentaron con diferentes elementos del paquete de siembra directa; también hicieron varias visitas a EE.UU. para ver los avances que se lograban allá, especialmente en el diseño de sembradoras y aspersores.

En la década del 80 varios agentes continuaron trabajando en forma paralela. Los investigadores de INTA estudiaron el control de malezas y en forma lenta pero continua mejoraron la eficiencia de los herbicidas. Durante esta década, PROCISUR financió un activo programa de intercambio entre profesionales de INTA y EMBRAPA, lo que permitió un avance paralelo de la SD en ambos

⁵ ICI desarrolló un herbicida en la década del 50 para el cual no tenía mercado. Para desarrollarlo realizó investigaciones sobre SD en Inglaterra y Brasil y financió experimentos en otros países.

países. Por problemas técnicos y de costos, la SD prácticamente no era usada por los productores. A mediados de la década productores e investigadores de INTA (unas 15 personas en total) comenzaron a reunirse informalmente para discutir sus experiencias de SD. Pronto se les unió Monsanto y en 1988 los ayudó a formar AAPRESID, una asociación para promover la SD.

El uso de la SD explotó a partir de 1993. Cuatro factores contribuyeron a este fenómeno: el paquete tecnológico estaba finalmente adaptado a las condiciones imperantes en la región pampeana, el precio del glifosato cayó de alrededor de unos 40 US\$/l a comienzo de los 80 a menos de 10 US\$/l en 1992, AAPRESID desarrolló un programa de difusión muy eficiente y las condiciones económicas en el país luego del paquete de estabilización macroeconómica redujeron los márgenes de ganancia de los productores agropecuarios, forzándolos a adoptar tecnologías más eficientes.

En 1985 INTA Pergamino lanzó el Programa de Agricultura Conservacionista (PAC), que promovía varias prácticas, entre ellas la SD. Además del PAC, INTA y el Banco Nación lanzaron un programa de crédito subsidiado para la compra de maquinaria para labranza de conservación. El impacto de estos programas en la difusión de la SD fue pequeño, porque el paquete de SD todavía no estaba bien desarrollado, el glifosato era caro y el mensaje del PAC era contradictorio: remover el suelo “un poco” era equivalente a no removerlo del todo.

Durante muchos años AAPRESID e INTA no colaboraron institucionalmente, pero hubo interacciones muy estrechas con investigadores individuales. La falta de colaboración institucional resultó de conflictos por el crédito por el desarrollo de la SD, por la dificultad de INTA de modificar líneas de trabajo establecidas y la dificultad para institucionalizar proyectos que surgían fuera de la burocracia organizacional. Como se mencionó más arriba, el INTA recién comenzó a recomendar oficialmente la SD en la década del 2000, cuando la SD ya se había difundido masivamente.

En las dos experimentales las primeras experiencias en SD fueron realizadas por investigadores individuales fuera de sus planes de trabajo formales. En general, sus colegas y administradores mantuvieron una actitud escéptica o enfrentada hasta que la SD ya se había difundido masivamente a fines de la década del 90.

5 Conclusiones

El financiamiento de la investigación ha sido un tema recurrente de discusión en muchos países. A nivel global pueden distinguirse tres grandes líneas argumentales. Mientras que en Argentina y en la mayoría de los países con sistemas de investigación débiles los argumentos se centraron en cómo asegurar un nivel de financiamiento que permitiera mantener las investigaciones en curso, en los países con sistemas de investigación consolidados la discusión se concentró en cuáles eran las políticas científicas que podían ayudar al fortalecimiento del sistema de investigación y aumentar su contribución a la sociedad que lo financiaba. En un tercer grupo de países, que incluye a China y algunos países europeos, la discusión giró en torno a cómo fortalecer un sistema de investigación débil.

De la revisión de estas discusiones en el mundo (sección 2), de la experiencia del INTA (sección 3) y de dos casos de investigaciones de alto impacto realizadas en el INTA (sección 4) se desprenden las siguientes conclusiones:

- a) El nivel de financiamiento es sólo uno de los factores que determina la efectividad y eficiencia de los sistemas de investigación. Otros factores son la estabilidad y previsibilidad de los fondos, la gobernanza, la calidad de las investigaciones, la rendición de cuentas, la

planificación de largo plazo y la inserción en el sistema científico nacional e internacional y en el sistema nacional de innovación. Dada la complejidad de estos procesos, los países que pudieron fortalecer sus sistemas de investigación lo hicieron mediante políticas científicas y tecnológicas de largo plazo, sostenidas como mínimo durante dos décadas.

- b) Aumentos súbitos de financiamiento, sin una planificación de largo plazo y controles sobre cómo se usan los fondos, normalmente no ayudan a consolidar a las organizaciones de investigación, sino que les permiten mantener sus problemas de funcionamiento y crean otros nuevos como la necesidad de expandir rápidamente actividades que tienen una fuerte inercia.
- c) Los sistemas de investigación no pueden fortalecerse rápidamente porque la formación de un investigador de primer nivel requiere por lo menos 10 años. Por lo tanto, una expansión rápida sólo puede hacerse mediante la contratación de investigadores ya formados, pero los investigadores de calidad, salvo contadas situaciones especiales, ya establecieron su nicho de trabajo y tienen pocos incentivos para cambiar. Para inducirlos a mudarse hay que ofrecerles incentivos muy atractivos, como los usados por China y algunas universidades de EE.UU., y garantías de estabilidad en las condiciones de trabajo. Más aun, los incentivos tienen que ser más atractivos que los ofrecidos por los sistemas de investigación en los cuales trabajan por lo que esta estrategia requiere invertir muchos recursos en unos pocos equipos de investigación. Dada la historia de inestabilidad de Argentina, una estrategia basada en la contratación de investigadores de primera línea tiene pocas posibilidades de éxito.
- d) La estrategia alternativa de financiar la formación de investigadores jóvenes tiene que ser parte de un plan de fortalecimiento integral que incluya la definición de prioridades organizacionales y una estrategia de formación y gestión de recursos humanos con incentivos claramente basados en la calidad de las investigaciones y la integración en el sistema nacional de innovación. La razón es que los estudios sobre la calidad de los investigadores encontraron que la misma tiene una distribución con colas muy largas, es decir, una minoría de investigadores son cientos de veces más productivos y creativos que la mayoría de sus colegas que a menudo publican un solo artículo científico a partir de su tesis de doctorado (Simonton 2003; McClellan III y Dorn 1999). Sin un mecanismo efectivo de selección en las etapas iniciales de la carrera de investigación, el sistema permite la permanencia de investigadores poco productivos.
- e) Otro factor que impide la rápida respuesta de los investigadores a aumentos imprevistos de financiamiento es que el diseño e implementación de experimentos en general requiere varios años, ya que es necesario desarrollar la teoría y/o las hipótesis, formar los equipos de profesionales con las capacidades adecuadas, instalar (o acceder a) el equipamiento necesario, y realizar los experimentos.
- f) Los incentivos ofrecidos a los investigadores tienen que inducirlos a interactuar asiduamente con actores no académicos, pero no definir estos mecanismos en forma rígida, ya que los estudios de casos presentados, demuestran que hay muchos modos de interacción; más aún, estos modos cambian a medida que avanzan las investigaciones.
- g) Debido a la inercia de los sistemas de investigación y al largo tiempo que se requiere para obtener resultados, un componente fundamental de las políticas científicas y de la gestión de organizaciones de investigación es un sistema de monitoreo y evaluación basado no en la medición de impactos sino en el seguimiento de indicadores de proceso que permitan analizar la marcha de las investigaciones antes de que se obtengan resultados. Si bien el análisis de

estos sistemas de monitoreo y evaluación excede los objetivos de este trabajo, se pueden mencionar tres grupos de indicadores que deberían ser la columna central de los sistemas: la calidad de las investigaciones, la integración de los investigadores en el sistema científico nacional e internacional y la participación de los investigadores en procesos de innovación.

- h) Por el largo tiempo que se requiere para obtener resultados de investigaciones científicas, es fundamental que las organizaciones planifiquen a largo plazo cuáles son las capacidades que necesitan en el presente y cuáles prevén que van a necesitar en el futuro mediano y que cuenten con los recursos financieros e institucionales para implementar estos planes.
- i) Los dos casos del INTA analizados en este trabajo dejan en claro que los factores que permitieron el éxito fueron idiosincrásicos por lo que no es posible copiar mecánicamente estas experiencias en otros procesos de investigación. Sin embargo, es posible identificar algunos principios que permiten aumentar la probabilidad de obtener resultados positivos: la presencia de investigadores altamente calificados, motivados y capaces, el acceso adecuado y oportuno a recursos (presupuestarios o extrapresupuestarios) para solventar los gastos de investigación, la interacción asidua con actores no académicos y organizaciones de investigación que permiten a los investigadores explorar áreas nuevas del conocimiento.

6 Bibliografía

Altbach, P.G. y J. Salmi. 2011. Introduction. En Altbach, P.G. y J. Salmi. (eds.) *The road to academic excellence: the making of world-class research universities*. Washington D.C.: The World Bank.

Archibugi, D. y A. Filippetti. 2018. The retreat of public research and its adverse consequences on innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 127: 97-111.

Bailey, J.R. y C.M. Ford. 2003. Innovation and Evolution: Managing Tensions Within and Between the Domains of Theory and Practice. En Shavinina, L.V. (ed.), *The International Handbook on Innovation*, UK: Pergamon, pp. 248-257.

Callahan, D. 2017. *The givers: Wealth, power, and philanthropy in a new gilded age*. Knopf Doubleday Publishing Group; Kindle edition.

Cruz-Castro, L. y L. Sanz-Menéndez. 2015. The effects of the economic crisis on public research: Spanish budgetary policies and research organizations. *Technological Forecasting and Social Change*.

Ekboir, J.M. y G. Parellada. 2002. Public-Private Interactions and Technology Policy in Zero-Tillage Innovation Processes - Argentina, en Byerlee, D. y R. Echeverría (eds.), *Agricultural Research Policy in an Era of Privatization: Experiences from the Developing World*. Oxon, UK: CABI.

European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). 2018. *Strategy Report on Research Infrastructures*. ESFRI. Bélgica: Bruselas.

Federal Ministry of Science, Research and Economy and Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology. 2017. Austrian Research and Technology Report 2017. Report under Section 8(1) of the Research Organisation Act on federally subsidised research, technology and innovation in Austria. Austria: Viena.

- Foster, B. 2014. Adaptive Planning in a Chaotic Research Environment: Aligning Academic and Business Issues. Workshop Planning for Future Research in Public Universities in Uncertain Times; Merrill Research Retreat Lied Lodge, Nebraska City, NE July 16-18, 2014.
- García, M.L. 2013. *Investigación e innovación en el sistema agroalimentario : El caso del arroz resistente a herbicida en INTA*. Tesis de Maestría, Magister en Gestión de la Empresa Agroalimentaria, Universidad Católica Argentina.
- García, C.E. y L. Sanz-Menéndez. 2005. Competition for funding as an indicator of research competitiveness. *Scientometrics* 64(3):271-300.
- Goldfarb, B. 2008. The effect of government contracting on academic research: Does the source of funding affect scientific output? *Research Policy* 37:41-58.
- Heisey, P.W. y K.O. Fuglie. 2018 *Agricultural Research Investment and Policy Reform in High-Income Countries*, ERR-249, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Kangasniemi, J. 2002 Financing Agricultural Research by Producers' Organizations in Africa. En Byerlee, D. y Echeverría R.G. (eds.) *Agricultural Research Policy in an Era of Privatization*, CAB International Publishing, UK.
- Laudel, G. 2006. The 'quality myth': Promoting and hindering conditions for acquiring research funds. *Higher Education* 52(3): 375-403.
- Malkamäki, U., T. Aarnio, A. Lehvo y A. Pauli. 2001. *Centre of Excellence Policies in Research. Aims and Practices in 17 Countries and Regions*. Publications of the Academy of Finland 2/01; Helsinki.
- Mazzucato, M. y G. Semieniuk. 2017. Public financing of innovation: new questions. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(1): 24-48.
- McCann, P. y R. Ortega-Argilés. 2016. The early experience of smart specialization implementation in EU cohesion policy, *European Planning Studies*, 24:8, 1407-1427, DOI: 10.1080/09654313.2016.1166177
- McClellan III, J.E. y H. Dorn. 1999. *Science and Technology in World History: An Introduction*. Baltimore, Md.: The Johns Hopkins University Press
- Moscardi, E. 2007. *La Política de Vinculación Tecnológica en el INTA (1987-2006)*. ED. INTA. Buenos Aires: INTA.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2017. *A New Vision for Center-Based Engineering Research*. Washington, DC: The National Academies Press. doi: <https://doi.org/10.17226/24767>.
- OCDE. 2018. *Main Science and Technology Indicators*. OECD Science, Technology and R&D Statistics (Database). <https://doi.org/10.1787/data-00182-en>.
- Simonton, D.K. 2003. Exceptional Creativity Across the Life Span: The Emergence and manifestation of Creative Genius. En Shavinina, L.V. (ed.), *The International Handbook on Innovation*, UK: Pergamon.
- Stephan, P. 2012. *How Economics Shape Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Teitelbaum, M.S., 2014. *Falling behind?: Boom, bust, and the global race for scientific talent*. Princeton University Press.

Vera-Cruz, A., G. Dutrénit, J.M. Ekboir, G. Martínez V. y A. Torres Vargas. 2008. Virtues and limits of competitive funds to finance research and innovation in the agricultural sector: the case of the Mexican Produce Foundations. *Science and Public Policy* 35(7):501-513.