

Vinculación universidad-empresa y productividad de investigación: un análisis del sector agropecuario en México

Rene Rivera - Universidad Autónoma Metropolitana

Gabriela Dutrénit - Universidad Autónoma Metropolitana

Resumen

Este trabajo explora los efectos de la vinculación entre investigadores académicos y productores agrícolas en la productividad de investigación en el sector agrícola. A partir de datos obtenidos mediante una encuesta y utilizando análisis econométrico, nuestros resultados muestran una relación positiva y significativa entre la intensidad de vinculación con grupos pequeños de productores y la productividad de investigación, particularmente cuando ésta es definida como el número de publicaciones en revistas indexadas. Este resultado es contrario al argumento de que una mayor vinculación con el sector industrial reduce la productividad de investigación y distorsiona el propósito original de la universidad, i.e., la generación de investigación básica y preparación de profesionistas altamente capacitados. Sin embargo, cuando la productividad de investigación es definida de manera más amplia incorporando otros productos de investigación (i.e. semillas mejoradas, nuevas recomendaciones o nuevas técnicas), la relación también es positiva y significativa, lo cual confirma el argumento de que una vinculación estrecha entre institutos de investigación públicos y el sector industrial fortalece la creación de nuevas ideas que pueden ser transformadas en innovaciones con valor social y/o comercial. Otro de los resultados importantes consiste en que los investigadores de instituciones públicas producen diferentes productos de investigación, por tanto, medir la productividad de investigación sólo como el número de artículos publicados en revistas indexadas pierde la dimensión de otras actividades importantes de investigación.

Palabras clave: vinculación universidad- empresa, sector agropecuario

1 Introducción¹

En la economía basada en conocimiento, tanto el talento intelectual como el conocimiento han sido reconocidos como determinantes fundamentales del crecimiento y desarrollo económico (Fagerberg et al, 2005). En esta dinámica las universidades juegan un papel central preparando profesionistas altamente capacitados y generando conocimiento científico. Adicionalmente, en tiempos relativamente recientes, las universidades se han focalizado en forma creciente en la generación de conocimiento con impactos directos en la productividad económica y en el desarrollo social, aspectos de sustancial importancia para los países en vías de desarrollo (Arocena y Sutz, 1999).

En este contexto, se ha argumentado que la vinculación entre universidades y el sector industrial podría fortalecer la creación de nuevas ideas, las cuales podrían transformarse en innovaciones con valor social y/o comercial. Este argumento se fundamenta en la evidencia empírica que ha mostrado diversos impactos positivos de la vinculación entre la academia y la iniciativa privada en varias regiones industriales, tales como el Silicon Valley (California) y la ruta 128 (Boston) (Florida, 1999). Este enfoque ha sido retomado por diferentes gobiernos implementando programas para fortalecer la vinculación entre universidades y centros

¹ Este trabajo es parte del proyecto de investigación “Mejorando la Administración del Conocimiento en el Sistema de Innovación Agropecuario Mediante el Fortalecimiento de las Capacidades de las Fundaciones Produce, el SNITT e Institutos de Investigación”, financiado por SAGARPA-CONACYT (Proyecto núm. 2006-C01-48511).

públicos de investigación (CPI), por un lado, y entre universidades y el sector industrial, por el otro. Esta política ha tenido como resultado un mayor número de vinculaciones entre investigadores académicos y empresas que se han expresado en forma de consultorías, investigación contratada, transferencia de tecnología y *joint-ventures* (Mowery et al, 1996; Vinding, 2004; Patel y Calvert, 2003).

Sin embargo, este nuevo rol de las universidades no ha sido aceptado por toda la comunidad científica (Florida, 1999; Hicks y Hamilton, 1999). Algunos críticos sostienen que la creciente vinculación con el sector industrial podría incentivar el interés exclusivo de los investigadores por participar en la investigación patrocinada, en el licenciamiento de la tecnologías y en la creación de empresas (*spin-off*) con el propósito de obtener un beneficio económico, descuidando así los propósitos básicos de las universidades, esto es, la investigación básica y la preparación de profesionistas altamente capacitados, generando, a largo plazo, más costos que beneficios (Florida, 1999).

De lo anteriormente expuesto se entiende la importancia de analizar el efecto de la vinculación de los investigadores con productores privados en diferentes ámbitos de la productividad de los investigadores. El presente trabajo es, precisamente, una primera exploración de cómo la productividad de los investigadores en el sector agrícola es afectada por la colaboración entre investigadores académicos y productores agropecuarios.² Específicamente, se trata de responder a las siguientes preguntas: ¿Las interacciones entre productores agrícolas e investigadores académicos obstaculizan la productividad de investigación en áreas de conocimiento relacionadas con la agricultura? ¿Qué tipo de productos académicos se generan en esas interacciones? Para lograr los objetivos, se analizan los diferentes tipos de intensidad en la vinculación y los resultados que tienen en la productividad de los investigadores. El análisis empírico se basa en una encuesta realizada a 310 investigadores que trabajan en universidades públicas o CPI. Entre otras preguntas, a los investigadores se les preguntó acerca de cuántos productos, entre cuatro posibles (a saber: *numero de publicaciones en revistas indexadas, semillas liberadas, recomendaciones agrícolas y nuevas técnicas*), obtuvieron en los tres años previos al levantamiento de la encuesta; también se les preguntó sobre los diferentes tipos de interacción con productores agrícolas.

Las principales contribuciones del presente trabajo se pueden resumir en: a) La relación investigador productor como determinante de la productividad científica ha sido un tema poco estudiado en el caso de México. De hecho, sólo se encontró un trabajo relativamente similar orientado al caso Mexicano, el de González-Brambila y Veloso (2007), en el cual se exploran los determinantes de la productividad de los investigadores centrándose principalmente en la edad y la reputación, pero ignorando el problema de la vinculación academia-empresa; b) La relativamente escasa literatura que analiza la colaboración entre académicos y el sector industrial se ha focalizado en el sector manufacturero o en el de alta tecnología, pero el fenómeno ha sido poco explorado en el sector agrícola, precisamente donde este trabajo se enfoca; c) Los investigadores generan un amplio abanico de productos como fruto de su

² El término agricultura es usado en un sentido genérico e incluye, además de la investigación en plantas y cultivos, ganadería, acuicultura, silvicultura y otras disciplinas científicas (i.e., biología, biotecnología y física) que generan resultados de investigación, y los cuales pueden ser usados en investigación agrícola más aplicada.

investigación, algunos están orientados a ampliar la frontera del conocimiento mientras que otros buscan un impacto social o económico. Debido a esta diversidad, el número de publicaciones en revistas indexadas como la única medida de productividad de investigación es limitada y poco flexible (Perkmann y Walsh, 2009). Por esto, en el presente trabajo se decidió incluir a las nuevas semillas liberadas, nuevas recomendaciones agrícolas y nuevas técnicas como productos alternativos a las publicaciones.

A continuación se expone la estructura del trabajo. En la segunda sección se presentan las particularidades de la investigación agrícola. En la tercera se hace una revisión de la literatura y se muestra la estructura conceptual. En la cuarta se explica la metodología de investigación. En la quinta se presentan y discuten los principales resultados del trabajo. Por último, en la sexta se presentan las reflexiones finales.

2 Instituciones e incentivos para la investigación sobre el sector agropecuario en México

La investigación agropecuaria en México se realiza en tres tipos de institución: en universidades y CPI 'generales', en universidades y CPI sectoriales, y en otras universidades y CPI regionales que también desarrollan investigación no-agrícola u otro tipo de actividades como la extensión. El primer grupo está integrado por grandes universidades y CPI federales que desarrollan investigación en diversas áreas del conocimiento, tales como química, física, medicina, biología, ciencias sociales y humanidades. En general, la investigación relacionada a la agricultura cubre áreas intensivas en ciencias, tales como biotecnología y biología.³ El segundo grupo sólo trabaja en temas relacionados a la producción agrícola, tales como agronomía, rotación de cultivos y fertilización de plantas, pero realizan poca actividad post-cosecha y de transformación de productos agrícolas.⁴ Finalmente, las instituciones regionales pueden tener un portafolio de investigación diversificado, pero sus actividades relacionadas a la agricultura se asocian solamente con actividades post-cosecha y con el procesamiento de productos agrícolas.

Hay dos agencias que financian gran parte de la investigación agrícola en México: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y las Fundaciones Produce (FP). CONACYT tiene un fondo específico para la investigación agrícola y otro para la investigación básica que también da financiamiento a proyectos relacionados con la agricultura. Las FP son dirigidas por los agricultores quienes administran recursos públicos para financiar la investigación, extensión y los proyectos de innovación en el sector agrícola; hay 32 fundaciones en el país, una por cada estado. Ambas agencias ofrecen incentivos a los investigadores agrícolas (Vera-Cruz, 2008; Ekboir et al., 2009), pero aún no ha sido analizado en detalle qué son esos incentivos y cómo influyen en la investigación. Un incentivo importante para los

³ Las grandes instituciones 'generales' son el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Autónoma Metropolitana.

⁴ El Centro Público de Investigación más importante es el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); otras universidades sectoriales relevantes son el Colegio de Posgraduados, la Universidad Autónoma de Chapingo y la Universidad Antonio Narro.

investigadores mexicanos es el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el cual es administrado por CONACYT.⁵

3 Vinculación academia-industria, colaboración en investigación y productividad de investigación

La naturaleza cada vez más interdisciplinaria, compleja y costosa de la ciencia moderna alienta a los científicos a colaborar en la investigación (Lee y Bozeman, 2005). La colaboración entre diferentes agentes es considerada como un factor positivo en la creación de conocimiento y solución de problemas (Heinze et al., 2009). Durante casi un siglo (véase Lokta, 1926) la literatura sobre los efectos de la colaboración en la productividad de investigación se ha centrado principalmente en la colaboración entre investigadores académicos. Bozeman y Lee (2003) argumentan que la razón de esto es determinar en qué medida y la manera en qué la colaboración contribuye al crecimiento de la ciencia y la productividad.

En ese sentido, la productividad de investigación ha sido analizada a diferentes niveles utilizando diferentes unidades de análisis. Por un lado, diversos autores han argumentado que la colaboración entre científicos incrementa la productividad de investigación debido a que la interdisciplinariedad permite el intercambio de experiencias y conocimiento que de otro modo no estarían disponibles, y que son cruciales para un buen resultado de las investigaciones (Goffman y Warren, 1980; Thorsteinsdottir, 2000; Beaver, 2001; Bozeman y Lee, 2003; Heinze et al., 2009). En otros casos, se ha encontrado que la colaboración es un mecanismo importante para asesorar estudiantes e investigadores posdoctorales y mejorar la productividad de los científicos individuales (Melin, 2000; Beaver, 2001). También se ha encontrado que la productividad de los investigadores individuales depende de factores organizacionales e institucionales, incluyendo los patrones de comunicación, el grado de libertad para definir la agenda de investigación personal, el reconocimiento en el departamento al cual pertenece, recursos humanos, instrumentación, financiamiento, movilidad, trabajo en equipo y el tamaño de los equipos de trabajo (Heinze, 2009). Adicionalmente, las políticas de reclutamiento de los departamentos académicos han demostrado ser particularmente importantes en la productividad de los investigadores individuales (Dill, 1985).

Rijnsoever *et al* (2008) analizaron los factores que influyen en la intensidad de las interacciones que llevan a cabo los investigadores académicos con sus colegas y con las empresas; encontraron que la colaboración entre colegas está relacionada al desarrollo de una carrera académica, mientras que la colaboración con empresas no lo está. De acuerdo a estos autores, todos los niveles de red creadas entre la comunidad científica están positivamente relacionadas entre sí; y el grado académico y la actividad de redes están fuertemente

⁵ El SNI fue creado en 1984 y sus principales objetivos son apoyar la formación, desarrollo y consolidación de una masa crítica de investigadores de alto nivel, principalmente dentro del sistema de educación pública. Ofrece incentivos monetarios a través de becas (una compensación mensual) y no-monetarios (status y reconocimiento) basados en la productividad y calidad de sus investigaciones.

relacionadas, pero las interacciones con la industria muestra una relación negativa con el nivel académico.

En síntesis, las principales razones mencionadas en la literatura para buscar colaboración en la investigación son las siguientes: acceso a equipo especial, habilidades o materiales especiales; obtener reconocimiento, prestigio o visibilidad; alcanzar eficiencia en el trabajo o en el uso del tiempo; ganar experiencia; acceder a investigadores capacitados; evitar la competencia; superar el aislamiento intelectual; confirmar la evaluación de un problema; compartir costos de áreas fundamentales de la ciencia en la frontera de investigación; mejorar el acceso a fondos; aprender conocimiento tácito acerca de nuevas técnicas; y establecer contactos para futuros trabajos (Beaver y Rosenm, 1978; Fox y Faver, 1984; Katz y Martin, 1997; Bozeman y Lee, 2005 y 2003; Rijnsoever *et al*, 2008). Por otro lado, la vinculación universidad-industria ha sido analizada desde la perspectiva de las universidades y desde la perspectiva de la industria pero, como argumentan Bozeman y Lee (2003), la evidencia empírica aún es escasa, en particular la que muestra los patrones de colaboración y la productividad de investigación. Algunos autores encontraron que la colaboración tiene efectos positivos en la producción científica y en el desarrollo y crecimiento económico (Perkmann y Walsh, 2009). Por esta razón, algunos gobiernos han implementado políticas para promover esa vinculación y fomentar la transferencia de tecnología de las universidades a las empresas (D'Este y Patel, 2007). Recientemente, el modelo Triple-Hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 1995 y 2000) ha mostrado la importancia de la interacción entre universidades, empresas y gobiernos en el proceso de creación y difusión del conocimiento.

Otros académicos han argumentado que los investigadores que crean una empresa o que se asocian a alguna pueden llegar a ser más productivos en términos de la cantidad y calidad de publicaciones (Zucker y Darby, 2007; Lowe y Gonzalez-Brambila, 2007). Czarnitzki y Toole, 2009) Por el contrario, otros estudios encontraron que los investigadores que crean o se asocian a alguna empresa reducen su productividad de investigación (Stern, 2004; Toole y Czarnitzki, 2008). Finalmente, Perkmann y Walsh (2009) muestran que, si bien, la colaboración con agentes no-académicos puede no generar beneficios académicos directos, i.e., publicación de artículos, suelen generar beneficios indirectos que pueden aumentar la producción de la investigación académica; estos beneficios resultan de la exposición a un conjunto más amplio de ideas y problemas que los que se encuentran mientras se lleva a cabo la investigación dirigida por la curiosidad. Sin embargo, evidencia clara de que existen impactos de la colaboración con la industria sobre la productividad de investigación es aún limitada.

Finalmente, diversos autores han explorado como afectan otros factores tales como los diferentes niveles de competitividad entre los investigadores, el sistema académico de estos países, la edad, sexo, nivel y status de los investigadores, la productividad de los investigadores (véase al respecto Ben-David (1960), Henderson y Cockburn (1996), Borokhovic *et al* (1995), Bozeman y Lee (2003), Levin y Stephan (1991), Simonton (2003), Weisberg (2003), González-Brambila y Veloso (2007))

4 Metodología

4.1. Descripción de la muestra

Los datos usados en el presente trabajo fueron recopilados a finales de 2008 a través de una encuesta aplicada a dos grupos de investigadores mexicanos enfocados en temas agropecuarios. El primer grupo lo conforman investigadores adscritos al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), mientras que el segundo lo integran investigadores que recibieron financiamiento en los últimos diez años de las FP. Se obtuvieron 310 observaciones, de las cuales 292 han recibido estímulos de FP. Los datos de observación corresponden al periodo 2006-2008.

La base de datos presenta diferencias con otras usadas en trabajos con objetivos similares (ver por ejemplo González-Brambila y Veloso, 2007). La mayoría de los estudios sobre los investigadores y sus vinculaciones, sean éstas con otros académicos o con productores, se han centrado en la población que sustenta grados de doctor. El presente trabajo intenta cubrir una muestra más representativa de la población de investigadores agropecuarios en México y es, por tanto, más heterogénea: sólo el 60.3% de la muestra tienen grado de doctor, 32.6% de maestro y el resto tiene un grado de licenciatura o equivalente.

Un primer análisis de los datos muestra el grado de productividad de los investigadores, así como de las tendencias de vinculación con los productores y de la correlación entre éstas dos variables. De esta forma, se observa que entre 2006 y 2008 el 25.5% de la muestra no publicó ningún artículo en alguna revista indexada, 52% publicó entre 1 y 5 artículos, 16.5% publicó entre 6 y 10 artículos, el resto publicó más de 10 artículos (considerando un máximo de 16). Tomando en cuenta los otros tres productos de investigación, en la tabla 1 se observa que, excluyendo a los investigadores que reportan nula producción, el grupo más numeroso está formado por aquellos que producen menos de cinco unidades de cualquier producto de investigación. La participación porcentual de los investigadores se reduce conforme su producción aumenta, mientras que la participación de aquellos investigadores que producen más de 10 unidades no es superior al 1%.

Tabla 1. Distribución porcentual de los investigadores por producto de investigación.

Productos de Investigación	Rango				Número de investigadores
	Cero	Entre 1 y 5	Entre 6 y 10	11 y más	
Nuevas variedades de semillas liberadas	84.8%	12.6%	1.9%	0.6%	310
Nuevas recomendaciones	38.7%	55.8%	5.2%	0.3%	310
Nuevas técnicas	47.4%	49.4%	2.9%	0.3%	310

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 1 también es posible observar la tendencia de la vinculación entre investigadores y productores. El 6% de los investigadores que conforman la muestra no colaboran con ningún productor agrícola, 56% colabora con pequeños grupos de productores (1-9), 19% interactúa con grupos de tamaño medio (10-39 productores), y un porcentaje similar lo hace con grupos grandes (40 o más productores).

Respecto a la relación entre colaboración y número de artículos publicados, aquellos investigadores que tienden a colaborar con pequeños grupos de productores agropecuarios tienden a publicar más que aquellos investigadores que colaboran con grandes grupos. Es decir, la intensidad de la relación, la cual es mayor cuando el investigador interactúa con pequeños grupos de productores, influye de forma positiva en la publicación de artículos. En contraste hay poca relación entre la colaboración investigador-productor (medido en número de colaboraciones) y la productividad científica medida en número de nuevas variedades liberadas. La relación entre colaboración y nuevas recomendaciones agrícolas, así como entre colaboración y nuevas técnicas, muestran un patrón similar: los investigadores que interactúan con grupos pequeños de productores son más productivos. Cabe mencionar que hay algunos investigadores muy productivos que interactúan con grupos grandes de productores.

4.2. El modelo econométrico

En esta sección se analiza el efecto de la colaboración entre investigadores y productores agrícolas en la productividad de los investigadores. Utilizando técnicas econométricas se estimaron los determinantes de productividad para cada uno de los productos de investigación considerados en este trabajo: *artículos publicados en revistas indexadas, nuevas variedades liberadas, nuevas recomendaciones y nuevas técnicas agrícolas*.

Las variables dependientes del modelo son expresadas por el número de productos producidos por cada investigador de cada uno los cuatro productos mencionados durante los tres años precedentes a la encuesta (2006-2008)⁶.

A continuación se enlistan las variables independientes:

invest_equipo: variable indicador con valor 1 si el investigador pertenece a un equipo de investigación, 0 de otra forma.

vinc_productores: es una variable proxy a la cooperación del investigador con el productor. Está formada por el número de vinculaciones o interacciones que cada investigador tiene con productores.

indicador_vinc_0: es una variable indicador con valor 1 si los investigadores no reportan vinculaciones con los productores agrícolas, 0 de otra forma.

indicador_vinc_1: es una variable indicador con valor 1 si los investigadores declaran entre 1 y 9 interacciones con los productores agrícolas, el valor 0 indica a aquellos investigadores cuyo número de vinculaciones no cae en el rango. En las regresiones posteriores esta corresponderá al grupo de control.

Indicador_vinc_2: es una variable con valor 1 si los investigadores reportan un número intermedio de vinculaciones (10-39), 0 de otra forma.

indicador_vinc_3: es una variable indicador con valor 1 si los investigadores reportan un número considerado grande de vinculaciones (40 ó más), 0 de otra forma.

⁶ Con base en un análisis previo de los proyectos financiados en los últimos 10 años, se asume que los investigadores han mantenido vinculaciones a lo largo de varios años, de tal forma que los productos de investigación de los últimos tres años tienen relación con las vinculaciones en el mismo periodo.

indicador_inst_1: esta variable corresponde a un grupo que busca capturar los efectos institucionales. El valor 1 corresponde a los investigadores que pertenecen a universidades no especializadas (o de conocimientos generales), 0 a aquellos que no.

indicador_inst_2: en este caso el valor 1 corresponde a los investigadores que se encuentran asociados a centros sectoriales de investigación o universidades especializadas en temas agrícolas, 0 de otra forma.

indicador_inst_3: el valor 1 corresponde a los investigadores que pertenecen a pequeños institutos que llevan a cabo alguna investigación, 0 de otra forma.

tiempo_ultimo_grado: es el número de años transcurridos desde la obtención del último grado académico hasta el año de aplicación de la encuesta. Se prefiere usar esta variable a la de “edad”, ya que en los países en desarrollo los grados tienden a obtenerse después que sus similares de países desarrollados.

tiempo_ultimo_grado_2: es el cuadrado de la anterior variable.

mex_grado: es una variable indicador con valor 1 si el individuo obtuvo su último grado en México y 0 si lo obtuvo en el extranjero.

num_equipo: número de investigadores que participan en el equipo de investigación, sin importar el grado académico.

num_equipo_2: el cuadrado de la variable anterior.

tipo_investigación_1: es una variable indicador con valor 1 cuando el investigador conduce investigación básica.

tipo_investigación_2: es una variable indicador con valor 1 cuando el investigador se especializa en investigación aplicada.

tipo_investigación_3: es una variable indicador con valor 1 cuando el investigador se especializa en desarrollo de tecnología.

4.3. Relación esperada entre vinculación y productividad de los productores

Es necesario mencionar que la vinculación entre los productores y los investigadores condiciona o afecta la productividad en cada uno de los productos científicos en forma diferentes. Por ejemplo, para escribir un artículo en el sector agropecuario se requiere conducir experimentos o recoger información, lo cual se puede realizar sin necesidad de interactuar con los productores. Sin embargo, esto no significa que las interacciones del investigador con el productor no tengan un impacto en la productividad de los primeros. Más aún, dicho impacto podría seguir dos vías: por un lado, las vinculaciones con los productores podrían influir positivamente en la productividad del investigador, ya que le permite enfocar su investigación, experimentar diferentes alternativas e identificar nuevas preguntas de investigación; por otro lado, como se mencionó en las secciones 1 y 2, hay un consenso general entre los investigadores centrados en temas agrícolas con respecto a que las colaboraciones cercanas con la industria (o el sector productivo privado) dañan o desvían la capacidad productiva de los investigadores cuando ésta se mide en número de artículos publicados en revistas indexadas. Así, de acuerdo con este consenso, se esperaría una correlación negativa entre colaboración con la industria y número de publicaciones producidas por cada investigador.

Cuando se desarrolla una nueva recomendación o nueva técnica, los investigadores necesitan entender el proceso de producción al cual se esperaría que la innovación se integre. Los investigadores pueden adquirir este conocimiento de diversos modos: interactuando con

productores, con agricultores o, si el proceso de producción es relativamente estable y bien conocido (tal como es el caso de cereales y semillas de aceite), pueden informarse a través de libros o pueden adquirir directamente el conocimiento con otros colegas. En todo caso, la probabilidad de que la recomendación o la técnica sean adoptadas se incrementa cuando los investigadores interactúan activa y cercanamente con pocos productores. Se esperaría, entonces, una correlación positiva entre colaboraciones con pocos productores agrícolas y el desarrollo de nuevas recomendaciones y/o técnicas.

Finalmente, para desarrollar una nueva variedad de plantas los mejoradores de nuevas especies vegetales necesitan entender claramente el objetivo de su investigación, sea éste proporcionar mayor resistencia a las enfermedades, mejorar la calidad de la producción o encontrar un sabor más aceptable del producto para los consumidores. Los investigadores pueden obtener el conocimiento necesario para este tipo de producción de diversas fuentes siendo una de ellas el conocimiento que brindan los agricultores. Pero una vez que su objetivo ha sido definido usualmente no necesitan interactuar con los productores agrícolas sino hasta las etapas finales del proceso de desarrollo (por lo regular, después de ocho ciclos de mejoramiento genético) y, aun en esta etapa, las ventajas de la colaboración no son claras (Atlin et al, 2001). De esta forma, no se espera una clara relación entre el lanzamiento de nuevas variedades y la colaboración de los investigadores con productores.

Dado que todas las variables dependientes presentan una distribución claramente sesgada hacia la derecha, el modelo fue estimado usando estimadores de máxima verosimilitud considerando distribuciones binomiales negativas. Se seleccionó ésta distribución preferentemente a una Poisson debido a que la primera es más flexible. Una ulterior prueba de sobre-dispersión (likelihood ratio test of over-dispersion) corroboró esta decisión. Algunos investigadores no completaron todas las preguntas del cuestionario, por lo que algunas observaciones se perdieron⁷. Otras observaciones fueron eliminadas por ser consideradas atípicas. De esta forma, para las estimaciones, únicamente 290 observaciones fueron consideradas.

5 Análisis de resultados

La tabla 2 muestra diferentes especificaciones como determinantes de la “producción” de artículos publicados en revistas indexadas. Los resultados de las estimaciones muestran que la productividad de los investigadores tiene diversos determinantes que dependen del tipo de producción.

La primera columna indica que, en concordancia con Simonton (2003) y Levin y Stephan (1991) pero contrario a lo argumentado por Bozeman y Lee (2003), la productividad en publicaciones sigue un ciclo en el cual los investigadores tienden a ser más productivos conforme se consolida su carrera, pero a una tasa decreciente. Sin embargo, la escasa significatividad obtenida de las estimaciones hace a estas afirmaciones refutables.

⁷ Ver Encaoua et al. (2006) y Lanjouw and Schankerm (1999). Todas las estimaciones en esta sección fueron realizadas con Stata 9.0

El coeficiente de la variable *mex_grado* en la columna 2 es negativa y estadísticamente significativa, indicando que aquellos investigadores que estudiaron en el extranjero tienen una preferencia por carreras claramente orientadas a la academia y a la publicación de artículos. Cabe destacar que la introducción de esta variable hace al coeficiente de la variable *tiempo_ultimo_grado* estadísticamente no significativo, indicando la presencia de colinealidad entre las dos variables, es decir, entre los años que un profesional pasa publicando y su trayectoria profesional.

Tabla 2. Artículos publicados en revistas indexadas

	1	2	3
<i>tiempo_ultimo_grado</i>	0.039 (-1.47)	0.028 (-1.05)	0.022 (-0.85)
<i>tiempo_ultimo_grado_2</i>	-0.002 (1.99)**	-0.001 (1.65)*	-0.001 (-1.47)
<i>mex_grado</i>		-0.321 (2.31)**	-0.334 (2.39)**
<i>indicador_vinc_0</i>	-0.058 (-0.22)	-0.086 (-0.33)	-0.06 (-0.23)
<i>indicador_vinc_2</i>	-0.234 (-1.35)	-0.193 (-1.12)	-0.235 (-1.35)
<i>indicador_vinc_3</i>	-0.345 (1.96)*	-0.282 (-1.6)	-0.247 (-1.38)
<i>indicador_inst_2</i>	-0.267 (1.88)*	-0.275 (1.96)*	-0.362 (2.62)***
<i>indicador_inst_3</i>	0.161 (-0.69)	0.158 (-0.68)	0.107 (-0.46)
<i>num_equipo</i>	0.04 (3.52)***	0.037 (3.19)***	
<i>num_equipo_2</i>	-0.0005 (2.68)***	-0.0004 (2.33)**	
<i>tipo_investigación_2</i>			-0.481 (1.95)*
<i>tipo_investigación_3</i>			-0.751 (2.50)**
<i>Constante</i>	1.131 (5.24)***	1.429 (5.72)***	2.188 (6.94)***
<i>Observaciones</i>	290	290	290
<i>LR chi2</i>	39.83	45.2	39.88
<i>Prob > chi2</i>	0	0	0
<i>Pseudo R2</i>	0.0285	0.0324	0.0285
<i>El valor de los estadísticos z se reporta entre paréntesis y debe considerarse como absoluto.</i>			
<i>* significativa at 10%; ** significativa al 5%; ***significante al 1%</i>			

Adicionalmente, se encontró que el tamaño del equipo de investigación tiene un efecto positivo en publicaciones, pero a una tasa decreciente. Esto coincide con la literatura que subraya la importancia de las redes científicas en la productividad de los investigadores (e.g. Bozeman and Lee, 2003 y 2005; Rijnsoever *et al*, 2008).

El coeficiente de la variable *indicador_vinc_0* (es decir, la variable que identifica a los investigadores que no interactúan en ningún modo con los productores agrícolas) resulta no significativa. En este caso, la falta de significatividad estadística es, posiblemente, consecuencia del bajo número de observaciones (18) incluidas en este grupo. Al mismo tiempo, se observa que un gran número de vinculaciones afecta negativamente la tendencia a publicar de los investigadores. Sin embargo, este resultado merece un análisis más detallado desde la perspectiva de la producción agropecuaria. Así, los investigadores pueden relacionarse con los productores en dos formas. Por una parte, pueden interactuar intensamente con pocos agricultores y conducir experimentos en los mismos campos del cultivo del productor agropecuario. Por la otra, pueden desarrollar interacciones débiles (o menos intensas), tales como presentaciones en eventos masivos o “días de campo” u otro tipo de interacciones que se espera beneficien al productor agropecuario sin que por esto sea necesario interactuar directamente con el productor. De esta forma el investigador se encuentra en capacidad de trabajar con cientos o quizá miles de productores. En otras palabras estos investigadores trabajan de acuerdo a una visión lineal de la ciencia, generando información científica y esperando que sean otros los agentes (generalmente un extensionista) quienes transfieran la información generada a los productores agrícolas. Considerando lo anterior, las variables indicador (*indicador_vinc*) para las interacciones, claramente muestra que los investigadores que tienen un gran número de interacciones (lo cual equivaldría a interacciones débiles) tienden a publicar menos que los investigadores que interactúan en forma más cercana con pocos productores. Así, interacciones cercanas con los productores parecerían correlacionarse positivamente con una alta productividad de investigación.

Como era de esperarse, los efectos institucionales son estadísticamente significativos. Este resultado puede explicarse en diversas formas. Primero, debido a que los investigadores adscritos a “universidades sectoriales e institutos de investigación sectoriales” (todos ellos investigadores considerados en la variable *indicador_inst_2*) realizan un trabajo más aplicado, i.e. extensionismo, tienden a publicar menos que los investigadores involucrados en los otros institutos considerados en nuestra clasificación. Segundo, se observa además que pertenecer a centros de investigación y universidades regionales (*indicador_inst_3*) no influye en las tasas de publicación de los investigadores. Es pertinente mencionar que esta categoría no está bien definida y en ella se incluye desde importantes centros de investigación hasta pequeños equipos que desarrollan procesos de ingeniería. Tercero, en la columna 3 las variables indicador muestran una relación negativa y significativa entre investigación aplicada y desarrollo de tecnología, esto indicaría que el tipo de investigación (*tipo_investigación*) desarrollada influye en el patrón de publicación.

La tabla 3 muestra la estimación de la “función de producción” de otros productos de investigación, distintos de los artículos publicados en revistas indexadas, esto es, nuevas variedades liberadas, nuevas recomendaciones y nuevas técnicas. Los resultados de las

regresiones (mostradas en las columnas 1 y 2) muestran que la obtención de nuevas variedades liberadas no es afectada por ninguna de las siguientes variables: por el ciclo de vida (*tiempo_ultimo_grado*), por la pertenencia a un equipo de investigación (*num_equipo*), por el lugar donde se obtuvo el grado (*mex_grado*), por el tipo de investigación desarrollada por el investigador (*tipo_investigación*), por el patrón de vinculación de interacción (*indicador_vinc*). La producción de nuevas variedades liberadas es afectada solamente por factores institucionales (*indicador_inst*). Este último resultado era de esperarse debido a que en México sólo los institutos sectoriales tienen programas de mejoras.

Tabla 3. Nuevas variedades, nuevas recomendaciones y nuevas técnicas

t	Nuevas variedades	Nuevas variedades	Recomendaciones	Recomendaciones	Nuevas técnicas	Nuevas técnicas
	1	2	3	4	5	2
<i>tiempo_ultimo_grado</i>	0.045 (-0.51)	0.014 (-0.16)	0.024 (-0.99)	0.021 (-0.86)	0.04 (-1.48)	0.041 (-1.53)
<i>tiempo_ultimo_grado_2</i>	-0.0004 (-0.15)	0.001 (-0.21)	-0.0004 (-0.62)	-0.0002 (-0.39)	-0.001 (-0.77)	-0.0005 (-0.66)
<i>invest_equipo:</i>	0.585 (-1.2)		0.452 (2.72)***		0.57 (3.01)***	
<i>mex_grado</i>	-0.544 (-1.03)	-0.766 (-1.51)	0.088 (-0.51)	0.065 (-0.38)	0.103 (-0.54)	0.089 (-0.47)
<i>indicador_vinc_0</i>	-17.126 (-0.01)	-16.796 (-0.01)	-0.699 (1.85)*	-0.737 (1.96)*	0.326 (-0.93)	0.281 (-0.81)
<i>indicador_vinc_2</i>	0.331 (-0.62)	0.23 (-0.43)	0.06 (-0.31)	0.107 (-0.55)	-0.174 (-0.76)	-0.108 (-0.47)
<i>indicador_vinc_3</i>	-0.671 (-1.15)	-0.592 (-1.1)	0.39 (2.07)**	0.401 (2.12)**	0.331 (-1.54)	0.477 (2.23)**
<i>indicador_inst_2</i>	2.519 (4.57)***	2.245 (3.99)***	0.367 (2.21)**	0.408 (2.46)**	0.408 (2.14)**	0.457 (2.38)**
<i>indicador_inst_3</i>	-15.761 (-0.01)	-15.982 (-0.01)	-0.656 (1.89)*	-0.659 (1.90)*	0.468 (-1.44)	0.371 (-1.14)
<i>num_equipo</i>		-0.065 (-1.53)		0.028 (2.13)**		0.032 (2.17)**
<i>num_equipo_2</i>		0.0008 (-1.39)		-0.0003 (-1.54)		-0.0003 (-1.16)
<i>tipo_investigación_2</i>	1.374 (-1.22)		0.56 (-1.58)		0.349 (-0.9)	
<i>tipo_investigación_3</i>	1.313 (-1.04)		0.287 (-0.72)		0.613 (-1.42)	
Constante	-4.339 (2.82)***	-1.866 (2.09)**	-0.841 (1.96)*	-0.164 (-0.59)	-1.349 (2.75)***	-0.82 (2.68)***
Observaciones	290	290	290	290	290	290
LR chi2	41.62	39.64	35.21	29.8	25.07	23.07
Prob > chi2	0	0	0.0002	0.0009	0.0089	0.0105
Pseudo R2	0.0964	0.0918	0.0342	0.029	0.0276	0.0254

El valor de los estadísticos z se reporta entre paréntesis y debe considerarse como absoluto.
* *significante at 10%*; ** *significante al 5%*; ****significante al 1%*

Las estimaciones presentan evidencia de que el desarrollo de nuevas recomendaciones no es determinado ni por la experiencia profesional de los investigadores (*tiempo_ultimo_grado*), ni por el lugar donde éstos obtuvieron su último grado (*mex_degree*). Por otra parte, se muestra que la interacción de los investigadores con los productores agrícolas (*indicador_vinc_0*) tiene efectos positivos en el desarrollo de nuevas recomendaciones. Esta correlación positiva entre vinculación y producción de nuevas recomendaciones es también respaldada por el hecho de que aquellos investigadores que no denotan interacciones presentan un coeficiente negativo en este tipo de productividad. Estos resultados proveen evidencia en contra del viejo mito que menciona que son los genios solitarios, encerrados en sus laboratorios, los que generan el avance de las ciencias. No es así, al menos no en las ciencias agrícolas donde se requieren redes entre científicos y productores, y no sólo entre investigadores. Por el momento no se tiene una buena explicación de por qué la interacción con un gran número de productores agropecuarios parece impulsar el desarrollo de nuevas recomendaciones agropecuarias.

En el caso de estas últimas regresiones, también se observan fuertes efectos institucionales (columna 3), lo cual es un resultado esperado teniendo en cuenta que “las universidades y centros públicos de investigación sectoriales” tiene entre sus obligaciones atender problemas prácticos de los agricultores. El coeficiente negativo correspondiente a las universidades y centros de investigación regionales refleja que los investigadores incluidos en esta categoría generalmente no investigan agronomía en sí, sino que se enfocan en otros eslabones de la larga cadena de investigación agropecuaria. Finalmente, el tamaño del equipo de investigación (columna 4) muestra un efecto positivo en el desarrollo de nuevas recomendaciones agrícolas. El desarrollo de nuevas técnicas es positivamente influido por pertenecer a un equipo de investigación, por interactuar con un gran número de productores agrícolas y por los factores institucionales (columna 5). Como en los casos previos, no se tiene al momento una buena explicación para los efectos positivos de dichas interacciones entre productores e investigadores, así que estos son temas para futuras investigaciones. Cabe mencionar que el tamaño del equipo de investigación (columna 6) tiene también un efecto positivo en este caso.

El hecho de obtener un grado escolar en México es estadísticamente significativo, pero únicamente en la estimación donde artículos publicados es la variable dependiente. Es un reflejo de que en los centros públicos de investigación y en las universidades regionales un alto porcentaje de investigadores no cuenta con un grado doctoral, lo cual impacta negativamente en la integración de las redes de investigación. También puede reflejar que los incentivos para publicar en este tipo de institutos, con respecto a las universidades de carácter general, son menores.

6 Conclusiones

El análisis de la productividad en la investigación ha llamado la atención de un gran número de investigadores. Un factor que se asume como determinante de la productividad de los investigadores es la vinculación que éstos establecen con otros investigadores y también con el sector productivo privado. Existe un consenso general del efecto benéfico de las interacciones academia-academia, sin embargo, tal consenso no se sostiene en las relaciones investigadores-productores. Más aun, la evidencia empírica al respecto podría considerarse muy escasa. La

mayor parte del análisis empírico ha usado una definición operativa miope y estrecha para clasificar y medir la productividad de la investigación, por ejemplo, usando mayoritariamente el número de artículos indexados. Nuestros resultados muestran que esta definición es un indicador pobre de productividad, ya que los investigadores generan una diversidad de productos con distintos propósitos: algunos de ellos están orientados a desplazar la frontera tecnológica mientras que otros buscan las soluciones a los problemas cotidianos de la producción. En este sentido, diferentes tipos de investigación deben ser medidos por los diferentes productos que de ellos se generan.

Se concluye también que la relación entre la producción científica y sus determinantes cambia de acuerdo al tipo de investigación seguida. Ciertos tipos de investigación requieren interacciones cercanas entre los investigadores y los usuarios de los resultados de las investigaciones, mientras otras pueden llevarse a cabo con relaciones no tan cercanas. Esto es verdad, no únicamente en amplias líneas de investigación tales como la exploración espacial o medicinal sino también en áreas de investigación no tan amplias y más específicos, tal y como es en nuestro caso, en las ciencias agropecuarias básicas (por ejemplo, fisiología vegetal), mejoramiento de semillas, recomendaciones agropecuarias de producción y desarrollo de nuevas técnicas. Los resultados del presente trabajo indican que la influencia de interacciones entre investigadores y productores agropecuarios es específica a cada tipo de investigación.

Así, nuestras estimaciones muestran que el hecho de vincularse con un pequeño número de productores agrícolas tiene efectos positivos en la publicación de artículos, aun cuando dicha influencia resulta negativa cuando los investigadores interactúan con un numeroso grupo de productores y, por tanto, la interacción llega a ser menos intensa. Vincularse tiene también un efecto positivo en la producción de nuevas recomendaciones y nuevas técnicas, pero no tiene efectos estadísticamente significativos en la generación de nuevas variedades de semillas liberadas. Adicionalmente, la presente investigación confirma que las interacciones entre investigadores tiene un claro y positivo efecto en la productividad de los investigadores para la mayor parte de los productos considerados.

Estos resultados tienen importantes implicaciones en el desarrollo y en la implementación de políticas públicas. En muchos países en vías de desarrollo -en el cual México no es la excepción- los incentivos a los investigadores están basados en el número de artículos publicado en revistas indexadas, esto sin duda promueve las publicaciones, pero no favorece el desarrollo de soluciones a los problemas que enfrenta el sector productivo o la sociedad en su conjunto. Por lo tanto, incentivos para otros productos de investigación, tales como nuevas recomendaciones y nuevas técnicas, en el caso de los temas agrícolas, debe ser incluida.

Debe entenderse que los resultados presentados en este documento son preliminares en su misma naturaleza, debido a la etapa misma en la cual se encuentra la investigación, mismos que se fortalecerán en etapas futuras de la investigación.

References

Arocena, R. and Sutz J. (2001), "Changing knowledge production and Latin American universities", *Reserch Policy*, Vol. 30, p. 1221-34.

- Atlin G.N., M. Cooper and Å Bjørnstad (2001), A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. *Euphytica*, Vol.122 (3), p. 463-75.
- Beaver, D. (2001), "Reflections on Scientific Collaboration (and its study): Past, Present, and Future. Feature Report", *Scientometrics*, Vol. 52 (3), p. 365-377.
- Beaver, D. and R. Rosen (1978), "Studies in scientific collaboration: Part I-The professional origins of scientific co-authorship", *Scientometrics*, Vol. 1, p. 65-84.
- Ben-David, J. (1960), "Scientific productivity and academic organization in the nineteenth century meecce", *American Sociological Review*, Vol. 25 (6), p. 828-843.
- Borokhovich, K.A., R.J. Bricker, K.R. Brunanski and B.J. Simkins (1995), "Finance research productivity and influence", *Journal of Finance*, Vol. 50, p. 1691-1717.
- Bozeman, B. and S. Lee (2003), "The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity", Paper presented at the Annual Meeting of the American Association for the Advancement of Science, Denver, Colorado February,
- Czarnitzki, D. and A. Toole (2009), Is There a Trade-Off Between Academic Research and Faculty Entrepreneurship? Evidence from U.S., NIH Supported Biomedical Researchers, ZEW Discussion paper No. 09-022, Mannheim.
- D'Este, P. and P. Patel (2007), "University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?", *Research Policy*, Vol. 36, p. 1295-1313.
- Dill, D.D. (1985), "Theory versus practice in the staffing of R&D laboratories". *R&D Management* 15, p. 227-41.
- Ekboir, J.M., G. Dutrénit, G. Martínez V. A. Torres Vargas and A. Vera-Cruz (2009), *Successful Organizational Learning in the Management of Agricultural Research and Innovation: The Mexican Produce Foundations*, IFPRI research report 162, Washington DC: IFPRI.
- Ekboir, J.M., J.A. Espinoza García, J.J. Arellano Espinoza, G. Moctezuma Lopez and A. Tapia Naranjo (2003), Análisis del Sistema de Investigación Agropecuario, CEP working paper 03-01, Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Encaoua D., B. Hall, F. Laisney and J. Mairesse (eds) (2006), *The Economics and Econometrics of Innovation*, Kluwer Academic Publishers.
- Etzkowitz, Henry, and Loet Leydesdorff, 1995, The Triple Helix---University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development, *EASST Review* 14(1), 14-19
- Florida, R. (1999), "The Role of the University: Leveraging Talent, Not Technology". In Branscomb, L. and F. Kodama (eds.), *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States*, USA: MIT Press.
- Fox, M.F. and C. A. Faver (1984), "Independence and Cooperation in Research: The Motivations and Costs of Collaboration", *Journal of Higher Education*, Vol. 55, p. 347-359.
- Goffman, W. and K.S. Warren (1980), *Scientific Information Systems and the Principle of Selectivity*, New York: Praeger.
- González-Brambila, C. and F. M. Veloso (2007), "The determinants of research output and impact: A study of Mexican researchers", *Research Policy*, Vol. 36, p. 1035-1051.
- Heinze, T., P. Shapira, J.D. Rogers and J.M. Senker (2009), "Organizational and Institutional Influences on Creativity in Scientific Research", *Research Policy*, Vol. 38, p 610-623.
- Henderson, R. and I. Cockburn (1996), "Scale, Scope, and Spillovers: The Determinants of Research Productivity in Drug Discovery", *Rand Journal of Economics*, Vol. 27, p. 32-59.
- Hicks D. and K. Hamilton (1999), "Does University-Industry Collaboration Adversely Affect University Research?", *Issues in Science and Technology*, Vol.15 (4), p. 74-75.
- Katz, S.J. and B.R. Martin (1997), "What is research collaboration?", *Research Policy*, Vol. 26, p. 1-18.
- Lanjouw, J.O. and M. Schankerman (1999), "The quality of ideas: measuring innovation with multiple indicators", Working Paper 7345, NBER WP Series, National Bureau of Economic Research.
- Lee, S. and B. Bozeman (2005), "The impact of research collaboration on scientific

productivity”, *Social Studies of Science*, Vol. 35 (5), p. 673-702.

Levin, S.G. and P. Stephan (1991), “Research productivity over the life cycle: evidence for academic scientists”, *The American Economic Review*, Vol. 81 (1), p. 114–32.

Lotka, A. J. (1926). “The frequency distribution of scientific productivity”, *Journal of the Washington Academy of Science*, Vol. 16, p. 317-323.

Lowe, R.A., and C. Gonzalez-Brambila (2007), “Faculty entrepreneurs and research productivity”, *Journal of Technology Transfer*, Vol. 32, p. 173-94.

Melin, G (2000), “Pragmatism and self-organization Research collaboration on the individual level”, *Research Policy*, Vol. 29, pp. 31-40.

Mowery, D., et al (1996), “Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer”, *Strategic Management Journal*, Vol. 17, p. 77-91.

Patel, P. and Calvert, J. (2003), ‘University-Industry research collaborations in the UK: bibliometric trends’, *Science and Public Policy*, Vol. 30 (2), p. 85–96.

Perkmann, M. and K. Walsh (2009), The two faces of collaboration: impacts of university-industry relations on public research, *Industrial and Corporate Change*, forthcoming.

Powell, W.W. and S. Grodal. (2005), “Networks of Innovators”. In Fagerberg, J., D.C. Mowery and R.R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

Rijnsoever, F., L. Hessels, and R.L.J. Vandeberg (2008), “A resource-based view on the interactions of university researchers”, *Research Policy*, Vol. 37, p. 1255-1266.

Simonton, D.K. (2003). Exceptional Creativity Across the Life Span: The Emergence and manifestation of Creative Genius. In Shavinina, L.V. (ed.), *The International Handbook on Innovation*, UK: Pergamon.

Stern, S. (2004), “Do scientist pay to be scientists?”, *Management Science*, Vol. 50 (6), p. 835-53.

Thorsteinsdottir, O. (2000). “External research collaboration in two small science systems”, *Scientometrics*, Vol. 49, p. 145-160.

Toole, A.A. and D. Czarnitzki (2009), “Exploring the relationship between scientist human capital and firm performance: the case of biomedical academic entrepreneurs in the SBIR program”, *Management Science*, 55 (1), p. 101-114.

Vera-Cruz, A.O. et al (2008), “Virtues and limits of competitive funds to finance research and innovation: the case of Mexican agriculture”, *Science and Public Policy*, Vol. 335 (7), p. 501-13.

Vinding, L.A. (2004), “Interaction between firms and Knowledge institutions”, *Research on Technological Innovation and Management Policy*, Vol. 8, p. 257–83.

Weisberg, R.W. (2003), Case Studies of Innovation: Ordinary Thinking, Extraordinary Outcomes. In Shavinina, L.V. (ed.), *The International Handbook on Innovation*, UK:Pergamon

Zucker, L.G. and M.R. Darby (2007), “Virtuous circles in science and commerce”, *Papers in Regional Science*, Vol. 86 (3), p. 445-470.