



Foto: INIA

LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE INIA

Ing. Agr. PhD José Paruelo
Gerente de Investigación - INIA

La producción de conocimiento original en concordancia con su transferencia al sector productivo es uno de los ejes estratégicos de INIA. El presente artículo analiza los resultados de la producción científica en términos cuali y cuantitativos, aportando insumos para la proyección del Instituto en un marco de creciente articulación entre la investigación, la innovación y la transferencia de tecnologías.

El PEI 2016-2020 fijó como uno de sus ejes estratégicos la “excelencia científica y tecnológica sin perder cercanía y transferencia al productor” (PEI, 2016). En este marco la producción de conocimiento original es una pieza clave en el proceso de generación de tecnologías, en su transferencia al sector productivo y en el desarrollo de capacidades a través de la formación de investigadores y técnicos. La medición del desempeño implica, por un lado, la definición de indicadores y su registro periódico. El área de Programación, Monitoreo y Evaluación (PME) registra, usando la base de datos AINFO¹, la producción científica de todo el personal del Instituto de manera sistemática. Los análisis cuantitativos deben complementarse con una evaluación de calidad. La calidad intrínseca de cada artículo es virtualmente imposible de cuan-

tificar, no solo porque depende de una evaluación por parte de expertos/as, sino porque depende de muchos factores contexto dependiente (oportunidad de la publicación, originalidad, impacto cultural, económico, social; etc.). Existen, no obstante, indicadores de la calidad de una “población” de artículos, de un artículo en particular, de un investigador/a o de una institución.

El impacto de una revista refleja la cantidad de veces que los artículos publicados en ella son citados. El Science Citation Index (ahora disponible en Web of Science de Thomson Scientific) es un indicador de impacto creado en 1955 (Garfield, 1955) y es la base del Journal Citation Reports (JCR) de Thomson, el método de comparación de revistas más utilizado.

¹<http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca>

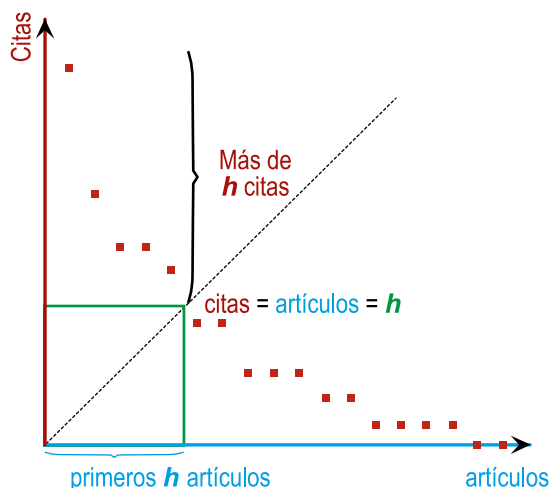


Figura 1 - Esquema de cálculo del índice h. En el eje x del gráfico se ordenan los artículos de mayor a menor número de citas. En el eje Y se indica el número de citas recibido por cada artículo. El índice h es igual al número de artículos que recibieron esa misma cantidad de citas.

El SCImago Journal and Country Rank (SJR), una base de datos alternativa de métricas de citas de revistas, ha desafiado el monopolio de Thompson. El SJR de una revista es un valor numérico que indica el número promedio de citas (ponderadas por la calidad de la revista) recibidas durante un año seleccionado por documento publicado en esa revista durante los tres años anteriores. Scimago divide las revistas de un área de conocimiento en particular en cuartiles. La pertenencia de una revista al cuartil 1 (Q1) denota mayor calidad que corresponder al cuartil 4 (Q4).

El índice h es un sistema para evaluar científicos/as, en función de la cantidad de citas que han recibido sus artículos científicos (Hirsch 2005). Un/a científico/a o investigador/a tiene índice h si ha publicado h trabajos con al menos h citas cada uno (Figura 1).

SCOPUS y Google Scholar proporcionan ahora una alternativa para identificar qué artículos han sido citados y en dónde. A partir de las citas pueden calcularse índices de impacto de un artículo. Uno de estos índices expresa el impacto a partir del número de citas de una publicación, normalizada por área y año de publicación. Un valor de 1 en este índice indica que ese artículo es citado como el promedio de artículos comparables, mientras que 1.5 muestra que es citado un 50% más que el promedio (Waltman *et al.*, 2011b).

Estas medidas son elementos indispensables para un diagnóstico integral de la producción y calidad científica. El índice h o la productividad por investigador se han convertido en estándares de comparación interna-

cional a nivel individual e institucional. Como en cualquier diagnóstico en salud humana o animal, basarse exclusivamente en indicadores es insuficiente y en algunos casos peligroso. La evaluación "clínica" es indispensable al juzgar responsablemente el desempeño de un/a investigador/a en particular. Los datos bibliométricos permiten tener una visión cuantitativa del desempeño. Sin embargo, es prudente advertir los riesgos de la valoración exclusivamente bibliométrica al no considerar contextos, trayectorias e impactos efectivos del conocimiento sobre la sociedad.

Esto es particularmente importante en el caso de INIA en donde los y las investigadores/as tienen, a su vez, funciones y responsabilidades en la generación de productos tecnológicos y en la transferencia del conocimiento. La evaluación de estos aspectos carece de métricas estandarizadas a nivel nacional, regional e internacional y por lo tanto su consideración debe ser especialmente cuidadosa. En este informe utilizamos información bibliométrica provista por otras bases de datos para mirar de la producción científica del Instituto.

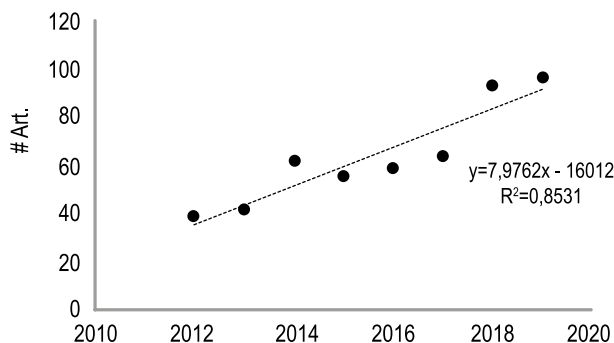
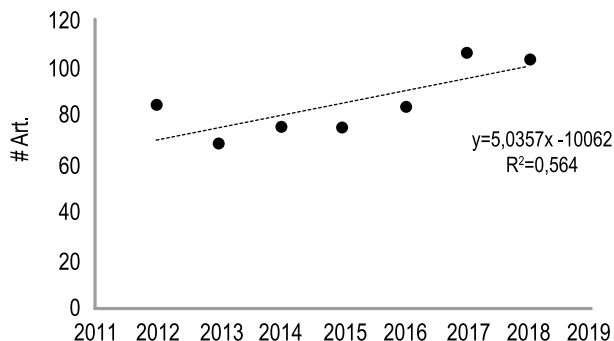


Figura 2 - Número de artículos publicados por investigadores INIA entre 2012 y 2018 según lo registrado en AINFO (arriba) y en SCOPUS (abajo).

LA PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

En el período 2016-2018 los investigadores del Instituto publicaron 292 artículos según lo registrado en AINFO. Los documentos registrados en SCOPUS² en igual período son 234. Independientemente de la fuente utilizada los artículos publicados muestran una tendencia creciente desde 2012 (Figura 2). La tendencia es más clara y tiene mayor pendiente cuando se consideran los artículos y revisiones registradas en SCOPUS. Eso reflejaría que la proporción de artículos publicados en revistas registradas por esta base de datos crece.

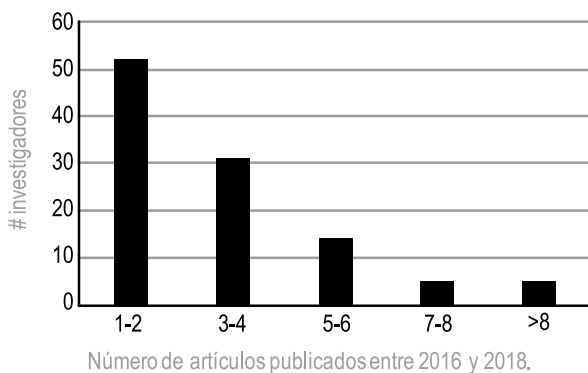


Figura 3 - Distribución de frecuencia de publicación de investigadores INIA entre 2012 y 2018 según lo registrado en AINFO.

Los valores de producción por investigador y por año crecieron de 0,69 a 0,89 en el período 2016-2018 considerando una población promedio de 120 investigadores permanentes. En 60 de los 112 artículos registrados en la base de datos AINFO los investigadores de INIA tuvieron un rol protagónico ya que figuran como primer/a o último/a autor/a.³ En el período 2016-2018, 107 de los y las investigadores/as permanentes de INIA publicaron al menos un artículo científico (Figura 3) (más de 0,33 art/año). Cinco investigadores publicaron nueve o más artículos en ese período y 52 entre uno y dos artículos en los tres años.

LA CALIDAD DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Para evaluar la calidad se consideró el impacto de las revistas (SCIMAGO) en donde publican los investigadores INIA y el número de citas recibidas (SCOPUS,

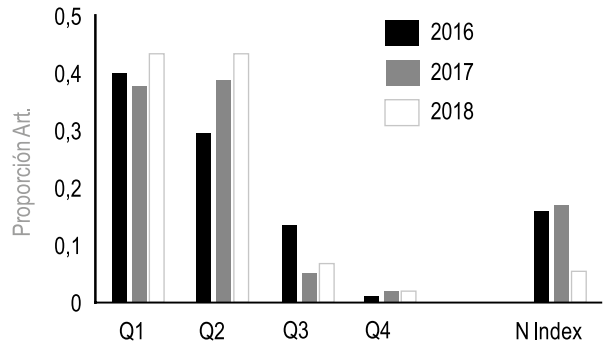


Figura 4 - Proporción de artículos publicados por investigadores INIA entre 2016 y 2018 en revistas pertenecientes a distintos cuartiles del ranking Scimago y no indexadas.

Febrero 2019). En este último caso se consideró sólo el año 2016 ya que no es esperable que un artículo se empiece a citar inmediatamente a su publicación dada la dinámica del proceso (redacción del artículo que lo cita, envió a publicación, revisión por pares y publicación, un proceso que en general lleva más de un año). Los investigadores de INIA concentraron su producción científica en revistas pertenecientes a primer y segundo cuartil (Q1 y Q2, Figura 4). La proporción publicada en revistas Q1 y Q2 muestra un crecimiento en el tiempo: fue de 0,69 en 2016, 0,77 en 2017 y 0,87 en 2018. Concomitantemente decreció la proporción de artículos publicados en revistas no indexadas.

En 2019, sólo 14 de los artículos publicados en 2016 en revistas indexadas no habían sido citados (aprox. un 20%). Un porcentaje mayor (un 34%) fue citado más que el promedio de artículos comparables a nivel mundial. Para esos artículos el Field-Weighted Citation Impact fue, en promedio, de 2.41, o sea son citados más del doble que artículos similares. El total de citas recibidas por artículos publicados en 2016 por investigadores de INIA a febrero de 2019 y de acuerdo a lo registrado en SCOPUS fue de 373.

En el período 2012-2018, la publicación de artículos de investigadores de INIA muestra una clara tendencia creciente.

²Scopus es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18.000 títulos de más de 5.000 editores internacionales, incluyendo la cobertura de 16.500 revistas revisadas por pares. El acceso se realiza a través del Portal Timbó.

³En general se asume que el primer autor es quien lidera el artículo. El último autor suele ser el director/mentor del trabajo y se le reconoce un rol protagónico en la concepción, gestión y publicación del artículo.



Figura 5 - Los valores de producción por investigador y por año crecieron de 0,69 a 0,89 en el período 2016-2018.

COMPARACIÓN CON OTRAS INSTITUCIONES NACIONALES E INTERNACIONALES

La evaluación de la productividad de una institución como INIA es difícil de realizar en términos absolutos. La comparación con instituciones con misiones similares (aunque no idénticas) permite poner en contexto el desempeño de INIA. A partir de la base de datos SCOPUS y mediante una comparación institucional es posible hacer una evaluación (preliminar e imperfecta) del desempeño de INIA respecto de instituciones “pares” regionales (INTA, Argentina; INIA, Chile; EMBRAPA, Brasil; TEAGASC, Irlanda; Ag-Research, Nueva Zelanda; IRTA, Cataluña; INIA, España; IIBCE y UdelaR, Uruguay).

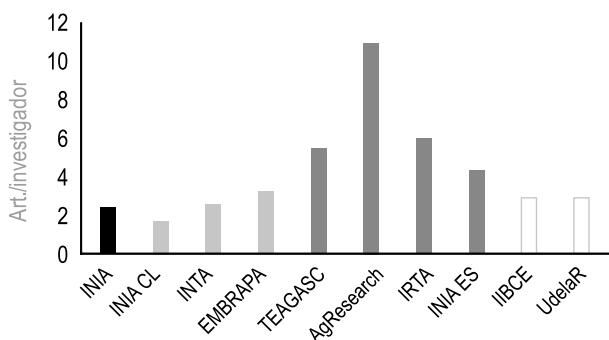


Figura 6 - Artículos por investigador registrados en SCOPUS para distintas instituciones. Los artículos corresponden a todo el período registrado por SCOPUS. En tal sentido representan distintos lapsos de tiempo para cada institución. En ese contexto INIA acumula artículos en un período menor (1990-2018) al resto de las instituciones.

El indicador de producción individual de INIA (cantidad total de documentos en SCOPUS/miembros institucionales) es un 35% superior al de INIA Chile y ligeramente inferior al de INTA (6%). A nivel regional EMBRAPA presenta una productividad 34% superior a INIA. Las instituciones que conforman la Alianza Estratégica con INIA tienen una productividad que duplica la de INIA. En el caso de AgResearch resulta cuatro veces superior. La comparación con instituciones académicas nacionales (el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable y la UdelaR como un todo) indica que estas presentan indicadores de productividad un 20% superiores (Figura 6).

La Figura 8 muestra un análisis restringido a los últimos años (2012-2016) y sólo para aquellas publicaciones que SCOPUS categoriza en el área “Ciencias agrarias y biológicas” (esto permite una comparación más ajustada con instituciones multidisciplinarias como el IIBCE o la UdelaR). En este caso se obtuvieron los artículos publicados por investigadores de estas instituciones en estos años y se calculó la tasa de crecimiento relativo (TCR) anual de la producción como la diferencia del logaritmo del número de artículos en dos años consecutivos. De esta manera se elimina el efecto “tamaño” de cada institución. INIA presentó la TCR promedio (2012-2016) más alta de todas las instituciones estudiadas. El valor fue muy similar al que presentó la UdelaR, al menos en esta gran área del conocimiento.

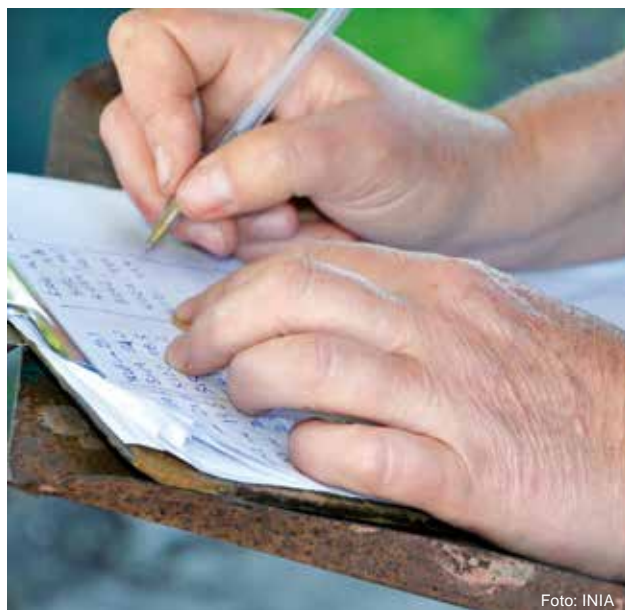


Figura 7 - En 60 de los 112 artículos registrados en AINFO los investigadores de INIA tuvieron un rol protagónico.

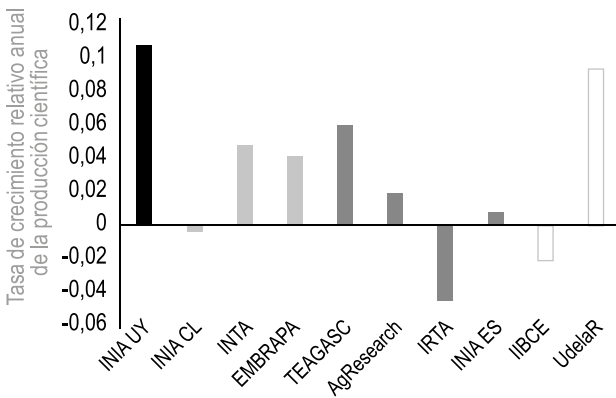


Figura 8 - Tasa de crecimiento relativo anual promedio para el período 2012-2018 para las mismas instituciones consideradas en la figura anterior. Los cálculos están hechos a partir de los artículos correspondientes a Ciencias Agrarias y Biológicas registrados en Scopus. La TCR de cada año se calcula como: $\ln(\#art.)_{año\ t} - \ln(\#art.)_{año\ t-1}$. Los valores consignados son los promedios de los años individuales.

CONSIDERACIONES FINALES

Los niveles de producción científica de los/las investigadores/as de INIA están aumentando tanto cuanti como cualitativamente. En base a lo registrado en SCOPUS es dable esperar un crecimiento de la producción de artículos del orden de 8 art. por año, con la misma cantidad de investigadores.

Los niveles de producción son comparables o ligeramente inferiores a instituciones pares nacionales o internacionales. Sin embargo, es la institución, entre las comparadas, en donde la productividad crece con una tasa mayor. Como era esperable los valores de productividad son inferiores a los registrados por los socios de la Alianza Estratégica.

Obviamente hay factores estructurales que explican estas diferencias. Los recursos asignados a Ciencia y Técnica en Uruguay (0,41% del PBI) son sensiblemente menores a los de Irlanda, Nueva Zelanda y España (1,18; 1,26 y 1,19 respectivamente según datos del World Bank). Los recursos asignados a CyT en Uruguay son incluso menores a los que dedican Argentina y Brasil. Más aún la cantidad de investigadores/as por cada mi-

llón de habitantes en Uruguay es entre cuatro y ocho veces menor a la de los países de las instituciones de la Alianza Estratégica.

La calidad de la producción científica de investigadores de INIA también aumenta en el período considerado. La proporción de artículos en revistas con alto impacto sube y el impacto individual de los artículos publicados es alto. De hecho, el impacto medio de los artículos publicados se ubicó ligeramente por encima de la media de lo publicado a nivel mundial.

La generación de conocimiento de calidad en INIA debe consolidar y profundizar las tendencias observadas. Estos procesos no son espontáneos y deben ser nutridos con señales claras y recursos. Sin embargo, el estado actual lleva a nuevos desafíos. Por un lado mejorar la articulación entre la investigación, la innovación y la transferencia (IIT). Es necesario, con otros socios institucionales, fortalecer modelos que trasciendan la concepción lineal de la IIT, es decir la visión en donde la generación de conocimiento precede y no se vincula desde el comienzo con los procesos de generación de productos y su transferencia a los distintos actores públicos y privados. La consolidación de modelos de co-innovación y un trabajo más cercano con los actores desde la génesis misma de los proyectos son claves en mejor la articulación institucional.

Los indicadores de producción científica muestran que INIA es un actor relevante no sólo en el proceso de “innovación relativa o incremental” (por ej. la adaptación del conocimiento y las tecnologías a condiciones locales) sino en la “innovación absoluta o radical”, o sea aquella en donde la generación de conocimiento produce desarrollos tecnológicos originales a nivel global. INIA no puede llevar adelante este proceso de manera aislada, es imprescindible el trabajo conjunto con el resto del sistema de CyT, el Estado y el sector privado. La creación de unidades mixtas, consorcios y el desarrollo de proyectos interinstitucionales que se ha impulsado y/o acompañado desde INIA son una señal clara de avance en ese sentido.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de la Gerencia de Investigación y a los miembros del Comité Gerencial.

REFERENCIAS

GARFIELD; Eugene (1955): Citation Index for Science: a new dimension in Documentation through association of Ideas. Science, 122 (3159): 108-111. <http://science.sciencemag.org/content/sci/122/3159/108.full.pdf>

HIRSCH; J.E (2005): An index to quantify an individual's scientific research output. Proc Natl Acad Sci USA, 102: 16569-16572. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0507655102>

WALTMAN, L. (2016). A review of the literature on citation impact indicators. Journal of Informetrics, 10, 365-391. doi:10.1016/j.joi.2016.02.007

En los últimos años los investigadores de INIA ha concentrado su producción científica en revistas de alto impacto.